

V. Det naturvidenskabelige Fakultet

Som en »mærkesag« for året 1985/86 nødsages fakultetet desværre til, ligesom for året 1984/85, at fremhæve arbejdet med finansloven 1986 og de krævede afskedigelser svarende til 30 årsværk.

Til uansøgt afsked har fakultetet indtil nu måtte indstille 16 VIP'er, incl. afskedigelser på Marinbiologisk Laboratorium efter at fagområderne marinbiologi, ferskvandsbiologi og akvakultur specielt har været evalueret efter henstilling fra Planlægningsrådet for Forskningen. – De øvrige afskedigelser på VIP-området er opnået gennem ansøgte afskedigelser. Hertil kommer besparelser som opnås ved orlov uden løn. De af undervisningsministeriet fastsatte BO-prognoser nødvendiggør i årene fremover fortsat en høj mobilitet med de deri indbyggede konsekvenser, bl.a. at dyrt apparatur risikerer ikke at blive udnyttet optimalt. I økonomisk henseende er dette dog en mindre risiko for tab af ressourcer i sammenligning med den investerede kapital ministeriet gennem ovennævnte afskedigelser har sat over styr i forhold til fakultetet.

Fakultetets plan frem til 1993 afviger ikke i sine hovedkonklusioner væsentlig fra den tidligere af DVU ønskede bemandsningsplan. Det vil sige fortsat ingen mulighed for indenfor egne ordinære rammer at erstatte VIP-personale udover i egentlige nøglefunktioner.

ner, samt en overgangsfrekvens på nær 0, såfremt fakultetet skal medfinansiere de nye lektorer indenfor forskerrekruiteringsplanen.

Ansættelse af de nye adjunkter ialt bevilget med 36 i tiden 1984-86 er sket planmæssigt. Indenfor visse fag har der på det seneste vist sig tendenser til manglende antal ansøgere. Til forøgelse af rekrutteringsgrundlaget har fakultetet for tiden 1987-89 fået tillagt 10 kandidatstipendier.

Af nye uddannelseslinier kan nævnes:
Matematik/kemilinen, Matematik/økonomilinen
samt etablering af en exam.scient. grad i meteorologi
indenfor hovedlinien Geofysik.

De nye linier fik god søgning: 36 til matematik/ke-
milinien, 51 til matematik/økonomilinen og 18 til me-
teorologi.

Tilsvarende exam.scient. grader er under overvejelse indenfor kemi- og fysiklinierne.

Henning E. Jørgensen

Fysik

1. Astronomisk Observatorium (Observatorierne i København og Brorfelde og observationsstationerne ved European Southern Observatory, Cerro La Silla, Chile, og Observatorio del Roque de los Muchachos, La Palma, Spanien)

Historie:

Astronomien, læren om himmellegemernes forhold, har ældgamle rødder. For vor vestlige kultur skal blot nævnes, at astronomi i den græske oldtid ligesom historie havde sin muse (Urania og Kleio), og Hipparchos og Ptolemæus er de to fremragende personligheder i den videnskabelige astronomi.

Ved Københavns Universitet kom faget ind med praktisk virke ved almanakberegningen, fra begyndelsen (o. 1536) udført af professorerne i medicin, senere af en professor matematik, men fra 1717 af den ordnede professor i astronomi. Endnu i dag udføres den officielle almanaks beregninger af Københavns Universitets Astronomiske Observatorium. I den astronomiske forskning står Tycho Brahe og Ole Rømer blandt de store, banebrydende i naturvidenskabernes historie. Opførelsen af Rundetårn som det næstældste statsobservatorium i Europa begyndte 1637, fire år efter at det ældste blev grundlagt i Leiden. Astronomisk Observatorium er således universitetets ældste, endnu fungerende institut. Her virkede Brahes elev Longomontanus som første professor i astronomi, og kendte navne herfra er Rømer og Horrebow samt Thomas Bugge, der udover astronomisk arbejde og varetagelse af mangeartede praktiske hverv ligesom Rømer også blev den ledende skikkelse i Videnskabernes Selskabs kortlægning af Danmark.

Fra 1815 til 1850 var H. C. Schumacher ordinær professor, men opnåede 1826 tilladelse til at bosætte sig i Altona i forbindelse med, at han skulle lede Den Danske Gradmåling, som han havde foreslået udført fra Lauenburg til Skagen. Schumacher indstiftede desuden tidsskriftet *Astronomische Nachrichten*, der blev et hovedorgan for international astronomisk kommunikation. Fra 1831 udnævnes C. F. Olufsen som vikar i København, først som lektor, fra 1832 som professor til sin død i 1855. Rundetårn var efterhånden utidssvarende, og Olufsen virkede derfor overvejende med bearbejdelse af observationer opnået andetsteds og ved teoretiske undersøgelser. Efterfølgeren, den tyskfødte H. L. d'Arrest, der var ordinær professor fra 1857 til sin død i 1875, virkede for opførelse af et nyt observatorium på Rosenborgbastionen på den gamle Østervold, altså lidt nord for Rundetårn med dets meridian gående gennem det nye meridiankredsrum. Observatoriet, der var færdigt i 1861,

udstyredes med en 28 cm/4.9 m Merzrefraktor (linsekikkert, objektivdiameter/brændvidde) i kuppelrummet og meridiankreds og passageinstrument i hver af de to mellemrum grænsende til embedsboligerne for professor og observator mod hhv. vest og øst. Arkitekt for det nye observatorium var akademiprofessor Chr. Hansen.

Meridiankredsens astronomiske formål er bestemmelse af stjernepositioner, men dette sker under tilknytning til tidsmålinger. Omvendt kunne disse observationer også benyttes til tidskontrollen, og Danmarks officielle tidstjeneste hørte derfor under observatoriet ved dets hovedur. Senere kontrolleredes dette ved radiosignaler knyttet til meridianobservationer andre steder, og senere igen kontrolleredes hoveduret af Polyteknisk Læreanstalts kvartsur. Fra 1965 ophørte observatoriets ansvar for tidstjenesten.*

I en tidlig fase af denne markeredes tiden udadtil med signaler klokken tolv middag – først med et signalfalg fra Rundetårn, siden hen med en kugle anbragt på Nikolaj Kirketårn, senere på silopakhuset i Frihavnen, og kugler også andetsteds i landet.

Der virkedes meget aktivt med aktuel observationsmæssig forskning på det nye observatorium på Østervold af professor og observator, og i 1895 anskaffedes en ny dobbeltrefraktor med to kikkerter til henholdsvis visuelle og fotografiske observationer. Men allerede under d'Arrest's efterfølger som professor og direktør, Th. N. Thiele, gik man ind i overvejelser om at opbygge et observatorium helt uden for København, som selvstændig enhed eller som filial af observatoriet i København. Tanken måtte dog opgives den gang af praktiske, kommunikationsmæssige og økonomiske grunde.

Under Thieles efterfølger, Elis Strömgren, der virkede som professor fra 1907 til 1940, fortsattes observationsarbejdet, men perioden blev især markeret ved meget omfattende beregninger inden for celest mekanik (Solsystemets bevægelsesforhold). Fra 1914 med 1. verdenskrigs udbrud kom observatoriet til at spille en afgørende rolle som neutral formidler af international astronomisk kommunikation gennem oprettelsen af et centralbureau på Østervold, som så efter stiftelsen af den Internationale Astronomiske Union (IAU) i 1919 overtog denne unions telgrambureau. Der går her en klar forbindelse tilbage til Schumachers oprettelse af *Astronomische Nachrichten*. Telegrambureauet forblev ved observatoriet indtil 1965. Observatoriets anseelse udadtil markeredes også af, at Strömgren var præsident for det Internationale Astronomische Gesellschaft fra 1921 til 1930. I 1946 afholdtes et internationalt møde i København, hvor fremtrædende delegerede forberedte den første IAU kongres efter 2. verdenskrig.

* De i moderne tid udviklede fysiske »frekvensnormaler« i kvartsure og atomure overgår så langt den astronomiske jordens rotationstid, i stabilitet.

Ved Bengt Strömghrens tiltrædelse som ekstraordinær og fra 1940 som ordinær professor, iværksattes undersøgelser af områder på Sjælland med henblik på oprettelse af et filialobservatorium med moderne teknisk udstyr og kikkert af moderat størrelse, som ville være ydedygtige i det danske klima. Ved Ole Rømers 300 årsdag i 1944 skænkede Carlsbergfondet en bevilling til anskaffelse af en moderne meridiankreds. Ved Tycho Brahes 400 årsdag i 1946 suppleredes beløbet op til aktuelt prisniveau, fondet gav tilsagn også om et betydeligt beløb til det kommende observatoriums hovedbygning, og der blev fra Staten givet bevilling til køb af en grund og til forberedende arkitektarbejder. I 1947 erhvervedes en gård i Brorfelde. Observatoriebakken (38 ha) forblev universitetets ejendom, medens resten frasolgtes – og den nye meridiankreds blev bestilt hos det ansete astrooptisk-tekniske firma Grubb Parsons i Newcastle. I 1952 tiltrådte finansudvalget, at en første etape af Brorfelde-observatoriet blev påbegyndt. Meridiankredsbygningen stod færdig, da kikkerten blev leveret det følgende år, og i 1955 var det mekaniske værksted samt de tre første tjenesteboliger opført. I 1957 stod hovedbygningen og den fjerde bolig færdig, i 1958 Schmidt-kikkertbygningen og i 1964 den femte og sidste bolig.

Værkstedet var dimensioneret i størrelse og maskinudstyr sådan, at de mekaniske kikkertmonteringer kunne konstrueres der – optikken måtte så leveres udefra. Hovedkonstruktionen blev Schmidt-kikkerten, der stod færdig opstillet i 1966; men desuden er der blevet bygget en række mindre kikkert med spejldiameter fra 40 til 60 cm. Den første var en 50 cm-kikkert, som blev opstillet i Brorfelde i 1958.

Udover meridiankredsen og Schmidt-kikkerten var der planlagt en tredje hovedkikkert (linseastrograf), men da man nåede hertil, var Danmark blevet medlem af organisationen ESO (European Southern Observatory) med observatorium i Chile. Hertil blev 50 cm-kikkerten flyttet i 1969 til udnyttelse for dansk astronomi med 2/3 og for ESO med 1/3 af nætterne året igennem. Statsbevillingen til den tredje Brorfelde-kikkert blev da konverteret til aktuelt prisniveau og suppleret med bevillinger fra Carlsbergfondet og Statens naturvidenskabelige Forskningsråd. En spejlkikkert med spejldiameter 1,5 m og i moderne optisk dimensionering blev konstrueret hos ovennævnte Grubb Parsons, opstillet ved ESO i Chile med driv- og kontrolsystem af nyeste klasse og udstyret med de mest moderne og ydedygtige biinstrumenter. Observationerne begyndte i 1978. Kikkerten deles med ESO med lige stor del af observationstiden til hver part.

Meridiankredsen er i løbet af de 30 år efter opstillingen blevet udnyttet til meget nøjagtige positionsbestemmelser først med fotografisk senere med fotoelektrisk registreringsteknik, hvilken sidste er direkte tilgængelig for automatisk programmering og styring samt EDB-reduktion af målingerne.

I 1979 skabte Spanien, repræsenteret ved Instituto de Astrofísica de Canaria (IAC), mulighed for, at en række lande kunne etablere observationsfaciliteter på Observatorio del Roque de los Muchachos på den kanariske ø, La Palma. Danmark tilsluttede sig det internationale samarbejde ved at flytte den fuldautomatiske meridiankreds til observatoriet, hvor den blev taget i brug i 1984. Driften af meridiankredsen vil fremover foregå i et samarbejde mellem Spanien, England og Danmark. Som led i et nordisk samarbejde vil en 2.5 m kikkert blive opstillet på La Palma fra 1988.

K. Gyldenkerne

Stab:

VIP: Antal årsværk: 22,1

Professor: H. E. Jørgensen.

Lektorer: J. Andersen, J. V. Clausen, O. H. Einicke, K. Gyldenkerne, L. Hansen, L. Helmer, B. E. Helt, E. Høg, K. T. Johansen, Å. Nordlund, B. Nordström, E. H. Olsen, H. J. Fogh Olsen, J. Otzen Petersen, P. Kjærgaard Rasmussen.

Adjunkt: J. Knude.

Civilingeniører: P. C. Hansen, R. Florentin Nielsen.

Stipendiater: G. K. Andreasen, C. V. Fabricius, G. Franco, Bo Reipurth Jensen, H. U. Nørgaard-Nielsen, C. Petersen, S. Slikhuis.

TAP: Antal årsværk: 14,6.

K. A. Augustensen, P. Bechmann, J. Christiansen, L. B. Gross, H. Hansen, R. Hansen, Å. Hansen, N. Holme, B. E. Jensen, K. S. Jensen, M. Jensen, P. B. Jensen, K. Jürs, A.-L. Kiessling, R. Kleitrup, R. Kleitrup, T. Knudsen, H. H. Larsen, N. Michaelssen, P. Nørregaard, A. Pedersen, T. Petersen, T. Søgaard.

Forskningsvirksomhed:

Ved Astronomisk Observatorium arbejdes der med astronomiske forskningsprojekter inden for et meget bredt felt. Astronomiens to hovedområder er astrometri – studiet af himmellegemernes positioner og disses ændringer med tiden – og astrofysik – studiet af himmellegemernes fysiske egenskaber. Der foregår ved instituttet en betydelig aktivitet inden for begge områder. For astrofysikkens vedkommende arbejdes der både teoretisk og observationelt, og emnerne omfatter problemstillinger i såvel vor egen galakse, Mælkevejsystemet, som i Universet uden for denne – ekstragalaktisk astronomi.

Instituttets forskningsvirksomhed er desuden karakteriseret ved en høj grad af samarbejde. For det første samarbejdes der inden for instituttet på konkrete problemstillinger ved, at forskellige forskergrupper koordineret angriber emnet fra vidt forskellige synsvinkler og således bidrager til en mere alsidig belysning af dette. For det andet udføres langt den største del af de enkelte forskningsprojekter som led i natio-

nalt og internationalt samarbejde, og disse kontakter er meget omfattende. Foruden med kolleger fra danske institutter som Astronomisk Institut ved Aarhus Universitet, Niels Bohr Institutet, NORDITA, Dansk Rumforskningsinstitut og Geodætisk Institut samarbejdes der med kolleger fra de nordiske lande, især Sverige og Finland. Men herudover samarbejdes der også med en række observatorier i medlemslandene i European Southern Observatory (ESO), herunder Belgien, Frankrig, Holland, Svejs og Tyskland, såvel som i lande uden for ESO. Blandt disse kan nævnes Brasilien, Canada, England, Japan, Kina, Mexico, Polen, Spanien og USA.

Hjørnestenen i instituttets observationelle forskning er Danmarks medlemskab af ESO. Herigennem har danske astronomer adgang til et stort, moderne bjerg-observatorium på den sydlige halvkugle på Cerro La Silla, Chile. Derfra kan man udforske dele af Universet, der ikke kan observeres fra Danmark, fx Mælkevejssystemets centrum eller dettes satellitgalakser, de Magellanske Skyer. Herudover er der ved ESO adgang til teleskoper med op til 3.6 m diameter og til observationsinstrumenter, der teknisk og økonomisk langt overstiger vore egne kræfter. Hertil kommer et fremragende klima med exceptionelt gode observationsbetingelser. En mangedobling af det forskningsmæssige udbytte af ESO-medlemskabet (Danmarks andel i ESO er kun ca. 3 %) er opnået ved placeringen af Københavns Universitets egne 1.5 m og 50 cm kikkerter ved ESO. Adgangen til rimelige mængder observationstid på moderne kikkerter i et godt klima er en helt afgørende forudsætning for en stor del af instituttets forskning.

Ved en række forskningsprojekter er der behov for tilsvarende faciliteter på den nordlige halvkugle. Her har man adgang til observatorier i Frankrig, Mexico, Spanien og USA, til dels som led i samarbejdsaftaler om gennemførelse af større forskningsprojekter. På længere sigt er en fast etablering dog at foretrække. Den er opnået ved Danmarks deltagelse i det internationale observatorium Roque de los Muchachos på den kanariske ø La Palma, hvor Brorfelde observatoriets meridiankreds nu er i fuld aktivitet (se nedenfor). Herudover får man efter aftalerne en vis adgang til at benytte de større, hovedsagelig engelske, teleskoper til astrofysiske observationer.

Danske og øvrige nordiske astronomers fremtidige forskningsmuligheder på nordhimlen vil herudover forbedres betydeligt, når det Nordiske Optiske Teleskop (NOT) med en spejldiameter på 2.5 m opstilles på La Palma-observatoriet, efter planen i 1988. Projektets organisation er nærmere beskrevet i årbog for 1984.

Observationsaktiviteten ved Astronomisk Observatorium er imidlertid ikke begrænset til jordbaserede teleskoper. Observationer i bølgelængdeområder uden for det synlige, dvs. i radioområdet, i det infrarøde og i ultraviolet-, røntgen- og gammastråleområder-

ne, belyser fysiske betingelser og processer, der ofte på afgørende vis bidrager til forståelsen af de studerede objekter. Bortset fra radioområdet foretages disse observationer fra satellitter, og adskillige forskningsprojekter ved instituttet er baseret på eller inddrager data fra satellitter, oftest således at satellitobservationerne kompletteres med nøjagtige observationer udført med instituttets egne eller med ESO's kikkerter i Chile. Danmarks medlemskab af European Space Agency (ESA) er den afgørende forudsætning for adgangen til at udføre satellitobservationer. Hertil kommer, at flere medarbejdere ved instituttet har kunnet aflønnes af ESA-følgeforskningsmidlerne til rumforskningsprojekter. Forskningsprojekter udført af instituttets medarbejdere omfatter observationer med IUE, EXOSAT og IRAS-satellitterne, og der deltages endvidere i planlægningen af den astrometriske satellit HIPPARCOS og af programmer hertil. Endelig er der bevilget tid til flere forskningsprojekter på det 2.4 m store rumteleskop (Space Telescope), der opsendes i 1988 og forventes at bringe revolutionerende fremskridt inden for flere astronomiske forskningsfelter. Et EDB-anlæg til bl.a. billedbehandling i forbindelse med disse projekter blev installeret i 1984 (se årbog 1984) og er videre udbygget i 1985/86.

Efter ovenstående generelle oversigt over rammerne for instituttets forskningsaktiviteter skal der i det følgende kort redegøres for status og udvikling vedrørende instituttets observationsinstrumenter, dvs. 1.5 m og 50 cm teleskoperne ved ESO, La Silla, Chile, meridiankredsen ved Roque de los Muchachos observatoriet, La Palma, og Schmidt-teleskopet og de fotometriske teleskoper i Brorfelde. Herefter vil de enkelte forskningsprojekter blive omtalt, grupperet efter hovedemnerne. For såvel instrumentelle udviklingsprojekter som for hovedparten af de astronomiske forskningsprojekter gælder, at de planlægges og udføres langsigtet, dvs. over perioder på flere år. Nærværende beretning vil kun nærmere beskrive de nye projekter, der er taget op i 1986. For øvrige projekters vedkommende vil der blot blive redegjort for status og resultater opnået i årets løb, mens der henvises til tidligere årbøger for fyldigere beskrivelser af projekterne.

1.1 1.5 m teleskopet

Instrumentet har været i rutinemæssig drift i hele 1986. Den tilgængelige observationstid er fortsat fuldt besat. I de mørke perioder er der hovedsagelig observérl med CCD-kameraet. De månelyse perioder er især anvendt til fotometri og til radialhastighedsobservationer med specialinstrumentet CORAVEL. 1.5 m teleskopet har igennem hele året fungeret med bemærkelsesværdigt få tekniske forstyrrelser.

Det kombinerede uvby og $H\beta$ fotometer med dets mikroprocessor baserede dataopsamlings- og datareduktionssystem er blevet installeret og afprøvet på teleskopet.

Nye optiske prøver udført af ESO's teknikere har fastslået, at 1.5 m teleskopets billedkvalitet kan forbedres yderligere en smule ved at flytte kikkertens brændplan 116 mm. Observationer med CCD-kamera på nætter med særlig lav atmosfærisk lufturo vil kunne drage fordel af denne forbedring. Det studeres for tiden, hvorledes ændringen kan udføres (P. Bechmann, R. Florentin Nielsen, H. H. Larsen, P. Nørregaard).

1.2 50 cm teleskopet

Som nævnt i tidligere årbøger er dette teleskop under fuld kontrol af et i Brorfelde udviklet mikrocomputer-system. Dette har også i 1986 fungeret problemfrit og til observatørernes fulde tilfredshed.

Et programmel, som gør det muligt at observere fuldautomatisk med fotoelektrisk fotometri på 50 cm teleskopet, er under udvikling. Til det eksisterende kikkertindstillingssystem er udviklet en autocentreringsanordning, således at teleskopet selv kan finde og observere stjernerne fra en liste. En foreløbig reduktion af observationsdataene er også forudset. Dette nye system skal tages i drift i Chile i 1987 (P. Bechmann, R. Florentin Nielsen, H. H. Larsen, P. Nørregaard).

1.3 Meridiankredsen

»Carlsberg Automatic Meridian Circle« (CAMC) har været i rutinemæssig drift på La Palma hele året. Drift og vedligeholdelse uden teknisk personale fast på stedet har fungeret tilfredsstillende; kun i et par tilfælde har det været nødvendigt at sende assistance fra Danmark for at reparere fejl.

I starten af året ændredes software, hvorved effektiviteten øgedes betydeligt. Samtidig blev et batteridrevet nødstrømsanlæg taget i brug. Disse ændringer har i høj grad medvirket til at gøre 1986 til et nyt rekordår.

Der er opnået ca. 140.000 stjerneobservationer, og 20.000 programstjerner er færdigobserverede. Der foreligger endvidere ca. 3000 observationer af mere end 50 større og mindre planeter.

Observationerne fra 1985 er færdigdiskuteret, og et katalog med positioner for 10.718 programstjerner og 1785 observationer af 14 planeter er udsendt som andet bind i en særlig publikationsserie. For enkelt observationer er zenit-middelfejlene bestemt til 0."190, 0."184 og 0."057 i henholdsvis rektascension, deklination og størrelsesklasse. For størsteparten af programstjernerne er forbedrede egenbevægelser udledt, med typiske middelfejl på 0."003 per år. Da de ved instrumentet automatisk indsamlede data om billedkvalitet, ekstinktion og talrige meteorologiske parametre er af betydelig interesse for en bred brugerkræds, publiceres disse halvårligt, første og andet bind for 1985 samt første bind dækkende januar – juli 1986 er udsendt i 1986.

Midt på året iværksattes et program til overvågning

af instrumentets azimut ved observationer af meget polnære stjerner. Programmet blev udvidet i efteråret, hvor et azimutmærke 50 m nord for kikkerten blev taget i brug. De første resultater fra såvel de polnære stjerner (polarissimae) som fra det nye nordlige og det forrige år opstillede sydlige azimutmærke er meget lovende og de målte værdier påføres under reduktionerne. Det endelige mål er at gøre bestemmelsen af instrumentets opførsel uafhængig af observation af stjerner.

Midt i 1986 påbegyndtes konstruktionen af et nyt passagemikrometer. Det er et helt nyt design og det forventes at have en bedre holdbarhed, samt forbedret nøjagtighed. Mikrometret forventes monteret på meridiankredsen sidst i 1987.

De igangværende observationsprogrammer omfatter 36.000 internationale referencestjerner, 11.000 referencestjerner i omegnen af ca. 300 standardradiokiloder, 10.000 F-stjerner inden for 100 parsecs afstand, 6000 stjerner i OB associationer, 3500 stjerner til HIP-PARCOS-satellitten, samt en række mindre projekter. A. O. deltager i arbejdet under Den Internationale Astronomiske Unions Kommission 8, med opstillingen af et nyt internationalt referencenet af stjerner med visuel størrelse mellem 11 og 12 (K. Augustesen, O. H. Einicke, C. Fabricius, L. Helmer (projektleder), B. E. Jensen, K. S. Jensen, P. B. Jensen, T. Knudsen).

1.4 Schmidt-teleskopet og 25 og 40 cm teleskoperne i Brorfelde

Teleskoperne i Brorfelde er fortsat i regelmæssig drift. Schmidt-kikkerten anvendes både til fotometriske observationer ved ekstragalaktiske programmer og til astrometriske observationer bl.a. af objekter i solsystemet samt til eftersøgning af supernovae i Virgo galaksehoben. De mindre kikkerter anvendes til en række fotometriske programmer. Der har i denne forbindelse manifesteret sig stor interesse fra 1. dels studerende for at udføre øvelsesopgaver, bl.a. inden for fotometri, med teleskoperne i Brorfelde. 25 cm teleskopet anvendes til fotometri af variable stjerner. Københavns Folkeuniversitet har herunder også benyttet dette teleskop (K. Augustesen, J. V. Clausen, R. Florentin Nielsen, K. Gyldenkerne, P. Jensen).

2. Ekstragalaktisk forskning

I en række forskningsprojekter studeres selve Universets struktur, udstrækning og udvikling (kosmologi), såvel som fænomener i fjerne galaksehobe og enkeltgalakser. Det følgende afsnit behandler disse projekter.

2.1 Dobbeltkvasaren QSO 0957+561 A,B er formentlig et dobbelt billede af een og samme kvasar dannet af en gravitationel linse. Observationerne med Schmidt-teleskopet i Brorfelde er videreført for at opnå en sikrere bestemmelse af tidsforskellen mellem de to lysveje. Hurtige lysvariationer synes at forekomme i

de to billeder. Der er påbegyndt undersøgelse af, om effekten kan skyldes »mikro-linsning«, en linseffekt, som forårsages af små objekter, fx stjerner, i den galakse der ligger mellem kvasaren og os. Konklusionen vedr. Hubbleparameteren er uændret $77 \text{ km s}^{-1} \text{ Mpc}^{-1}$ (K. Augustesen, R. Florentin Nielsen).

2.2 Bestemmelse af vinkeldiameter for elliptiske galakser ved overfladefotometri er fortsat. Nye CCD observationer er foretaget med 1.5 m teleskopet, og programmet for lokal billedbehandling baseret på en Amiga regnemaskine er under udvikling (K. T. Johansen, R. Florentin Nielsen i samarbejde med J. Teuber, NBI).

2.3 Der er startet eftersøgning og fotometri af supernovae i Virgo galaksehoben. En »prediscovery lyskurve« er fundet for en supernova (R. Florentin Nielsen).

2.4 Det danske 1.5 m teleskop har vist sig at give en fremragende billedkvalitet, der ofte overgår den, der almindeligvis opnås ved langt større teleskoper. Denne egenskab udnyttes i et nystartet projekt, der har til formål at finde supernovae i meget fjerne (4-7 milliarder lysår) galaksehobe. Ved at gentage observationer af samme felt med ca. en måneds mellemrum kan supernovae detekteres ned til omkring 24. størrelsesklasse. Til sammenligning af optagelserne er der udviklet software baseret på ESO's billedbehandlings-system, IHAP. Der samarbejdes med britiske astronomer, som med teleskoper på De Kanariske Øer og i Australien vil kunne tage spektra af supernovae klarere end 22. størrelsesklasse. Til sin tid vil Space Telescope kunne følge en supernovas lyskurve ned til 26. størrelsesklasse. Fjerne supernovae af type I er af største vigtighed for kosmologien, bl.a. til at bestemme om Universet er åbent eller lukket. Endnu er der ikke fundet supernovae, men det er demonstreret, at metoden virker. Der er imidlertid fundet en række variable objekter, der formodentlig er lyssvage kvasarer (H. U. Nørgaard-Nielsen, L. Hansen og H. E. Jørgensen i samarbejde med R. Ellis og W. Couch, Durham).

2.5 Mange galaksehobe indeholder en 10-100 millioner grader varm gas, der udsender røntgenstråling. I hobens centrum, hvor der ofte forekommer en dominerende galakse, afkøler udstrålingen gassen hurtigt nok til, at man må forvente tilstedeværelsen af koldere gas-faser. Den afkølede gas' skæbne har gennem flere år været studeret under brug af en række teleskoper og satellitter. I 1986 er infrarøde målinger fra satellitten IRAS blevet inddraget i diskussionen og har ført til usikkerhed vedrørende den almindeligt antagne forklaring på den infrarøde stråling fra elliptiske galakser, som værende varmestråling fra interstellare støvpartikler, der opvarmes af stjernelys. Nye modeller og ob-

servationer synes påkrævet for at afgøre problemet (H. U. Nørgaard-Nielsen, L. Hansen og H. E. Jørgensen i samarbejde med T. de Jong, Amsterdam).

2.6 Det danske 1.5 m teleskops ypperlige billedkvalitet søges udnyttet til et studium af supernova-rester. De lysende, ekspanderende gasskyer efter en supernova-eksplosion indeholder områder, der i de bedste billeder ses som lysende punkter. Bevægelse af disse punkter vil kunne iagttages efter nogle få år. Prøveoptagelser af resten efter Keplers supernova viser tydelige ændringer sammenlignet med 10 år gamle optagelser. Røntgenstrålingen fra supernova-rester vil blive studeret vha. kommende satellit-eksperimenter og sammenholdt med jord-baserede observationer (H. U. Nørgaard-Nielsen, L. Hansen og H. E. Jørgensen i samarbejde med N.J. Westergaard, F.E. Christensen og H.W. Schnopper, Dansk Rumforskningsinstitut).

2.7 En gennemmønstring af udvalgte felter på himlen for dybtgående eftersøgning af kvasarer er fortsat. Formålet med undersøgelsen er at søge efter en evt. asymmetri (K. Gyldenkerne i samarbejde med britiske kolleger).

2.8 Detaljerede morfologiske og kinematiske undersøgelser af relativt nære udstrakte aktive galakser på sydhimlen udføres med den danske 1.5 m kikkert. Til bestemmelse af hastighedsfordelingen suppleres de med observationer med ESO's 3.5 m og den engelsk-australske 3.8 m kikkert (K. Gyldenkerne i samarbejde med D. Axon og K. Taylor, England).

2.9 Oprindelsen af det ultraviolette lys af dværgellipsen M32 og kæmpeellipserne NGC 4472 og NGC 4649 undersøges vha. spektrumsynteseteknik i hele spektralområdet fra 1500 Å til $2.3 \mu\text{m}$. Hovedresultaterne er: For M32 kan det ultraviolette lys forklares fra udviklede blå stjerner fra en mindre, metalfattig komponent (ca. 5 %) af galaksen. For gigantellipserne er en sådan forklaring ikke mulig, heller ikke udviklede blå stjerner fra den dominerende metalrige population kan forklare uv-lyset.

Den mest sandsynlige forklaring er en pågående dannelse af unge stjerner i form af spredte udbrud af stjernedannelse. Forskellen mellem spektrene af NGC 4472 og NGC 4649 forklares ved, at det seneste udbrud af stjernedannelse er yngre for NGC 4649. Denne effekt har betydning for diskussion af ændringen i tiden af elliptiske galakser fysiske egenskaber (P. Kjærgaard Rasmussen).

2.10 Ved hjælp af CCD optagelser i smalle filtre, med den danske 1.5 m, søges efter kvasarer og galakser i nærheden af kendte kvasarer med høj rødforskydning (større end 3.0). Formålet med projektet er dels at fin-

de (og studere) galakser med meget høj rødforskydning (og dermed meget unge galakser), og dels at studere klumpningen af kvasarer med stor rødforskydning.

Foreløbig er optagelser i 10 felter blevet påbegyndt. Een meget spændende kandidat er indtil nu blevet fundet. Det drejer sig om et udstrakt objekt med en størrelsesklasse på 19.1 i Ly α filtret, og en størrelsesklasse på 21.1 i kontinuumfiltret. Hvis den linie vi måler er Ly α , så har galaksen en rødforskydning på ca. 3.2, det er imidlertid også muligt, at linien kan være en af de øvrige stærke emissionslinier, og i så fald kan rødforskydningen være 0.04 og 2.4. Det drejer sig under alle omstændigheder om en galakse med en exceptionel stærk linieemission. Projektet forventes fortsat i 1987 og 1988, således at størstedelen af alle kendte kvasarer med stor rødforskydning vil blive observeret (P. Kjærgaard Rasmussen, Palle Møller).

3. De Magellanske Skyer

De to Magellanske Skyer er dværggalakser, der bevæger sig i baner omkring vor egen galakse, Mælkevejsystemet. Som de nærmeste galakser uden for vor egen indtager de en nøglestilling, idet enkeltstjerner af mange forskellige typer relativt let kan observeres, også med det danske 1.5 m teleskop. Projekter vedrørende de Magellanske Skyer samles derfor her i et særligt afsnit.

3.1 Stjernehode i den Store Magellanske Sky (LMC) studeres ved elektronografiske observationer med henblik på en forbedret afstandsbestemmelse (se tidligere årbøger). Det detaljerede farve-lysstyrke diagram for de gamle hobe NGC 2210 og NGC 1841 er publiceret, hhv. indsendt til publikation. For sidstnævnte hob viser en grundigere diskussion af den interstellare rødfarvning, at den næppe som hidtil antaget ligger væsentligt fjernere end LMC, men sandsynligvis i samme afstand som de andre hobe; dette forklarer en række inkonsistenser i tidligere observationer. For den unge hob NGC 1866 er en grundig reduktion af det store observationsmateriale afsluttet; hobe afstand kan herefter bestemmes. En observationsperiode i januar gav et skuffende resultat pga. problemer med de anvendte emulsioner, men en serie observationer blev optaget til bestemmelse af perioderne for de tidligere opagede Cepheidevariable i NGC 1866 (Årbog 1985) (J. Andersen og stud. scient. J. Storm i samarbejde med A. Blacha, Genève, og M. F. Walker, Lick Observatory, USA).

3.2 Observationerne af Cepheidevariable i de Magellanske Skyer er fortsat med radialhastighedsinstrumentet CORAVEL til komplettering af radialhastighedskurver for langperiodiske variable og dobbeltstjerner (J. Andersen og B. Nordström i samarbejde med den øvrige CORAVEL-gruppe: M. Mayor og G. Burki, Genève; M. Imbert, E. Maurice og L. Pré-

vot, Marseille; A. Ardeberg, Lund, og H. Lindgren, ESO).

3.3 Et katalog over nøjagtige radialhastighedsmålinger med CORAVEL for 232 røde superkæmpestjerner i den Lille Magellanske Sky er publiceret. Analyse af resultaterne er påbegyndt i Marseille. (J. Andersen, B. Nordström i samarbejde med ovennævnte CORAVEL-gruppe).

4. Mælkevejsystemets struktur og udvikling

Vor egen galakse, Mælkevejsystemet, er prøvestenen for alle teorier vedrørende galaksernes dannelse og kemiske og dynamiske udvikling. Kun i Mælkevejsystemet kan vi bestemme masse, alder, detaljeret kemisk sammensætning, rumlig fordeling og bevægelsesforhold for enkeltstjerner af alle typer. Observation af disse parametre og korrelationer mellem dem er målet for en række omfattende, langsigtede forskningsprojekter foreslået og koordineret af prof. B. Strömberg (nærmere beskrevet i tidligere årbøger).

4.1 Der findes kun ret få fundamentale observationsmæssige bånd på teorierne for vort Mælkevejsystems udvikling. Et af de vigtigste bånd er fordelingen af tungere grundstoffer i stjernetyper, der udvikler sig så langsomt, at de kan eksistere i det væsentlige uændret i hele Mælkevejsystemets levetid. Denne fordeling er meget dårligt kendt, men er alligevel blevet brugt til at tilbagevise adskillige udviklingsmodeller. Det er projektets *formål* at etablere et stort, komplet, fotometrisk defineret katalog bestående af G- og K-dværgstjerner. Disse stjerner er meget velegnede til at bestemme fordelingen af tungere grundstoffer, og dette kan gøres alene på grundlag af den såkaldte *uvby* fotometri. Kataloget vil være praktisk talt uden udvælgelseeffekter, dvs. systematiske mangler og »skævheder« forårsaget af den måde, hvorpå stjernerne er blevet udvalgt. Alle tidligere bestemmelser af den omtalte fordeling indeholder, mere eller mindre sikre, korrektioner for sådanne udvælgelseeffekter.

Observationsprogrammet omfatter ca. 10.000 G-stjerner, hvoraf ca. 25 % forventes at være G-dværgen for 100 lysår. De første resultater antyder, at væsentlige ændringer i den omtalte grundstoffordeling vil blive resultatet af undersøgelsen.

Nordhimlen og halvdelen af sydhimlen blev observeret i 1984/5. I oktober 1986 forsøgt det at færdigobservere sydhimlen, men på grund af vejrforholdene på La Silla mislykkedes det, så endnu en observationskampagne vil være nødvendig. Alle 10.000 G-stjerner er blevet optaget på meridiankredsens observationsprogram med henblik på forbedring af egenbevægelserne (E. H. Olsen).

4.2 En undersøgelse af metallfattige F-stjerner er videreført. Projektets formål er at undersøge sammenhæn-

gen mellem grundstofindhold, alder og bevægelsesforhold for et komplet udvalg af stjerner inden for 300 lys-år. En stjernes kemiske overfladesammensætning og visse baneparametre bevares og indeholder derfor oplysninger om forholdene på det sted og til den tid, da stjernen blev dannet. Vigtig information om det interstellare stofs egenskaber tidligt i vort Mælkevejssystemets historie kan derved uddrages. I 1986 er observationer af radialhastigheder blevet fortsat, bestemmelse af stjernernes individuelle rødfarvning er blevet væsentligt forbedret, og aldre for ca. 4500 stjerner er blevet beregnet (E. H. Olsen i samarbejde med B. Strömberg).

4.3 Et projekt til bestemmelse af rumhastigheder for omkring 3000 F-stjerner over hele himlen med kendte aldre og metalindhold er tidligere omtalt (årbog 1984-85). Pga. dårligt vejr afsluttedes observationerne mod forventning ikke i 1986; dette ventes nu at ske først i 1987. Observation af de tidligere, hurtigt roterende stjerner, der ikke kan observeres med CORAVEL, er indledt ved Oak Ridge Observatory, USA (J. Andersen, B. Nordström, E. H. Olsen i samarbejde med CORAVEL-gruppen og D. W. Latham, Cambridge, USA).

4.4 Detaljerede undersøgelser af et stort antal stjerner i området omkring den nordlige galaktiske pol er fortsat. De særligt interessante stjerner med lavt metalindhold (10-1000 gange mindre end Solens, ca. 600 i alt) er genobserveret for at bekræfte deres lave indhold af tunge grundstoffer.

En undergruppe med metalindhold omkring solværdien ($\pm 50\%$) er udvalgt til studier af relationerne mellem aldre, metalindhold og bevægelsesforhold. Et overraskende resultat er, at der findes stjerner med solsammensætning, som er mere end dobbelt så gamle som Solen. En analyse af den tidlige udvikling i hastighedsdispersionen i Mælkevejssystemets symmetriplan giver informationer, som kan benyttes til at diskutere de fysiske mekanismer, der forårsager ændringen i bevægelsestilstanden. Relaksationstiden for de udvalgte stjerner nær den galaktiske pol synes at være en faktor 5 større end den, der er bestemt for B- og A-stjerner (J. Knude i samarbejde med B. Strömberg, H. H. Schnedler Nielsen og M. Winther, Århus).

4.5 De kinematiske data for en undergruppe på 2359 stjerner antyder så interessante resultater vedr. hastighedsfordelingen, at det kinematiske program fortsætter med en udvidelse af databasen ved bestemmelse af egenbevægelser for endnu nogle tusinde stjerner (sammen med meridiankredsafdelingen) samt med radialhastighedsmålinger for udvalgte grupper, der således får komplette rumhastigheder (J. Knude sammen med J. Andersen og B. Nordström).

4.6 Den stærkt øgede nøjagtighed ved radialhastighedsbestemmelser for stjerner har gjort det hidtidige, internationale system af standardstjerner helt utilstrækkeligt; de forfinede analyser, der nu er mulige, kræver et langt mere konsistent og velkalibreret grundlag. Et systematisk revisions- og genobservationsprogram er iværksat (J. Andersen i samarbejde med en arbejdsgruppe under IAU).

5. *Det interstellare stof*

En vigtig komponent i Mælkevejssystemet udgøres af stoffet mellem stjernerne – det interstellare stof. Dette består af skyer af gas og støv, som i disse år studeres intensivt med radioteleskoper og satellitter. Disse metoder giver mange værdifulde oplysninger, men afstanden til de enkelte skyer kan ikke bestemmes. Dette kan imidlertid ske ved observation af et finmasket, tredimensionalt netværk af stjerner, hvis afstand kan bestemmes individuelt ved fotometriske observationer, fx i uvbyß-systemet. Samtidig fås oplysning om interstellar rødfarvning (farveexces) og absorption (extinktion) for de enkelte stjerner.

5.1 Under studiet af B-, A- og F-stjerner i et udvalgt lille felt mod Mælkevejssystemets centrum udviste de observerede farver egenskaber, der kunne tyde på eksistensen af en lokal stofskive med stor tæthed og udstrækning mindre end 100 lysår. Voluminet på skivens bagside har meget lav tæthed, og dette område strækker sig over mange hundrede lysår. Boblens totale udstrækning søges nu bestemt ud fra detaljerede observationer i et net af udvalgte arealer (J. Knude).

5.2 Eksistensen af boblen er interessant for udbredelsen af den ioniserende stråling. Med den lave tæthed kan selv fjerne O- og B-stjerner påvirke interstellare småskyer. Der er optaget vidvinkel CCD felter i Balmer- og svovllinier centreret på en stjerne med kraftig ultraviolet stråling for at studere boblens dimensioner også på denne måde (B. Reipurth Jensen, J. Knude).

5.3 Tilsvarende optagelser er foretaget i feltet med røntgenkilden Sco X-1 for her at bekræfte eksistensen af voluminet med den lave tæthed samt at undersøge effekten af en kraftig ultraviolet kildes passage inden for ca. 500.000 år. CCD optagelser er tillige yderst anvendelige til at studere morfologien af både emitterende og absorberende områder (J. Knude).

5.4 Umiddelbart forventes en sammenhæng mellem støvtætheden og styrken af infrarød emission ved 100 μm observeret med IRAS-satellitten. For et område omkring galaksens nordlige pol er der foretaget en første grov sammenligning. Fortolkningen af resultaterne er endnu usikker og undersøgelsen fortsættes (J. Knude og C. de Vries, Leiden).

6. Dobbelstjerner

Dobbelstjernesystemer er interessante fra to synsvinkler: I systemer, hvor komponenterne ikke påvirker hinandens udvikling, kan man nøjagtigt bestemme sådanne fundamentale parametre for normale stjerner, som er utilgængelige for observation i enkeltstjerner, først og fremmest stjernernes masse. Hvis stjernerne derimod er tilstrækkeligt tæt på hinanden, vil deres udvikling ændres radikalt i forhold til enkeltstjerner, og helt nye, ofte ekstreme fænomener observeres (røntgenkilder, neutronstjerner, sorte huller (?...)).

6.1 Et flerårigt projekt, hvor formørkelsesvariable dobbeltstjerner med velegnede spektre benyttes til nøjagtige, fundamentale bestemmelser af stjernemasser, radier og overfladetemperaturer til sammenligning med teoretiske stjernemodelberegninger, er løbende omtalt i årbog for 1985 og tidligere år.

I 1986 er der udkommet eller indsendt publikationer med en komplet fotometrisk og spektroskopisk analyse af TZ Men, en fotometrisk analyse af V 451 Oph og en spektroskopisk analyse af V 1143 Cyg. Kombinerede fotometriske og spektroskopiske analyser af EM Car og GG Lup og AI Phe er næsten afsluttede. CORAVEL-observationerne af det vigtige system AI Phe (F + G kæmpestjerner) danner basis for en massebestemmelse af exceptionel nøjagtighed (0.3%), der kuldaster tidligere resultater vedrørende stjernens alder og kemiske sammensætning. Supplerende spektroskopiske observationer af det lignende system TZ For er under udførelse ved McDonald-observatoriet, Texas. Fotometriske analyser af AG Per og CW Cep er endvidere langt fremskredne. Gode masseforhold og rimelige skøn over totalmasser er bestemt for AC Vel, BF Cen og LZ Cen. Der foreligger komplette uvby lyskurver for disse systemer, og analysen af LZ Cen er indledt. En gennemgang af samtlige foreliggende minimumstidspunkter for V 701 Sco har vist, at man endnu ikke med sikkerhed kan afgøre om omløbsperioden ændres, hvilket ville kunne fortolkes som masseoverførsel. Yderligere observationer er planlagt for 1987. Der er endvidere planlagt observationer af AS Vel, NSV 5783 og en række potentielle G-K hovedseriesystemer.

Adskillige af ovennævnte systemer udviser apside-drejning, der giver oplysning om stjernernes indre struktur. Af særlig interesse er en nylig påvist, mulig modstrid med den generelle relativitetsteoris forudsigelser. Blandt de undersøgte systemer er V 1143 Cyg velegnet, men selv en betydelig forbedret bestemmelse er utilstrækkelig til at sondre mellem de forskellige teorier. Yderligere undersøgelser er i gang. For AG Per har en ny analysemetode fjernet en tidligere påvist forskel mellem den observerede og den teoretisk forudsagte tæthedskoncentration (J. Andersen, J. V. Clausen, B. E. Helt, B. Nordstrøm i samarbejde med

J. M. Garcia og A. Giménez, Madrid, J. Tomkin, McDonald, Texas og L. P. R. Vaz, Belo Horizonte, Brasilien).

6.2 Observationer af HD 133822 er færdiganalyseret. Stjernerne formørker ikke hinanden, men der er fundet variationer i det modtagne lys. Der er foretaget udmåling af coude-spektre af 3 O-type dobbeltstjerner med ellipsoidiske lysvariationer (J. Andersen, B. E. Helt).

6.3 Visse dobbeltstjerner udveksler masse under deres udvikling, og et hovedspørgsmål er, hvor meget masse der herunder helt forsvinder fra systemet. I W Serpentis stjernerne kan denne proces observeres direkte, herunder i SX Cas og RX Cas, der som måske de eneste frembyder mulighed for at bestemme komponenternes masser og radier. Nye radialhastighedskurver for SX Cas, observeret med CORAVEL, er kombineret med beregninger af gasstrømmenes bevægelser i systemet og af komponenternes dimensioner. En konsistent model for systemets udvikling er opstillet og en artikel under færdiggørelse (J. Andersen, B. Nordstrøm i samarbejde med M. Mayor, Genève, og R. Polidan, Tucson).

6.4 Radialhastighedsobservationer med CORAVEL for den klare, nære G-stjerne HR 6094 er anvendt til undersøgelse af gravitationel rødforskydning og strukturen af den stellare vind for stjernens visuelle ledsager, en hvid dværg (J. Andersen i samarbejde med J. Holberg, Tucson, og F. Bruhweiler, Washington).

6.5 HR 5999 er en ganske nyligt dannet A-stjerne på sydhimlen (måske kun 500.000 år gammel). Den danner et dobbeltstjernesystem sammen med den kemisk set yderst abnorme B-stjerne HR 6000 (se årbog for 1983). Et hovedpunkt i forståelsen af stjernens natur er spørgsmålet, om den kan være en dobbeltstjerne. Til undersøgelse heraf er udmålt ca. 50 coudespektre optaget ved ESO 1975-85 og radialhastigheder er bestemt separat for stjernen selv og for den omgivende gassky. Disse hastigheder viser reelle variationer, som kan skyldes en banebevægelse (J. Andersen, B. Nordstrøm i samarbejde med H. R. E. Tjin A Dje, Amsterdam).

6.6 Observationer af spektroskopiske dobbeltstjerner i åbne, galaktiske stjernehaube på sydhimlen er fortsat med henblik på bestemmelse af perioder (måneder, år) og baner for disse; den periode, hvor banerne går fra at være elliptiske til at blive cirkulære, er et mål for hobens alder (J. Andersen, J. V. Clausen, B. Nordstrøm i samarbejde med M. Mayor og J. C. Mermilliod, Genève).

6.7 Forekomsten af dobbeltstjerner er af afgørende

betydning for den dynamiske udvikling af kugleformede stjernehober (mulig kollaps af hobernes centrale dele); men yderst få dobbeltstjerner er rent faktisk opdaget. Systematisk eftersøgning af dobbeltstjerner i den sydlige kuglehob Omega Centauri foretages ved regelmæssige observationer med CORAVEL (J. Andersen, B. Nordström i samarbejde med M. Mayor og G. Maylan, Genève).

6.8 Data for strukturkonstanter i et omfattende sæt af teoretiske stjernemodeller, der tidligere er publiceret af P. M. Hejlesen, er systematiseret og publiceret. Disse data giver teoretisk forudsagte apsidedrejninger, som ved sammenligning med de ovenfor omtalte observationelt bestemte apsidedrejninger tillader afprøvning af de teoretiske modeller. (P. M. Hejlesen i samarbejde med J. V. Clausen og A. Giménez, Madrid).

7. Pulsationsvariable stjerner

Pulsationsfænomener er en vigtig nøgle til forståelsen af stjerners indre struktur og er herudover korreleret med væsentlige fysiske parametre som fx stjernernes masse og absolutte lysstyrke. I de sidste år har en matematisk metode, såkaldt Fourieranalyse, fået stigende betydning ved diskussion af observerede lyskurver (se også årbog 1983-1985); og de følgende undersøgelser er alle baseret på Fouriermetoden. Den store fordel ved denne metode er, at formen af lyskurver her beskrives ved kvantitative Fourierparametre, medens man tidligere har anvendt kvalitative beskrivelser, fx angivet om den opadstigende gren af en lyskurve er mere eller mindre stejl.

7.1 Det er vist, at relativt simple beregninger kan give en bestemmelse af de optimale Fourierparametre for en given lyskurve; og formler, som tillader en præcis vurdering af nøjagtigheden af individuelle Fourierparametre er udledt. Ved systematisk anvendelse af disse metoder er det muligt at udnytte en hel del værdifuldt observationsmateriale, der er publiceret i den astronomiske litteratur (J. Otzen Petersen).

7.2 En analyse af Fourierparametre for type II Cepheider med perioder 1-3 døgn (årbog 1985) er videreført ved udnyttelse af et nyt sæt Fourierparametre, som giver større nøjagtighed og en mere sikker fortolkning af resultaterne. Her har et omstridt spørgsmål været om type II Cepheiderne udgør en homogen gruppe eller består af flere undergrupper, fx med forskellig masse. Vore resultater stemmer bedst med den simple forestilling, at disse stjerner udgør en homogen gruppe med (næsten) samme masse (G. Kjærgaard Andreasen, J. Otzen Petersen).

7.3 Det bedste og mest omfattende observationsmateriale for klassiske Cepheider i den Store Magellanske

Sky er fotografisk bestemte lyskurver for 165 Cepheider, hver med 30-40 observationer, som er publiceret af Wayman, Stift og Butler i 1984. Fourierparametre for disse kurver er diskuteret under hensyntagen til individuelt beregnede usikkerheder. Af særlig interesse er en sammenligning med Cepheider i Mælkevejsystemet. Det er vist, at det store flertal af Cepheider i de to galakser har næsten identiske pulsationsegenskaber, selv om periodefordelingen er meget forskellig, idet den Store Magellanske Sky indeholder forholdsvis mange flere Cepheider med perioder mindre end 4 døgn end Mælkevejsystemet. Specielt for disse variable giver den nye analyse et forbedret kendskab til pulsationsegenskaberne. En lignende undersøgelse af Cepheider i den Lille Magellanske Sky er startet (G. Kjærgaard Andreasen, J. Otzen Petersen).

7.4 I Mælkevejsystemet kendes et dusin Cepheider, som svinger i grundsvingningen og første overtone samtidigt. Disse dobbeltperiodiske Cepheider har været diskuteret intenst i litteraturen gennem 15 år, fordi de observerede perioder øjensynligt kun kan forklares, hvis man antager en anden tæthedsfordeling i de ydre lag af disse stjerner end den, som alle normale stjernemodeller giver. I mange år har det været kendt, at de Magellanske Skyer burde indeholde omkring 100 dobbeltperiodiske Cepheider, hvis forholdet mellem antallet af disse stjerner og normale Cepheider var det samme dér som i Mælkevejsystemet. Men indtil nu er ingen publiceret i litteraturen.

De ovennævnte 165 lyskurver er blevet anvendt til at søge efter dobbeltperiodiske Cepheider i den Store Magellanske Sky. Ved anvendelse af moderne statistiske metoder, baseret på Fourieranalyser med to perioder samtidigt, er det lykkedes at opdage 3 stjerner, som opfører sig helt som forventet for dobbeltperiodiske Cepheider. Udover disse 3 sikre opdagelser er der fundet ca. 15 kandidater, som kræver forbedrede observationsdata til en sikker diskussion (G. Kjærgaard Andreasen).

8. Stjerneatmosfæreberegninger

En serie forskningsprojekter behandler numerisk simulering af Solens og andre stjerners atmosfærer. Simuleringerne udføres i tre dimensioner med beregning af det tidlige forløb. I de mest realistiske tilfælde inkluderer beskrivelsen simultan hydro- og magnetohydrodynamisk behandling af konvektionsbevægelserne, strålingstransport, tilstandsligning m.m. Til sammenligning med observationerne beregnes spektrallinieprofiler, der tillader diagnose af hastighedsfeltet og magnetfeltet i stjerners atmosfære. De meget omfattende numeriske beregninger udføres på udenlandske vektorprocessoranlæg. Delprojekter omhandlende Solens fotosfære og kromosfære, atmosfæremodeller og syntetiske spektre for kulstofstjerner og stjerner af soltypen, samt refleksionseffekter i dobbeltstjer-

ner er nærmere omtalt i beretningerne for 1982-85 (se disse) (Å. Nordlund i samarbejde med især svenske kolleger).

8.1 »International Program for Solar Astrophysics« (IPSA) er et langsigtet europæisk-amerikansk videnskabeligt rumprogram for solforskning, først med et mindre (30 cm) teleskop opsendt med Space-lab og rumfærgen, senere et 1.3 m stort Solar Optical Telescope (SOT), der forventes opsendt i 1990. Til studium af meget små detaljer på Solens overflade (0.005 eller 35 km) udvikles en instrumentpakke til koordineret optagelse af todimensionale billeder og spektre med meget høj opløsning. Som en del af IPSA-projektet skal de numeriske modeller af soloverfladens fysik udbygges og integreres (Å. Nordlund i samarbejde med R. Stein, Michigan, D. Dravins, Lund, G. Scharmer, Stockholm, M. Karlsson, Oslo, mfl.).

8.2 Der udvikles to alternative metoder til at beskrive spektralliniers dannelse i inhomogene områder fx i Solens fotosfære og kromosfære. Da spektrallinier typisk dannes i de yderste lag af atmosfæren, hvor fysikken er overordentlig kompliceret, bliver dette problem tredimensionalt med kobling i alle retninger. Numeriske beregningsmetoder, der kan håndtere sådanne problemer, bliver nødvendigvis meget tidskrævende og kræver adgang til de store vektorprocessoranlæg (Å. Nordlund).

9. Astrometri

Astrometriske målinger har til formål at bestemme nøjagtige positioner og vinkelbevægelser for himmellegemerne. For nære stjerner er disse målinger den fundamentale metode til bestemmelse af stjernens afstand (parallaxe) og af hastighedsvektoren i retning vinkelret på synslinien til stjernen (tangentialhastighed). Ved observation af både meget fjerne objekter (kvasarer, radiogalakser) og af objekter i Solsystemet fastlægges det referencesystem (inertialsystem), der er grundlag for beskrivelse og måling af alle dynamiske fænomener. Astrometriske observationer er således et nødvendigt komplement til mangfoldige astrofysiske målinger.

9.1 Observatoriets astrometriske hovedinstrument er meridiankredsen, Carlsberg Automatic Meridian Circle, der efter automatiseringen og overflytningen til Roque de los Muchachos Observatoriet på La Palma står som det mest produktive instrument i sin art. Udførlige redegørelser for meridiankredsprojektet er givet i årbog 1984 og 1985. Tekniske fremskridt i 1986 og hovedtræk af de igangværende observationsprogrammer er omtalt i afsnit 1.3 ovenfor (O. H. Enicke, C. Fabricius, L. Helmer (projektleder) i samarbejde med britiske og spanske kolleger).

9.2 Stillestående luft i meridiankredsens kikkertrør giver anledning til en intern refraction, der kan forfalske bestemmelsen af den atmosfæriske refraction (i luften uden for kikkertrøret), især fordi begge størrelser varierer. Det er blevet erkendt efter, at den interne refraction blev fjernet på La Palma instrumentet ved installering af et ventilationssystem i røret (september 1985). De nøjagtige målinger af den atmosfæriske refraction, der siden er udført, har vist en meget bedre overensstemmelse med den teoretiske beregning af refractionen ud fra temperatur og tryk end tidligere. Det kan således ventes, at ventilation af røret kan give betydelig formindskelse af de systematiske fejl ved meridiankredsobservationer, ikke kun på La Palma (E. Høg i samarbejde med meridiankredsafdelingen).

9.3 Projekter til observation af asteroider med Schmidt-teleskopet i Brorfelde, som er nøjere beskrevet i 1984 årbogen, er fortsat i 1986. Specielt er der søgt efter hidtil ukendte jordstreffende småplaneter i udvalgte felter som led i en international kampagne (H. J. Fogh Olsen, K. Augustesen, P. B. Jensen).

10. Instrumentel forskning

Som det fremgår indirekte af mange af ovenstående projektbeskrivelser og direkte af tidligere årsberetninger, er instrumentel forskning og udvikling et uundværligt led i observatoriets forskningsaktiviteter. Efter 56 års virke ved Københavns Universitet, heraf 37 år ved Astronomisk Observatorium, pensioneredes værkstedsleder Poul Bechmann ved udgangen af august. For sin fremragende indsats gennem denne lange periode fik P. Bechmann overrakt »Fortjenstmedaljen i sølv« af universitetets rektor. Det er af største betydning for observatoriets virksomhed, at værkstedslederstillingen genbesættes fra febr. 1987.

10.1 Den skete og planlagte tekniske udvikling ved 1.5 m og 50 cm teleskoperne i Chile og ved meridiankredsen på La Palma er beskrevet i afsnit 1 i denne og foregående årsberetning. (Adskillige medarbejdere som angivet i afsnit 1).

10.2 I forbindelse med det nordiske 2.5 m teleskop-projekt (udførligt omtalt i Årbog 1984) arbejdes der med detaljeret design af instrumentadapter, baseret på erfaringer fra 1.5 m teleskopet i Chile; samlings- og en del detailtegninger er udarbejdet. Den i årbog 1985 omtalte billedforstærker med CCD-detektor er fundet velegnet og er anskaffet til brug for styringen af instrumentet (P. Bechmann, R. Florentin Nielsen).

10.3 Der er undertegnet en samarbejdsaftale med to kinesiske institutter Shaanxi Astronomical Observatory og Nanjing Astronomical Instruments Factory om udvikling og fælles anvendelse af et Dansk-Kine-

sisk Meridian Teleskop. Projektets grundlag er dels Glasmeridiankredsen, der har været under udvikling i Brorfelde i nogle år og dels det know-how om meridiankredsteknik, der findes ved Astronomisk Observatorium.

Instrumentet er under bygning dels i Danmark, dels i Kina, og det skal først afprøves i Nanjing. Dernæst er det planen at opstille det et år i Brorfelde til optimering, hvor tre kinesere ventes at deltage. Til slut skal det opstilles ved Shaanxi Observatoriet, hvor klimaet er godt til astrometriske observationer. Udvikling og afprøvning af visse mekaniske og elektroniske moduler i Brorfelde nærmer sig afslutning (E. Høg i samarbejde med ing. Xu Xinqi fra Nanjing og andre kinesiske kolleger).

10.4 ESAs astrometriske satellit-projekt HIPPARCOS/TYCHO sigter mod at forbedre vort kendskab til Mælkevejssystemets struktur og dynamik gennem en nøjagtig bestemmelse af positioner, egenbevægelser og parallakser (afstande) for ca. 500.000 stjerner fordelt over hele himmelkuglen. Afgørende er, at HIPPARCOS satellitten, der skal opsendes i juli 1988 for at observere i 2,5 år, vil nå en meget større nøjagtighed (2 millibuesekunder) end det er muligt fra Jordens overflade for et så stort antal stjerner.

En dansk-svensk-engelsk projektgrube har påtaget sig dataanalysen for HIPPARCOS-delen, og parallelt udvikles reduktionssystemet for TYCHO-delen af projektet i et dansk-svensk-tysk-fransk-italiensk-engelsk-amerikansk samarbejde. I 1986 er moduler af reduktionssystemet afprøvet med simulerede data. Nye metoder er angivet til erkendelse af rang-defekter i normalligninger fra mindste-kvadraters metode, og deres anvendelse på HIPPARCOS-analysen er undersøgt (E. Høg, P. C. Hansen, C. S. Petersen i samarbejde med N. Lund, Dansk Rumforskningsinstitut, K. Poder, Geodætisk Institut og omkring tredive udenlandske kolleger).

Almanakudgivelser:

Der er foretaget beregninger i forbindelse med dansk, færøsk og grønlandsk almanak, og disse er udgivet efter de gældende retningslinier. Yderligere forbedringer er indført i de anvendte programmer (O. H. Einicke).

Einicke, O. H., 1986: Almanak, Skriv- og Rejsekalendar for det år efter Kristi fødsel 1987.

– 1986: Færøsk Almanak 1987.

– 1986: Grønlandsk Almanak 1987.

Rekvirerede undersøgelser:

Einicke, O. H., 1986: Sunrise/Sunset Tables for selected Stations in Greenland and on the Faroe Islands 1987 – Luftfartsdirektoratet, Luftfartsinformations-tjenesten.

Herudover besvarelse af et stort antal henvendelser

fra offentlige myndigheder mv. vedrørende astronomiske forhold.

Gæster:

E. Antonello, Italien; G. Baessgen, Tyskland; D. Dravins, Sverige; G. A. P. Franco, Brasilien (hele 1986); A. Giménez, Spanien; R. O. Gray, Canada (aug.-dec.); G. Hamnerbæck, Sverige; J. Kazes, Frankrig; L. Lindgren, Sverige; R. Stein, USA; S. Söderhjelm, Sverige; L. P. R. Vaz, Brasilien; Xu Xinqi, Kina (hele 1986); Yao Zengqiu, Kina.

Observationsrejser:

J. Andersen til La Silla, Chile (2 gange) og til Haute-Provence, Frankrig.

O. H. Einicke til La Palma, Spanien (3 gange).

C. Fabricius til La Palma, Spanien (3 gange).

L. Hansen til La Silla, Chile (2 gange).

L. Helmer til La Palma, Spanien (4 gange).

H. E. Jørgensen til La Silla, Chile.

J. Knude til San Pedro Martir, Mexico og til La Silla, Chile.

B. Nordstrøm til La Silla, Chile og til Haute-Provence, Frankrig.

H. U. Nørgaard-Nielsen til La Silla, Chile.

E. H. Olsen til La Silla, Chile og til Haute-Provence, Frankrig.

Andre rejser:

J. Andersen til Cambridge, USA (ophold sept.-dec., orlov).

P. C. Hansen til Stanford, Californien, USA (studieophold maj-nov., orlov).

Å. Nordlund til Boulder, Colorado, USA.

B. Nordstrøm til Cambridge, USA (ophold sept.-dec., orlov).

Herudover har Astronomisk Observatoriums medarbejdere foretaget ca. 40 kortere rejser i forbindelse med inviterede forelæsninger, symposier, forskningssamarbejde mv.

Publikationer:

Andersen, J., Blecha, A., Walker, M. F.: Colour-magnitude diagrams of star clusters in the Magellanic Clouds from wide-field electronography II. NGC 2210. *Astronomy and Astrophysics Suppl.* 64, s. 192-202, Frankrig 1986.

Clausen, J. V., Giménez, A.: Four-colour photometry of eclipsing binaries XX11A. Photometric elements and apsidal motion of GL Carinae. *Astron. Astrophys* 161, s. 275-86, Tyskland 1986.

–, Giménez, A., Jensen, K. S.: Four-colour photometry of eclipsing binaries XXIV. Apsidal motion of QX Carinae, ζ Phoenicis and NO Puppis. *Astron. Astrophys.* 159, s. 157-65, Vesttyskland 1986.

Clausen, J. V., Giménez, A., Scarfe, C.: Absolute di-

- mensions of eclipsing binaries XI.V451 Ophiuchi. *Astron. Astrophys.* 167, s. 287-96, Tyskland 1986.
- Dravins, D., Larsson, B., Nordlund, Å.: Solar FeII line asymmetries and wavelength shifts. *Astronomy and Astrophysics* 158, s. 83-88, Heidelberg 1986.
- Fabircius, C.: The use of photographic positions in determining azimuth of a meridian circle. *Astrometric Techniques*, H. K. Eichhorn, R. J. Leacock, s. 465-68, Dordrecht, Holland 1986.
- Garcia, J.M., Andersen, J., Giménez, A.: Coudé radial velocity observations at Calar Alto Observatory: zero-point and accuracy. *Astronomy & Astrophysics Supplement Series* Vol. 66, s. 111-16, Frankrig 1986.
- Giménez, A., Clausen, J.V., Helt, B.E., Vaz, L.P.R.: Four-Colour photometry of eclipsing binaries XXIB. Light curves of V346 Centauri. *Astronomy & Astrophysics Suppl.* 66, s. 45-50, Frankrig 1986.
- : Clausen, J.V., Jensen, K.S.: Erratum Four-colour photometry af eclipsing binaries XXIV. Apsidal motion of QX Carinae, ζ Phoenicis and NO Puppis. *Astron. Astrophys.* 165, s. 306, Tyskland 1986.
- : Clausen, J.V.: Four-colour photometry of eclipsing binaries XXIA. Photometric analysis and apsidal motion study of V346 Centauri. *Astron. Astrophys.* 160, s. 310-20, Vesttyskland 1986.
- Gyldenkerne, K.: Fyrre år i Brorfelde. *Astronomisk Tidsskrift Årg.* 19, no. 3, s. 97-119, København/Oslo/Stockholm 1986.
- : Cosmology. (Proceedings, GIREP conference, 1986). *Cosmos — an educational challenge.* ESA SP-253, s. 129-36, Paris 1986.
- Helmer, L., Fabircius, C., Einicke, O.H., Gibbs, P., Morrison, L.V., Muinos, J.L.: Carlsberg Meridian Catalogue La Palma. Number 2. Observations of positions of stars and planets 1985. San Fernando, Spanien 1986, 196 s.
- : Impersonal Techniques of transit circleobservations. "The Carlsberg Automatic Meridian Circle". *Astrometric Techniques*, H. K. Eichhorn, R. J. Leacock, s. 429-33, Holland 1986.
- : Verdensmester i observation af stjerner. *Forskningen & Samfundet* 8, s. 13-15, København 1986.
- Høg, E., Miller, R.J.: Internal Refraction in a USNO Meridian Circle. *Astronomical Journal* Vol. 92 (2), s. 495-502, Seattle, USA 1986.
- : Grewing, M.: Hipparcos-Tycho: Photometry and Astrometry for more than 500.000 Stars. *Highlights of Astronomy*, J-P. Swings (ed.), s. 707-12, Dordrecht 1986.
- : TYCHO Astrometry and Photometry. *Astrometric Techniques*, (Proceedings of IAU Symposium No. 109), H. K. Eichhorn, R. J. Leacock, s. 625-35, Dordrecht 1986.
- : Internal Refraction in Meridian Circles. *Astrometric Techniques*, (Proceedings of IAU Symposium No. 109), H. K. Eichhorn, R. J. Leacock, s. 533-42, Dordrecht 1986.
- : The Glass Meridian Circle. *Astrometric Techniques*, (Proceedings of IAU Symposium No 109), H. K. Eichhorn, R. J. Leacock (eds), s. 413-19, Dordrecht 1986.
- Jensen, P., Augustesen, K., Olsen, H.J.F.: Minor planet observations. *Minor Planet Circulars* s. 11215-16, USA 1986.
- , Augustesen, K., Olsen, H.J.F.: Minor planet observations. *Minor Planet Circulars* s. 10481-82, USA 1986.
- , Augustesen, K., Olsen, H.J.F.: Minor planet observations. *Minor Planet Circulars* s. 10593-94, USA 1986.
- , Augustesen, K., Olsen, H.J.F.: Minor planet observations. *Minor Planet Circulars* s. 10683-84, USA 1986.
- , Augustesen, K., Olsen, H.J.F.: Minor Planet observations. *Minor Planet Circulars* s. 10801-02, USA 1986.
- , Augustesen, K., Olsen, H.J.F.: Minor planet observations. *Minor Planet Circulars* s. 10896-97, USA 1986.
- , Augustesen, K., Olsen, H.F.: Minor planet observations. *Minor Planet Circulars*, s. 10233-35, USA 1985.
- Knude, J.K.: Dust at the North Galactic Pole. Light on dark matter, F. Israel, s. 55-58, Dordrecht 1986.
- : uvby β observations of all stars earlier than G1 and brighter than V $\sim$ 12 mag in SA 132 containing Scorpius X-1. *Astronomy and Astrophysics Supplement Series* Vol 63, s. 313-22, Les Ulis, Frankrig 1986.
- Nielsen, R.F.: Astronomiens elektroniske øje. *Ingeniøren* 43, s. 20-21, København 1986.
- Nordlund, Å.: Solar Convection. *Solar Physics* 100, s. 209-35, Heidelberg 1986.
- : Model Calculations. *Abhandlungen der Akademie der Wissenschaften in Göttingen* 38, s. 83-102, Göttingen 1986.
- Nørgaard-Nielsen, H.U., Hansen, L., Jørgensen, H.E., Christensen, P.R.: The extended (OIII) emission around the QSO MR2251-178. *Astronomy and Astrophysics* Vol. 169, s. 49-53, Heidelberg 1986.
- Olsen, H.J.F.: Orginal photographic material in the teaching of astronomy. *Girep Conference 1986. Cosmos — an educational challenge*, J. J. Hunt, s. 421, Frankrig 1986.
- : Public University Courses in astronomy. *Girep conference 1986. Cosmos — an educational challenge*, J. J. Hunt, s. 321-23, Frankrig 1986.
- Petersen, J.O., Diethelm, R.: Studies of Cepheid type variability III. Fourier description of light curves of type II Cepheids of periods 1-3 days. *Astronomy and Astrophysics* Vol. 156, s. 337-46, Berlin 1986.
- : Studies of Cepheid type variability IV. The uncertainties of Fourier decomposition parameters. *Astronomy and Astrophysics* Vol. 170, s. 59-69, Berlin 1986.

Wachmann, A.A., Popper, D.M., Clausen, J.V.: TT Aurigae: a B-type semi-detached eclipsing binary. *Astron. Astrophys.* 162, s. 62-70, Vesttyskland 1986.

Jørgen Otzen Petersen

2. Fysisk Laboratorium

Historie:

Fysisk Laboratorium er oprettet i maj 1986 ved en sammenlægning af de tidligere Fysisk Laboratorium I og II og fremstår nu som et af Det naturvidenskabelige Fakultets største institutter. De tidligere laboratorier I og II havde begge deres oprindelse i Københavns Universitets Fysiske Laboratorium, der blev oprettet i 1819. Efter at have været adskilt i en lang række år som beskrevet i detaljer i årsberetningen for 1985, og efter at have fungeret som to helt selvstændige institutter siden indflytningen i H. C. Ørsted Institutet i 1963, var der i de senere år sket en stærk tilnærmelse mellem de to institutters forsknings- og undervisningsprofil. Som en naturlig følge af denne tilnærmelse og i håb om at opnå nogen administrative rationalisering, blev sammenslutningen gennemført pr. 1. maj 1986. Denne fælles årsberetning dækker hele året 1986.

Stab:

VIP: Antal årsværk: 38,8, heraf udgør instituttets stab 24,3.

Professorer: H. H. Andersen, H. Højgaard Jensen, A. R. Mackintosh, H. Smith.

Lektorer: N. O. Andersen (½ orlov), B. Andresen, K. Carneiro (orlov fra 1.4.86), E. B. Hansen, O. P. Hansen, J. Henningsen, A. Hermansen, H. G. Jensen, J. Jensen, A. Johansen, S. F. Johnsen (orlov), E. Johnson, J. M. Knudsen, U. Larsen, M. T. Levinson, P. E. Lindelof, H. Nielsen, J. S. Olsen, M. Olsen, F. B. Rasmussen, L. Sarholt-Kristensen, S. Steenstrup (orlov), E. Veje, J. L. Whitton (orlov til 1.10.86, derefter fra-trådt).

Adjunkt: T. Bohr.

Seniorstipendiater: A.-P. Jauho, O. H. Nielsen (fra 1.9.86).

Andre stipendiater og fondsaffønnede medarbejdere: H. Bruus (fra 1.9.86), Qi Quan Geng, J. Hanberg, L. K. Hansen, O. Henriksen (til 31.7.86), K. W. Jacobsen, J. Nørregaard, A. Olafsson, J. M. Pedersen (fra 1.10.86), Ye Qiang Shen, M. M. Sperotto, Fu Quian Tang, V. C. Vieira, Shi Guang Wang.

TAP: Antal årsværk: 15,6.

P. Andersen (til 16.10.86), A. Ank, M. U. Borre (fra 14.10.86), W. Busck (orlov fra 1.11.86), J. Brinckmann Christensen, H. Coskun (til 11.3.86), O. Eg (or-

lov fra 1.6.86), C. P. K. Falenstein (til 11.9.86), C. D. Farver, F. Ferrall, L. Friding, M. Henriksen, G. Bjørndal Jensen (orlov fra 1.9.86), I. Jensen, K. Jensen, B. Larsen (fra 1.5.86), A. L. Nielsen (fra 23.6.86), B. Nielsen (fra 23.6.86), K. Persson, B. Hermann Pettersson, H. H. Pettersson (til 1.6.86), S. Rahbek (orlov fra 1.12.86), S. Å. Svendsen, B. Vaarby (orlov), E. Winther og H. Yildirim (til 13.5.86).

Forskningsvirksomhed:

Laboratoriet arbejder på mange fronter for at imødekomme de krav, der i disse år stilles til Københavns Universitet. I det forløbne år har dette arbejde manifesteret sig med igangsætning af et erhvervsforskerstipendium indenfor mikroelektronik i samarbejde med virksomheden NKT, med igangsætning af et projekt indenfor laserdetektion af sporstoffer under FTU programmet (Forskning for Teknologisk Udvikling), og med en forundersøgelse sigtende mod etablering af en MBE facilitet (Molecular Beam Epitaxi) til fremstilling af avancerede mikroelektroniske og mikrooptiske komponenter, ligeledes under FTU programmet. Sammen med de løbende eksternt financerede aktiviteter (røntgenspektroskopi (FTU), materialeteknologi (EF-stimulering)) betyder dette at en markant stigende del af laboratoriets daglige drift nu, i lighed med apparaturanskaffelserne, afhænger af eksterne midler. Planerne om anskaffelse af en Tandetron accelerator til materialeanalytisk brug har måttet opgives, da det kun lykkedes at skaffe sikkerhed for bevilling af ca. halvdelen af det ganske betydelige anskaffelsesbeløb.

Denne udvikling har accentueret det problem, der for øjeblikket repræsenterer langt den største trussel for laboratoriets aktiviteter, nemlig stabsudviklingen især indenfor TAP området. Den stigende forskel mellem de lønninger der kan opnås indenfor det private erhvervsliv og staten har betydet at 5 af laboratoriets TAP-medarbejdere, heraf 4 teknikere, over det seneste år har søgt og fået bevilget langtidsorlov, – en situation der erfaringsmæssigt oftest leder til permanent afgang. Problemet må ses som en uundgåelig konsekvens af en personalepolitik, der er progressiv med hensyn til de ansattes muligheder for at efteruddanne sig, men ikke giver mulighed for at honorere de forbedrede kvalifikationer på et konkurrencedygtigt niveau. På grund af generelle rammebeskæringer har Det naturvidenskabelige Fakultet kun i meget beskedent omfang haft mulighed for at kompensere for dette dræn af arbejdskraft, og det har bragt laboratoriet i en situation, hvor det periodevist har været vanskeligt at leve op til de forpligtelser, det har indgået overfor eksterne bevillingsgivere.

Også for det videnskabelige personale har der været tale om en fortsættelse af de stabsreduktioner, der er dikteret af de generelle rammebeskæringer. De mest påtrængende problemer synes imidlertid at være løst,

og skønt forskerrekrutteringssystemet har vist nogle svagheder kan man endnu ikke afskrive muligheden af at det på længere sigt kan give de nødvendige fornyelser.

Laboratoriets stab af udenlandske stipendiater må forventes at falde i den kommende tid, ikke mindst fordi dets kontingent af kinesiske studerende nu er i de sidste faser af deres uddannelse. Da de har givet et meget værdifuldt bidrag til laboratoriets aktiviteter, må det beklages at de aftaler, der for ca. 6 år siden blev truffet med Kina, og som er basis for deres ophold i Danmark, ikke er blevet fornyet. En modgående bevægelse kan ses i de muligheder, der gennem de seneste år er blevet åbnet for at supplere universitetsstipendier og forskningsrådsstipendier med stipendier finansieret gennem erhvervsforskningsaktiviteter, FTU programmer o.lign. og den samlede stab af stipendiater forventes derfor at holde sig på det nuværende niveau i de kommende år.

En række af laboratoriets forskningsprojekter vil nedenfor blive beskrevet i detaljer, medens andre kun nævnes mere kursorisk.

1. Halvmetaller og smågabshalvledere

Små energigab er et fællestræk for halvmetallet bismuth og en række halvledere, og en del af deres egenskaber kan derfor beskrives ud fra et fælles grundlag. Dette gælder bl.a. liniebredden i cyklotronresonnans målinger, og her er en tidligere analyse for bismuth blevet afprøvet på halvledere. Resultatet er, at et lille energigab har desto større indflydelse på linieformen jo højere ladningsbærernes bevægelighed og koncentration er. Høj bevægelighed og stor ladningsbæretæthed udelukker imidlertid ofte hinanden. En undtagelse er PbTe, og dette materiale forekommer derfor at være særligt velegnet til fortsatte teoretiske og eksperimentelle undersøgelser (O. P. Hansen).

2. To-dimensionale elektron systemer og heterostrukturer

Forskningssekretariatet har givet en bevilling af typen Forskning for Teknologisk Udvikling (FTU) til Fysisk Laboratorium med henblik på »undersøgelser af GaAs heterostrukturer«. Bevillingen er givet for 1986 og 1987. Undersøgelserne i 1986 har haft 3 hovedformål:

a) At undersøge om der er en tilstrækkelig interesse internt ved Fysisk Laboratorium samt ved eksterne institutioner til at berettige en ansøgning til forskellige bevilgende myndigheder om et MBE (Molecular Beam Epitaxy) anlæg til groning af gallium arsenid heterostrukturer. I forbindelse med disse undersøgelser har der været holdt 3 emnemøder i løbet af efteråret med udenlandske inviterede foredragsholdere, samt foredragsholdere fra Danmarks Tekniske Højskole, Forskningscenteret Risø, Odense Universitet og A/S Nordiske Kabel og Trådfabrikker. Der stiles mod en

afklaring, eventuelt en egentlig ansøgning, i løbet af foråret 1987.

b) I perioden 1/5 til 31/10 har laboratoriet været vært for et erhvervsforsker-forprojekt med det formål at undersøge om der ved Fysisk Laboratorium er en tilstrækkelig halvlederteknologisk basis for fremstilling af højmobilitets gallium arsenid transistorer på basis af MBE præfabrikerede heterostrukturer. Dette forprojekt er blevet sammenfattet i en rapport og udsigterne er af ATV (Akademiet for de Tekniske Videnskaber) og af erhvervsvirksomheden A/S Nordiske Kabel- og Trådfabrikker blevet vurderet positivt, og således at egentlig erhvervsforskerprojekt er startet pr. 1/11 med det nævnte formål. De eksperimentelle aktiviteter har i 1986 været begrænset til kontaktering, ætsning og måling af bevægelighed og ladningsbærerkoncentration i de 2-dimensionelle GaAs heterostrukturer. Udviklingen af en GaAs transistor er planlagt til at vare 2 år.

c) Laboratoriet har i 1986 påtaget sig ansvaret for vejledning af et eksamensarbejde ved Københavns Teknikum med henblik på at udvikle mikroprocessor-måleudstyr, der skal anvendes til undersøgelser af bl.a. GaAs transistorer. Dette projekt afsluttes i januar 1987.

2.1 I 1987 er der planer om at foretage egentlige eksperimentelle undersøgelser af GaAs heterostrukturer (O. P. Hansen, J. Hanberg, J. Nørregaard, H. Bruus, P. E. Lindelof).

2.2 I tilknytning til projektet vedrørende heterostrukturer er der udført kvantefeltteoretiske og mangelegemeteteoriske undersøgelser af høj-felt transport i halvledere. Herunder er der udledt kvantekinetiske ligninger, der kan erstatte Boltzmann ligningen under de ekstreme forhold, der eksisterer i submikronstrukturer (A.-P. Jauho).

2.3 Der er udført computer simuleringer af tunneling i heterostrukturer (supergitre og n-barriere systemer). Herunder er beregnet tunneling tider, resonanstunneling, sekvenstid og/eller kohærent tunneling (A.-P. Jauho).

2.4 Der er foretaget en række magnetorestistans og Hall effekt målinger ved forskellige temperaturer på silicium MOSFETS (Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistors). Prøverne er fremstillet på DTH, Afdelingen for Halvlederkomponenter. Målingerne er foretaget i magnetfelter op til 13 Tesla og ved temperaturer ned til 0.3 Kelvin. Resultaterne er analyseret på basis af teorien for svag lokalisering og det har været muligt at få et klarere billede af de forskellige spredningsmekanismer, der findes i elektroninversionslaget i silicium MOSFETS. I de kraftige magnetfelter har også kvante-Hall effekten været studeret (J. Hanberg, P. E. Lindelof, J. Nørregaard).

2.5 Denne effekt har også været genstand for teoretiske indsatser. Kvantiseringen af Hall-modstanden beror på, at dens størrelse holder sig stationær medens ydre kontrolvariable ændres indenfor visse intervaller. Disse variable kan være elektrontætheden for en MOSFET eller det påtrykte magnetfelt for en heterostruktur. Sædvanligvis tolkes eksistensen af plateauer som udtryk for lokalisering, men for nogle eksperimenter kræver en sådan forklaring at alle tilstande på nær nogle få procent er lokaliserede. Da dette ikke forekommer rimeligt, er det forsøgt at forklare plateauerne uden brug af lokalisering, men inden for rammerne af en enelektronbeskrivelse synes sådanne alternative teorier ikke umiddelbart at være brugbare. Derfor undersøges mangelegeme effektens indflydelse på kvante-Hall effekten. Det er håbet at der af denne vej kan skabes større enhed i teorierne for den heltallige og den fraktionelle kvante-Hall effekt (E. B. Hansen, H. Nielsen, H. Bruus, G. Simonsen).

2.6 Magnetoresistansen af tynde magnesium film er blevet undersøgt ved temperaturer ned til 1 Kelvin i lave magnetfelter (< 0.1 Tesla). Graden af svag lokalisering har hermed kunnet udmåles og fase- og spinrelaksation er blevet bestemt. Mikrobølgeinduceret faserelaksation er blevet eksperimentelt påvist (P. E. Lindelof, S. Wang).

3. Undersøgelser af flydende ^3He

Modelberegninger af temperaturudviklingen i tænkte polarisationseksperimenter i flydende ^3He er fortsat og bragt til en i hvert fald foreløbig afslutning. Der foreligger nu tilstrækkelige beregninger til at give en ledetråd for senere eksperimenter.

Målinger af relaksationstider for flydende ^3He og ^3He monolag, begge i kontakt med et teflonsubstrat, er blevet fortsat. Undersøgelserne, der foregår i temperaturområdet 0.15-4.2 Kelvin i magnetfelter fra 2 til 6 Tesla, har flere aspekter: flydende ^3He 's relaksation gennem grænselaget mod en fast væg, excitationer og relaksationsprocesser i et (fast) monolag og den kerne-magnetiske kobling mellem ^{19}F kerner i substratet og ^3He kernerne i det eller de adsorberede lag. Eksperimenterne har foreløbigt ført til identifikation af vanebølger, tunneleksitationer og muligvis massefluktuationsbølger i ^3He monolaget, i nogen grad analogt med, hvad der kendes i massivt fast ^3He (F. B. Rasmussen, M. Olsen, Q. Geng).

4. Magnetiske egenskaber af de sjældne jordarter

Programmet fra tidligere år med at undersøge de magnetiske egenskaber af binære, enkrySTALLINSKE legeringer af de sjældne jordarter, er fortsat. I det forløbne år har indsatsen især været koncentreret om de to legeringer Tb + 10% Tm og Ho = 10% Tb. Interessen for den førstnævnte legering skyldes konkurrencen

mellem de to forskellige »felter« der virker på Tm-ionerne i legeringens magnetiske ordnede, ferromagnetiske fase. Det krystallinske elektriske felt og de magnetiske »exchange«-koblinger forsøger at dreje Tm-ionernes momenter ind i to forskellige retninger, hvilket især giver systemet specielle dynamiske egenskaber. Ved helt lave temperaturer (< 20 K) er Ho + 10% Tb også ferromagnetisk. I et højere temperaturområde er de magnetiske momenter ordnet i en spiralstruktur, som kan beskrives som en stakning af ferromagnetiske planer, hvor momenternes retning ændres en fast vinkel fra et krystalplan til det næste. Den mest fascinerende struktur er observeret i temperaturintervallet 20-28 K. Her er strukturen dels kommesurabel, d.v.s. spiralstrukturens periode er et heltalligt antal krystalplaner, i dette tilfælde 12, og dels er spiralen deformeret således, at hver anden drejningsvinkel er $30^\circ - \phi$, hvor $\phi \approx 18^\circ$.

Sideløbende med den neutron-spektrografiske kortlægning af legeringernes egenskaber (som udføres på Forsøgsanlæg Risø), er der foretaget teoretiske modelberegninger som har givet forklaringer på mange af de observerede fænomener (J. Jensen, C. C. Larsen (Risø), A. R. Mackintosh).

5. Kaos i ulineære dynamiske systemer

5.1 »Kaos« bruges om meget komplekse dynamiske tilstande som kan opstå i selv yderst simple fysiske systemer. Der foregår i øjeblikket en intens forskning rundt om i verden for at forstå hvordan sådanne kaotiske bevægelser opstår, hvordan man beskriver den og om de evt. kan bidrage til forståelsen af mere komplicerede problemer som turbulens i udstrakte systemer. Systemer karakteriseret ved en »tilbøjelighed« til to forskellige periodiske bevægelser har været studeret gennem flere år. Noget sådant forekommer hyppigt i eksempler fra faststoffysikken. Et simpelt mekanisk eksempel er et pendul som påvirkes af et periodisk ydre kraftmoment – pendulet har en egenfrekvens og den konkurrerer med kraftmomentets. Egenskaber ved sådanne systemer i relation til teorien for »circle maps« er blevet studeret (T. Bohr, P. Bak (Brookhaven), M. Høegh Jensen (NORDITA)).

5.2 Kaotiske tilstande beskrives (i lighed med såkaldte »fraktaler«) ved generaliserede dimensioner og entropier. Der har vist sig en tæt analogi mellem disse begreber og den Gibbske statistiske mekanik (T. Bohr, D. Rand (Univ. Warwick)).

5.3 Mange meget udfordrende problemer ligger i at forstå hvordan kompliceret-turbulent-bevægelse opstår i store systemer (havet, skyerne, Jupiters røde plet ...). Et centralt problem er hvordan de kaotiske tilstande som vi kender fra små systemer forsvinder når systemer vokser da det er umuligt at opretholde rumlig kohærens når den tidlige udvikling er kaotisk

(T. Bohr, G. Grinstein (Yorktown Heights), C. Jayprokash, Yu He (Ohio State Univ.)).

5.4 Kaotiske systemer er fortsat blevet studerede ved hjælp af analog computer beregninger i forbindelse med eksperimentelle undersøgelser. Interessen har specielt været koncentreret om scaling love for faselåste systemer af både kontinuert og diskret natur. Specielt er slægtsskabet mellem den diskrete cirkelafbildning og differentilligningen for et dæmpet, drevet pendul blevet undersøgt. Et eksempel på et fysisk system tilhørende samme klasse er Josephson dioden. På det sidste er også modeller for neuronale encodere taget op. Arbejdet med parametisk forstærkning er fortsat og ved hjælp af analog computerberegninger er det fastslået at den eksperimentelt observerede støj fra mikrobroforstærkere er af kaotisk oprindelse (M. Levinsen, P. Alstrøm (NORDITA), B. Christiansen, R. Rasmussen, P. Hyldegård).

6. *General teori*

6.1 Arbejdet med studiet af teorien for glas-lignende tilstandsformer, herunder spin-glasser er fortsat (U. Larsen).

6.2 Der er i årets løb udarbejdet en sammenhængende fremstilling af den kinetiske teori for gasser, væsker og faste stoffer med henblik på udgivelse af en monografi på Oxford University Press. Den kinetiske teoris begreber og metoder er bedst illustreret gennem dens anvendelse på klassiske gasser, der behandles i bogens første hovedkapitel. Det følgende omhandler teoriens anvendelse på metaller, der opfattes som en gas bestående af ledningselektroner med krystalgitterets ioner som en positivt ladet baggrund. Mens tætheden af ledningselektroner i et metal er forholdsvis høj, kan halvledere opfattes som materialer, hvori tætheden af ledningsbærere er lav. Dette giver anledning til en række fænomener, der adskiller sig kvalitativt fra dem, der kendetegner metaller. Disse er beskrevet i bogens tredje hovedkapitel med særlig vægt på ulineære fænomener og kvantebrønde. I det fjerde kapitel behandles isolatorer, idet hovedvægten lægges på varmeledningsevne og kollektive svingninger. I de følgende kapitler udvides grundlaget for den kinetiske teori ved at tage hensyn til, at partiklerne foruden deres indbyrdes sammenstød også er under indflydelse af felter, der hidrører fra deres vekselvirkning. Som eksempler på dette behandles supraledere, normale Fermi væsker og superfluide Fermi væsker. Anvendelsen af den kinetiske teori på sådanne systemer illustreres såvel ved beregning af transportkoefficienter som ved bestemmelse af de mulige kollektive svingninger og disses dæmpning. Endelig behandles transport i Bose væsker ud fra et tilsvarende synspunkt. Bogen afsluttes med en omtale af en række aktuelle emner som kvante Hall effekt, lokalisering og elektron-elektron vekselvirkning

i urene metaller. Behandlingen af disse emner er kvalitativ, idet de kræver en generalisering af den kinetiske teori, der er bogens hovedtema (H. Højgaard Jensen, H. Smith).

6.3 Der er foretaget beregninger af den kritiske strøm i superflydende ^3He , der strømmer gennem cylindre eller mellem parallelle plader. Beregningerne er analytiske nær overgangstemperaturen til den normalt flydende fase. Ved lavere temperaturer er der foretaget numeriske løsninger af de Ginzburg-Landau ligninger, der beskriver væskens strømning. Tilsammen viser disse resultater, der er under udgivelse, at den kritiske strøm er reduceret med en numerisk faktor, der afhænger af den valgte geometri, men kun i ringe grad af temperaturen. De udførte beregninger er i god overensstemmelse med målinger, der fornylig er udført ved University of California, Berkeley (K. W. Jacobsen, H. Smith).

6.4 Den termodynamiske betydning af en endelig processtid undersøges dels ved generelle metoder dels ved analyser af specifikke processer. En geometrisk længde baseret på krumningen af ligevægtsoverfladen i Gibbs rummet er benyttet til at finde nedre grænser for tab og er sammenlignet med andre længdebegreber. Den nyligt foreslåede generelle optimeringsteknik for store systemer, den såkaldte simulerede udglødning, er specielt velegnet i forbindelse med endelig-tids termodynamik. Den bygger på en gradvis variation af omgivelsernes temperatur, hvilket netop er den situation tabsgrænserne baseret på termodynamisk længde er udviklet for. Sammenhængen mellem disse to teorier undersøges, og algoritmer til dynamisk beregning af systemets varmekapacitet og indre relaxationsstid afprøves (B. Andresen, J. Mørch Pedersen, P. Salamon).

7. *Jerns kosmiske historie*

Grundstoffet jerns atomkerne har den største bindingsenergi per nukleon af alle atomkerner. Dette er hovedårsagen til at jern er det hyppigste af de tunge grundstoffer i vort solsystem. Jerns kemiske egenskaber medfører desuden, at i naturen kan grundstoffet forekomme i 3 oxidationstrin (metallisk jern, Fe(II) og Fe(III)). Jernforbindelser kan desuden optræde som ferromagnetiske, paramagnetiske og superparamagnetiske stoffer. Ved studiet af jernforbindelser kan man således få oplysninger om dannelsesbetingelserne for de forskellige faste legemer i vort solsystem: planeter, asteroider, kometer og meteoritter.

De meteoritter, der eksempelvis går under betegnelsen kulkondritter, er næsten uforandrede siden de dannedes, samtidig med planeterne, for 4,5 milliarder år siden. Sådanne meteoritter indeholder nogle ganske små (≈ 10 nm) superparamagnetiske, jernholdige partikler, hvis oprindelse og detaljerede struktur ikke

er klarlagt. De jernholdige partikler er sandsynligvis dannede ved oxidationsprocesser i meteorittens moderlegeme, men der eksisterer også den mulighed, at der er en ret nær sammenhæng mellem sådanne partikler og interstellart støv. Superparamagnetiske partikler i meteoritter undersøges nu ved hjælp af Mössbauer spektroskopi (J. M. Knudsen, H. G. Jensen, M. Olsen).

8. *Udvikling og anvendelse af lasere*

8.1 I NH_3 er det muligt at generere infrarød laserstråling i 12 μm området ved stimuleret Raman emission. I projektet anvendes en nyudviklet 500 MHz afstemmelig CO_2 bølgelederlaser som pumpe, hvorved det bliver muligt at opnå en tilsvarende frekvensafstemmelighed af NH_3 laseren. I N_2O og CO arbejdes mod at videreudvikle de principper, der har ført til de nu udviklede CO_2 bølgelederlasere med henblik på også at opnå en tilsvarende frekvensafstemmelighed i disse medier. Arbejdet med præcisionsmålinger af dipolmomenter og liniestyrker i CH_3OH som funktion af vibrationel og indre rotationel excitation fortsættes (J. O. Henningsen, F.-Q. Tang).

8.2 Der arbejdes med flere projekter, der på forskellige måder udnytter egenskaberne af en CO_2 bølgelederlaser, der netop er udviklet på laboratoriet. Denne laser giver muligheder for at afstemme frekvensen over ialt 500 MHz omkring hvert af 90 forskellige liniecentre, og i et af projekterne søges dette udnyttet til detektion og identifikation af små mængder af lette organiske molekyler, der er tilstede i en luftblanding. Der benyttes optoakustisk detektion ved reduceret tryk, og ved på denne måde at måle absorptionen hen over de 500 MHz brede vinduer i udvalgte laserlinier, kan man registrere de specifikke signaturer, der danner basis for identifikationen. Metodens anvendelighed er undersøgt ved målinger på kontrollerede blandinger af methanol og ethanol, og den kommende tids arbejde vil blive centreret om dels fastlæggelse af detektionsgrænser, dels dataanalysen, der bliver kompliceret, når der er mange stoffer til stede samtidig (J. O. Henningsen, A. Olafsson, M. Hammerich).

8.3 De seneste års store fremskridt indenfor laserteknologien har givet spændende værktøj til at studere vekselvirkninger mellem atomer i relativt store afstande. Dette gøres ved at analysere intensitet og polarisation af den resulterende stråling, når laserlys med variabel bølgelængde spredes på kolliderende atomer, hvor systemet i denne sammenhæng kan opfattes som et transient molekyle med en levetid på typisk et picosekund. Disse transiente molekyler, som kan exciteres ved absorption af en foton fra laserfeltet, dannes ved termiske kollisioner i en temperaturreguleret gascelle indeholdende f.eks. en smule metaldamp i en matrix af en ædelgas ved lavt tryk. Nylige eksperimenter har de-

monstreret, at ny og præcis information om forløbet af kvasimolekylets potentialkurver samt disses kvantetal kan opnås ved denne teknik, som er traditionelle metoder overlegen i sensitivitet med flere størrelsesordener. Endvidere giver polarisationen kollisionsdynamisk information, som f.eks. i hvilke afstande molekylerne dannes og bryder op. Her har især to-trins eksperimenter med cirkulært polariseret lys givet lovende resultater (N. O. Andersen).

9. *Atomare og molekulære kollisioner*

9.1 Der arbejdes med et oversigtsarbejde om emnet »Collisional Alignment and Orientation of Atomic Auto Shells«. Arbejdet vil udkomme i tre dele, hvoraf den første er afsluttet (N. O. Andersen, I. V. Hertel (Berlin)).

9.2 Der arbejdes såvel teoretisk som eksperimentelt med at undersøge oplining og orientering af atomare tilstande der enten er blevet eksiterede eller deeksiterede i atomare kollisioner (N. O. Andersen, S. E. Nielsen (Farmaceutisk Højskole), T. Andersen (Århus Universitet)).

9.3 Semiklassisk teori benyttes til at inverttere atomare og molekulære uelastiske spredningstværsnit i de områder, hvor overgangssandsynligheden ikke er forsvindende. Metoden afprøves på tværsnit udregnede fra kendte potentialer (B. Andresen).

9.4 Der arbejdes med opdatering af en bibliografi over stoppeevne- og rækkeviddedata udgivet i 1977. Den daværende bibliografi indeholdt over 900 numre. Mindst 400 er kommet til i mellemtiden og en langt bedre dækning af projektil-target kombinationer er opnået (H. H. Andersen).

10. *Sputteringprocesser*

På Fysisk Laboratorium arbejdes med en lang række aspekter af atomare kollisioner i faste stoffer. Hovedinstrumentet er en 250 kV tungionaccelerator. Denne er i vid udstrækning benyttet til sputteringseksperimenter (erosion af faste targets ved ionbeskydning).

10.1 Tidligere undersøgelser over sputtering på kobolt enkrystaller med ædelgationer har vist en række anomalier mellem eksperimenterne og de teoretisk forventede data. Blandt andet er det totale sputtering-udbytte i den hexagonale fase betydeligt højere end forventet – specielt nær den temperatur, hvor kobolt ændrer krystalfase fra hexagonal til fladecentreret kubisk. Denne ændring i sputteringudbytte kan muligvis skyldes en ioninduceret faseændring og med henblik på undersøgelse heraf er startet en række eksperimenter over vinkelfordelingerne af de sputterede partikler. Den rumlige fordeling af sputterede partikler afspejler nemlig de yderste overfladelags krystallinske opbyg-

ning og en analyse af fordelingen vil kunne give værdifulde oplysninger om overfladens struktur. I øjeblikket studeres indflydelsen af ionenergi, iontype, fluens etc. på fordelingen og samtidig undersøges forskellige muligheder for en rimelig hurtig registrering af fordelingen. Rutherford tilbagespredningsanalyse er en meget nøjagtig – men desværre også tidskrævende – teknik; andre muligheder kan f.eks. være elektroninduceret røntgenfluorens, autoradiografi/mikrodensitometri eller anvendelse af laserinduceret fluorescens (A. Johansen, E. Johnson, L. Sarholt-Kristensen, V. S. Chernysh (Moskva Statsuniversitet)).

10.2 Der arbejdes med opbygning af et analysesystem til masseanalyse af meget tynde sputterede lag. Systemet vil være baseret på energianalyse af spredte C og O kerner og skal kunne opløse enkelte atomare masser. Systemet skal benyttes til undersøgelse af isotopeffekter i sputtering og til undersøgelse af preferentiel sputtering fra en legering (H. H. Andersen, A. Johansen).

10.3 Teoretisk behandling af sputtering kan i nogle tilfælde med fordel foretages ved computer simulering af kollisionprocesserne. Den eksisterende litteratur (ca. 400 artikler) er blevet gennemarbejdet og en større oversigtsartikel om emnet er blevet udarbejdet (H. H. Andersen).

10.4 Ultrarene grundstoffer og kemiske forbindelser er blevet bombarderede med laboratoriets 100 kV accelerator. Eksitationsprocessen for de herved sputterede atomer er blevet undersøgt ved hjælp af optisk spektrometri (E. Veje).

10.5 Beslægtede med sputtering undersøgelserne er bestræbelserne på at opbygge et kalorimetrisk partikeldetektor med ekstremt høj energiopløsning. Dette skyldes at detektoren, der skal arbejde ved ultralave temperaturer, vil få sin energiopløsning bestemt af fluktuationerne i defektproduktionen i detektormaterialet. Arbejdet med opbygning af en monolitisk siliciumdetektor fortsætter (H. H. Andersen, B. Jonson, G. Holmén (Chalmers, Göteborg), K. Riisager, P. Gregers Hansen (CERN)).

11. Modifikation af metalliske materialer ved ionbeskydning

11.1 Ag- og Cu-prøver samt kontaktmaterialer er blevet planteret med 10-30 at.% B og derefter eksponeret i forskellige korrosive atmosfærer. Prøverne udviser stærkt forbedret korrosionsresistans men forøget elektrisk kontaktmodstand (E. Johnson, A. Johansen, E. Sarholt-Kristensen).

11.2 I samarbejde med Open University, UK, er der

ved ultrahurtig størkning fremstillet en række rustfrit stål legeringer med forskellig sammensætning. Prøvernes indhold af austenit/martensit/ferrit, er bestemt ved CEMS. Amorfiseringsgraden ved implantation med fosfor er undersøgt ved TEM (E. Johnson, A. Johansen, L. Sarholt-Kristensen, J. V. Wood (The Open University, UK)).

11.3 Begrebet martensitiske transformationer dækker en klasse af krystallinske fasetransformationer, der foregår under påvirkning af mekaniske spændinger ved temperaturer, hvor der ikke sker diffusion. Disse transformationer kendes især fra stållegeringer, hvor de kan induceres ved bratkøling (hærdning). Det er i tidligere undersøgelser vist, at tilsvarende transformationer kan dannes i tynde overfladelag af ionimplanterede metaller såsom nikkel og rustfrit stål. Ved kombineret brug af elektronmikroskopi og mössbauerspektroskopi er det nu blevet vist, at akkumulation af implantationsinducerede indre spændinger yder det væsentligste bidrag til denne type transformationer, medens ændringer i legeringernes sammensætning kun har sekundær betydning. Den stærkeste hærdning ved ionimplantation af rustfrit stål overflader må derfor ske ved bestråling med ædelgasser, hvorved der dannes mikroskopiske indeslutninger af fast ædelgas under ekstremt højt tryk. Ionimplantation er en ikke-ligevægts proces, og det er slående at den inducerer martensitiske transformationer, hvorimod en anden ikke-ligevægts proces som ultra hurtig størkning hæmmer disse transformationer (E. Johnson, A. Johansen, L. Sarholt-Kristensen, N. O. Roy-Poulsen (NBI), N. Hayashi (Electrotechnical Laboratory, Japan), J. V. Wood (The Open University, UK)).

12. Synkrotronstrålingsundersøgelser

12.1 En lang række thorium og uran forbindelser med stensalt struktur er blevet studeret under høje tryk ved røntgendiffraction. Strålingen stammer fra HASY-LAB synkrotronen i Hamburg. En diamantrykcelle har været brugt til at udstrække trykområdet op til 65 GPa. De målte tryk-volumen data tilpasses forskellige tilstands ligninger op til de tryk, hvor der optræder faseændringer. Disse kan enten være til deformerede f.c.c. strukturer (d.v.s. rhombohedrale eller tetragonale) eller til CsCl strukturen. For de fleste Th forbindelser sker der ingen faseomdannelse i det undersøgte trykområde. Heller ikke UPt_3 og UBe_{13} udviste fase-transformationer op til 50 GPa (J. S. Olsen i samarbejde med Lab. Tekn. Fys. III, DTH og JRC Karlsruhe).

12.2 Den indre elasticitet af halvledere er undersøgt. Krystalstrukturens ændring er under påvirkning af ydre kræfter kan tildels beskrives ved hjælp af simple elastiske ligninger, d.v.s Hooke's lov. For visse halvledere som Si, Ge, GaAs og InSb etc. er atomerne fordelt

på to undergitre og ekstra forskydninger kan finde sted. Disse forskydninger må karakteriseres ved en indre forskydningstensor og flere elastiske konstanter er nødvendige for at karakterisere sammenhængen mellem spændings- og forskydningstensor i materialerne (J. S. Olsen i samarbejde med Lab. Tekn. Fys. III, DTH og University of Exeter, UK)).

Redaktionsvirksomhed:

H. H. Andersen er medredaktør af Applied Physics A; Springer Verlag.

N. O. Andersen er medredaktør af Zeitschrift für Physik D; Springer Verlag.

A. R. Mackintosh er medredaktør of Journal of Magnetism and Magnetic Materials.

J. M. Knudsen er medredaktør af Physica Scripta.

H. H. Andersen er redaktør for Nuclear Instruments and Methods B. Beam Interactions with Materials and Atoms. North-Holland Publ. Co.

Medlemskab af udvalg, bestyrelser, råd m.m.:

H. H. Andersen er medlem af Planlægningsrådet for Forskningen. Han er medlem af bestyrelsen for UNI. C og Dansk Institut for Fundamental Metrologi samt næstformand for Risø's bestyrelse. Han er medlem af Det videnskabelige Råd for EF's fælles forskningscenter og af den danske CERN delegation.

N. O. Andersen er medlem af undervisningsministeriets udvalg vedr. fysik i gymnasiet.

B. Andresen er trustee for Telluride Summer Research Center.

O. P. Hansen er medlem af Statens Metrologiråd.

H. Højgaard Jensen har været medlem af Statens Metrologiråd og af Den Internationale Komite for Mål og Vægt (CIPM).

J. Jensen er sekretær for Dansk Fysisk Selskab.

A. R. Mackintosh er direktør for NORDITA, medlem af bestyrelsen for NOVO's fond og præsident for Danmarks Naturvidenskabelige Samfund.

H. Nielsen er censorformand på RUC.

H. Smith har været formand for Dansk Fysisk Selskab. Han er medlem af FLUNA og NORDITA's bestyrelse. Han er yderligere medlem af den rådgivende videnskabelige komite for NATO's Advanced Study Institutes og Advanced Research Workshops.

Gæster:

V. S. Chernysh, Moskva, USSR. E. Fawcett, Canada. N. Hayashi, Nihari-gun, Japan. P. Salamon, San Diego, USA. V. E. Yurusova, Moskva, USSR.

Længerevarende rejser, udlandsophold:

E. Johnson har ved flere lejligheder besøgt The Open University, UK, kombineret med besøg på Bristol University og Salford University.

N. O. Andersen har besøgt Joint Institute for Laboratory Astrophysics, Boulder, USA, og Laboratoire des Collisions Atomiques et Moléculaires, Orsay,

Frankrig. Han har opholdt sig i 4 uger ved Fysisch Laboratorium, Rijksuniversiteit Utrecht, Holland.

B. Andresen har besøgt Telluride Summer Institute, Colorado, USA.

H. H. Andersen har besøgt Università di Catania, Italien, i forbindelse med en kongresrejse til Spitz, Østrig, og Catania, Italien.

J. O. Henningsen har besøgt University of Alabama, USA, i forbindelse med en kongresrejse til San Francisco, USA.

A.-P. Jauho har besøgt Università di Madena, Italien.

J. S. Olsen har flere gange opholdt sig ved HASY-LAB i Hamburg. Desuden ved Daresbury cyklotronen i England og LURE cyklotronen i Frankrig.

E. Veje har besøgt universiteterne i Frankfurt og Osnabrück.

Publikationer:

Alstrøm, P., Christiansen, B., Hyldgaard, P., Levinsen, M.T., Rasmussen, R.: Scaling relations at the critical line and the period – doubling route for the sine map and the driven damped pendulum. Physical Review A 34, s. 2220-33, New York 1986.

→ Levinsen, M.T., Rasmussen, D.R.: Cross-over for the sine-map and the driven damped pendulum. Physica Scripta 34, s. 373-77, Oxford 1986.

→ Physics in the Open Air. Physics Laboratory Report 14, s. 1-6, København 1986.

Andersen, H.H.: Review of "Notes on Radiation Effects on Materials". Nuclear Instruments and Methods Section B Vol. B14, No. 4-6, s. 597, Amsterdam 1986.

→ Calorimetric Energy Dispersive Detectors for Ion Beam Analysis. Nuclear Instruments and Methods Section B Vol. B15, s. 722-28, Amsterdam 1986.

Andersen, N., Gallagher, J.W., Hertel, I.V.: Alignment and orientation of atomic outer shells induced by electron and ion impact: Some recent developments and remaining problems. Electronic and atomic Collisions, D.C. Lorents, W.E. Meyerhof, J.R. Peterson (eds), s. 57-76, Amsterdam 1986.

→ Polarization of collisionally redistributed light. Quantum Optics, J. Fiutak, J. Mizerski (eds), s. 152-66, Singapore 1986.

→ Nielsen, S.E.: Direct excitation in Heavy-Atom collisions: A propensity rule for charge cloud orientation. Europhysics Letters 1, s. 15-21, Paris 1986.

→ Hertel, I.V.: A fresh look at alignment and orientation in collisional excitation. Comments on Atomic and Molecular Physics Vol. XIX, No. 1, s. 1-34, London 1986.

Baudinet-Robinet, Y., Dumont, P.D., Garnir, H.P., Veje, E.: Study of molecular beam-foil effects with N^+_2 projectiles at 2 MeV. Nuclear Instruments and Methods in Physics Research B 13, s. 175-80, Holland 1986.

- Beyer, J., Pethick, O.J., Rammer, J., Smith, H.: Pair breaking in nonequilibrium superconductors. *Morden Problems in Condensed Matter Sciences*, D.N. Langenberg, A. I. Larkin, s. 323-59, Amsterdam 1986.
- Brown, G.R., Snow, S., Andresen, B., Salamon, P.: Finite-time thermodynamics of a porons plug. *Physical Review A* Vol. 34, No. 5, s. 4370, Californien 1986.
- Carneiro, K., Hansen, L.K., Braude, A., Mortensen, K., Jacobsen, C.S., Turner, D., Underhill, A.E.: Regular Properties and Anomalous Behaviour of Conducting $M_{0.8}(\text{Pt}(\text{C}^*\text{UO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}, \text{M-OP}, (\text{M}=\text{Ni}, \text{Co}, \text{Zn}, \text{Mg}, \text{Mn}))$. *Molecular Crystals and Liquid Crystals* 120, s. 413, New York 1985.
- Christensen, C.H., Jensen, J.O., Lefmann, K., Sølvsten, C., Veje, E.: Study of solid-surface-induced molecular dissociation leading to atomic excitations. *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research B* 13, s. 230-34, Holland 1986.
- Dacosta, P.G., Nielsen, O.H., Kunc, K.: Stress theorem in the determination of static equilibrium by the density functional method. *J. Phys. C: Solid State Physics* Vol. 19, s. 3163, England 1986.
- Eg, O., Hanberg, J., Lindelof, P.E.: Halvlederteknologien er ved at skifte spor. *Ingeniøren* 51, s. 22-25, København 1985.
- Gerward, L., Olsen, J.S., Benedict, U., Itié, J., Spirlet, J.C.: Structural stability and equation of state of Thorium carbide for pressure up to 36 æjPa. *J. Appl. Cryst* 19, s. 308-10, København 1986.
- , Olsen, J.S., Benedict, U.: On the use of distorted FCC structures for discribing High-Pressure. *Physica* 144 B, s. 72-78, Amsterdam 1986.
- Hansen, F.K., Pedersen, M.B., Levinsen, M.T., Lindelof, P.E.: Preparation of In-In₂O₃-Pb tunnel junctions. *Cryogenics* 24, s. 457-58, England 1984.
- Hansen, J.B., Lindelof, P.E.: Static and dynamic interactions between Josephson junctions. *Review of Modern Physics* 56, s. 431-59, USA 1984.
- , Lindelof, P.E.: Josephson Junction Arrays. IC-SQUID III - 3rd International Conference on Superconducting QUantum Interference Devices, H.D. Hahlbohm, H. Lübbig (red.), s. 1035-58, Vesttyskland 1985.
- Hansen, O.P.: Velocity operator and far-infrared electrodynamics for non-parabolic bands of the type $E(1+E/E_G)$. The case of bismuth. *Physica* 138B, s. 7-17, Amsterdam 1986.
- , Velocity operator and far-infrared electrodynamics for non-parabolic bands of the type $E(1+E/E_G)$. The case of bismuth. *Forårsmøde 1986 Dansk Fysisk Selskab, Faststofsektionen*, s. 25-26, Odense Universitets Trykkeri 1986.
- , Velocity operator and far-infrared electrodynamics for non-parabolic bands of the type $E(1+E/E_G)$. The case of bismuth. *Euophysic Conference Abstracts 6th General Conference of the Condensed Matter Division of the EPS* 22-25 March 1986 Stockholm, S. Methfessel (ed.), s. 91-91, Geneve 1986.
- Henningsen, J.O.: Methanol laser lines from torsionally excited CO-stretch states, and from OH-bend, CH₃-rock, and CH₃-deformation states. *International Journal of Infrared and Millimeter Waves* Vol. 7, No. 10, s. 1605-29, New York 1986.
- Henriksen, O., Laursen, T., Johnson, E., Johansen, A., Sarholt-Kristensen, L., Whitton, J.L.: RBS and nuclear reaction analysis of boron implanted copper. *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research B* 15, s. 356-60, Amsterdam 1986.
- , Perreia, B., Johnson, E., Johansen, A., Sarholt-Kristensen, L., Wood, J., Zysin, Y.: Implantation induced Cu-Sn alloys analysed by RBS. *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Sect B* 15, s. 254-59, Amsterdam 1986.
- Itié, J., Olsen, J.S., Gerward, L., Benedict, U., Spirlet, J.C.: High Pressure x-ray diffraction on UX2 Compounds. *Physica* 139,140 B, s. 330-32, Amsterdam 1986.
- Jauho, A., Nieto, M.M.: Time-dependent tunneling of wave-packets through heterostructures in an applied field. *Superlattices and Microstructures* Vol. 2, s. P407, London 1986.
- Jensen, H.K., Veje, E.: Study of atomic excitations in sputtering with the use of N, O, F, Ne, Na, Cl, and Ar projectiles. *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research B* 13, s. 383-87, Holland 1986.
- Jones, N.D., Mycroft, A., Snow, S., Salamon, P.: S ms using minimal function graphs. *Physical Review A* Bind 34, s. 4370-79, St. Petersburg, Florida 1986.
- Kierkegaard, K., Ludvigsen, S., Petterson, B., Veje, E.: Possible additions to the spectrum of core-excited neutral sodium. *The Physical Review A* 33, s. 1389-91, New York 1986.
- , Ludvigsen, S., Petterson, B., Veje, E.: Study of atomic excitations in sputtering with the use of composite targets. *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research B* 13, s. 388-92, Holland 1986.
- Knudsen, J.M., Madsen, M.B., Mørup, S., Costa, T.V.V., Olsen, M.: Superparamagnetic component in the Orgueil meteorite and Mössbauer spectroscopy studies in applied magnetic fields. *Nature* Vol. 321, s. 501-03, London 1986.
- Lahanier, C., Amsel, G., Heitz, C., Menu, M., Andersen, H.H.: Ion Beam Analysis in the Arts and Archaeology. *Nuclear Instruments and Methods. B* B14, s. 1-167, Amsterdam 1986.
- Larsen, U.: Universet. *Naturens Verden Årg.* 1986, s. 444-45, København 1986.
- , RKKY spin glass effects predicted in $d=1$ and $d=2$ electronic systems with disorder. *Journal of Magnetism and Magnetic Materials* 54-57, s. 141-43, Amsterdam 1986.
- , Glass freezing as kinetics time scale singularity of

- new significance. *Physics Letters* 118 A, s. 248-53, Amsterdam 1986.
- Irreversibility in new class of quantum evolutions. *Physics Letters* 114 A, s. 359-64, Amsterdam 1986.
- Lindelof, P.E., Wang, S.: Bulk and surface spin-orbit relaxation of the conduction electrons separated by weak localization experiments. *Physical Review B* 33, s. 1478-85, USA 1986.
- , Nørregaard, J., Hanberg, J.: New light on the scattering mechanisms in Si inversion layers by weak localization experiments. *Physica Scripta* s. 15, Stockholm 1986.
- , Hansen, J.B.: Fysik og Chips. "Naturligvis", Det naturvidenskabelige Fakultet, Københavns Universitet Informationsudvalget, s. 6-8, København 1984.
- , Hansen, J.B.: Josephson effekter i superledende mikroboer – en laboratorieøvelse i lavtemperaturfysik. *Fysisk Tidsskrift* 82, s. 65-83, Danmark 1984.
- , Nørregaard, J., Hansen, J.B.: Magnetoresistance in two-dimensional magnesium films of various thicknesses. *Zeitschrift für Physik B – Condensed Matter* 59, s. 423-28, Vesttyskland 1985.
- : Nobelpris til kvante-Hall mand. Hovedområdet 10, s. 11-12, København 1985.
- Mortensen, K., Jacobsen, C.S., Bechgaard, K., Carneiro, K., Williams, J.M.: New results on two synthetic conductors (TMTSF)₂BrO₄ and (BEDT-TTF)₂I₃. *Molecular Crystals and Liquid Crystals* 119, s. 401, New York 1985.
- Månsson, B., Andresen, B.: Optimal temperature profile for an ammonia reactor. *Ind. Eng. Chem. Process Des. Dev.* bind 25, s. 59-65, Washington 1986.
- Needs, R.J., Martin, R.M., Nielsen, O.H.: Total-energy calculations of the structural properties of the group V element arsenic. *Physical Review B* Vol. 33, s. 3778, USA 1986.
- Nielsen, O.H.: Optical phonons and elasticity of diamond at megabar stresses. *Physical Review B* Vol. 34, s. 5808, USA 1986.
- Nørregaard, J., Hanberg, J., Lindelof, P.E.: Weak localization magnetoresistance studied in silicon-based MOSFETs at almost quantizing magnetic fields. *Proceedings of the 12th Nordic Semiconductor Meetings*, Frida Buschmann et al, s. 317-19, Norge 1986.
- Nørregaard, J., Hanberg, J., Lindelof, P.E.: Temperature dependent relaxation rates in Si (100) MOSFET electron inversion layers at low temperatures. *Proceedings of the 18th International Conference on the Physics of Semiconductors*, World Scientific Publishing Company, s. 467-71, Hong Kong 1986.
- Olsen, J.S., Benedict, U., Dabos, S., Gerward, L., Itié, J.: High-Pressure studies of uranium and thorium compounds using synchrotron radiation. *Physica* 144 B, s. 56-60, Amsterdam 1986.
- Olsen, J., Steenstrup, S., Gerward, L., Benedict, U., Ilić, J.: High-Pressure Structural Studies of Uranium and Thorium compounds with the rocksalt structure. *Physica* 139, 140 B, s. 308-10, Amsterdam 1986.
- Olsen, J., Gerward, L., Benedict, U., Itié, J., Richter, K.: High-Pressure structural studies of UC by x-ray diffraction and synchrotron radiation. *Journ. of the Less-Common Metals* 121, s. 445-53, Holland 1986.
- Olsen, M.: Kernevåbens medicinske konsekvenser for Danmark. Samlebind fra artikler i Ugeskrift for Læger, Den almindelige danske Lægeforening (udg.), s. 2173-85 + 2242-56, København 1986.
- : Kernevåbens medicinske konsekvenser for Danmark. *Ugeskrift for Læger* 34, s. 30, København 1986.
- Petersen, S., Henningsen, J.O.: Saturated absorption Stark spectroscopy of CH₃OH with CO₂ lasers. *Infrared Physics* 26, s. 55-71, London 1986.
- Rammer, J., Smith, H.: Quantum field-theoretical methods in transport theory of metals. *Rev. Mod. Phys.* 58, s. 323-059, USA 1986.
- Riisager, K., Andersen, H.H., Delsing, P., Hansen, P.G., Jonson, B., Nyman, G., Ottefjell, B., Ravn, H.L.: Thermal Pulse Detection of Photons and Charged Particles. *Massive Neutrinos in Astrophysics and Particle Physics (Proc VIth Moriond Workshop)*, O. Fackler, J. Tran Thanh Van, s. 391-96, Gif-sur-Yvette, Frankrig 1986.
- Roy-Poulsen, H., Johnson, E., Johansen, A., Sarholt-Kristensen, L., Hayashi, N.: CEMS of Sb⁺ implanted stainless steel. *Hyperfine Interactions* 29, s. 1201-04, Amsterdam 1986.
- , Knudsen, J.M., Larsen, L., Roy-Poulsen, N.O., Vistisen, L.: A Study of Ni-Rich Iron Meteorites. *Hyperfine Interactions* 29, s. 1089-92, Amsterdam 1986.
- , Larsen, L., Roy-Poulsen, N.O., Vistisen, L., Jensen, G.B., Knudsen, J.: Studies of Iron-Nickel Alloys in Ni-Rich Meteorites. *Meteoritics* 20, no.4, s. 749-50, Arizona, USA 1985.
- Rudolph, H., Avery, J., Henningsen, J.O.: Torsion-Vibration Interaction in CH₃OH. *J. Molecular Spectroscopy* 117, s. 38-45, New York 1986.
- Steenstrup, S.: Deconvolution using maximum entropy techniques. *Neutron Scattering Data Analysis* 1986, M. W. Johnson, s. 127-40, Bristol/Boston 1986.
- Tang, F., Henningsen, J.O.: A 500 MHz tunable CO₂ waveguide laser for optical pumping. *IEEE J. Quantum Electron.* QE-22, s. 2084-87, New York 1986.
- Underhill, A., Ahmad, M., Turner, D., Carneiro, K., Yuequian, S., Mortensen, K.: Conducting Metal Dithiolate Complexes. *Molecular Crystals and Liquid Crystals* 120, s. 369, New York 1985.
- Vieira, V.W.A., Vistisen, L., Costa, T.V.V., Jensen, H.G., Knudsen, J.M., Olsen, M.: Oxidation State of Iron in SNC Meteorites as Studied by Mössbauer Spectroscopy. *Physica Scripta* 33, s. 180-86, Sverige 1986.

- Wang, S., Lindelof, P.E.: Low-voltage behaviour of superconducting aluminium microbridges. Proceedings of the 17th International Conference on Low Temperature Physics, V. Eckern, A. Schmid, W. Weber, H. Suhl, s. 805-06, Holland 1984.
- , Lindelof, P.E.: Behaviour of aluminium microbridges irradiated with microwaves. IC-SQUID III-3rd International Conference on Superconducting Quantum Interference Devices, H.D. Hahlbohm, H. Lübbig, s. 65-70, Vest-Berlin 1985.
- Wood, J.V., Elvidge, C.J., Johnson, E., Johansen, A., Sarholt-Kristensen, L., Henriksen, O.: Copper-base alloys processed by rapid solidification and ion implantation. Mat. Res. Soc. Symp. Proc. Vol. 58, s. 451-54, USA 1986.

H. H. Andersen

3. Geofysisk Institut

Geofysisk Institut har til huse i Haraldsgade 6 og består af 4 afdelinger, nemlig afdelingerne for meteorologi, fysisk glaciologi, fysisk oceanografi og for den faste jord fysik.

Instituttets forskning er baseret på en matematisk/fysisk/kemisk beskrivelse og forståelse af forholdene i atmosfæren, oceanerne, isen og den egentlige faste jord. I det videnskabelige arbejde forenes eksperimentel virksomhed med teoretisk modellering, og det er koncentreret omkring et par indsatsområder: klimatologien og udforskningen af jorden m.h.p. søgning efter energi og råstofressourcer.

De igangværende projekter foregår ofte i samarbejde med andre forskere. Der er tale om en bredt sammensat gruppe af samarbejdspartnere: institutter ved Københavns Universitet, sektorforskningsinstitutioner, andre læreanstalter i Danmark og udlandet, samt enkelte private firmaer.

Der gives undervisning i afdelingernes specialeområder, på såvel 1. del, hovedfags- som licentiatniveau. Herudover er fagområderne geodæsi og geokosmosfysik placeret ved Geofysisk Institut. I disse fag gives der undervisning på hovedfags- og specialniveau ved eksterne lektorer.

I 1986 påbegyndtes en exam.scient.-uddannelse i meteorologi. Sigtet med uddannelsen er ansættelse ved landets vejrtjenester som praktisk arbejdende forecastere.

Stab:

VIP: Antal årsværk: 14

Professorer: W. Dansgaard, E. Eliassen, G. Kullenberg, P. V. Sharma.

Lektorer: H. B. Clausen, C. U. Hammer, A. W. Hansen, N. K. Højerslev, B. Machenhauer, K. Nygård, E. A. Rasmussen, T. Risbo.

Adjunkter: K. Mosegaard, K. L. Rasmussen.

Akademiske TAP: N. Gundestrup, H. Hundahl.

Eksterne lektorer: H. C. Larsen, K. Poder, O. Remmer, C. C. Tscherning, E. E. Ungstrup.

TAP: Antal årsværk: 14.

A. Boas, E. Chrillesen, L. Christensen, A. Guldager, S. B. Hansen, J. Holck, R. Jenrich, O. Kristensen, K. Larsen, L. Laursen, J. Nielsen, H. T. Petersen.

Forskningsvirksomhed:

1. Afd. for meteorologi

Der arbejdes ved afdelingen fortrinsvis inden for dynamisk meteorologi. Herved forstås studiet af bevægelsessystemerne i atmosfæren ud fra fysiske love. Et vigtigt redskab i dette forskningsområde er numeriske simuleringsmodeller af atmosfæren. Ved hjælp af numeriske skemaer simuleres atmosfærens fysiske processer: strømning, stråling, diffusion, sky- og nedbørsdannelse samt de turbulente processer, der foregår i grænselaget tæt ved jordoverfladen.

Sådanne modeller anvendes til studier af vejrets opførsel på tidsskalaer fra timer til nogle dage (fx rettet mod praktisk anvendelse i vejrtjenester) og til studier af de generelle træk ved atmosfærens cirkulation, også kaldet klimaet. I sidste forbindelse kan simuleringsmodeller fortælle videnskaben, hvad der sker med klimaet, hvis væsentlige forhold af sig selv og/eller på grund af menneskelig aktivitet ændres, fx en øgning af atmosfærens CO₂-indhold, fjernelse af de store skove, vending af russiske floder, etc.

Atmosfærens tilstand til et givet tidspunkt bestemmes ud fra observationer, som foretages over hele Jorden rutinemæssigt, ved jordoverfladen eller oppe i atmosfæren ved brug af balloner, fly eller raketter. Hertil kommer observationer taget fra satellitter: ved måling af reflekteret sollys og egenudstrålingen fra Jordens overflade, luften og skyerne kan meteorologiske parametre som temperatur, fugtighed og vind bestemmes.

Sådanne »remote sensing«-data indgår i afdelingens forskning som et vigtigt supplement til de konventionelle observationer.

1.1 Klimamodellering

1.1.1 Den i Årbog 1985 omtalte overførsel af en detaljeret simuleringsmodel fra det europæiske meteorologiske center i England til Meteorologisk Instituts regneark er blevet gennemført, og der er foretaget visse ændringer og forbedringer i modellen med henblik på dens anvendelse som klimasimuleringsmodel. På grundlag af en række integrationer over længere tid (ca. 200 døgn) er modellens statistiske egenskaber

studeret og sammenlignet med det observerede klima. En undersøgelse af den klimatiske effekt af anomalier i den tropiske del af Stillehavet (El Nino-problemet) er påbegyndt (L. Laursen, E. Eliassen).

1.1.2 Betydningen af et avanceret numerisk grænse-lagsskema en global simuleringsmodel studeres i en simplificeret version. Arbejdet udføres i samarbejde med Niels Woetmann, Meteorologisk Institut (A. W. Hansen)

1.2 Polare lavtryk

Polare lavtryk i nordlige farvande er ansvarlige for mange hårdt-vejr situationer i vinterhalvåret. Deres udvikling og dynamik adskiller dem fra vestenvindsbæltets normale lavtryk og de registreres kun i særlige vejr situationer.

Et projekt er påbegyndt angående et intenst, baroklint polarlavtryk over Middelhavet.

Yderligere et projekt vedrørende forekomsten af polare lavtryk ved Nordøstgrønland er igangsat som en del af det tværfaglige East Greenland Current-projekt (E. Rasmussen).

1.3 TOVS-data

De amerikanske NOAA-satellitter nedsender i grov opløsning radiometriske data, TOVS-data. Disse data undersøges for anvendelse i meteorologisk, operativt arbejde (E. Rasmussen).

1.4 Klimatiske tidsserier

Klimaet – defineret som et langtidsmiddel af mange vejr situationer – varierer hen over et århundrede og på endnu længere tidsskalaer. Den tiltagende bekymring for negative effekter fra menneskelige aktiviteter skyldes erkendelsen af, at temperaturen i middel for den nordlige halvkugle er på vej opad (ca. 1/2-1° C pr århundrede).

Et studium af disse problemer er igangsat på basis af lange tidsserier af klimaparametrene, observeret på danske stationer (A. W. Hansen).

2. Afd. for fysisk oceanografi

Oceanografien, videnskaben om havet, motiveres blandt andet af vor udnyttelse af havets ressourcer. Denne forudsætter kendskab til de ydre livsbetingelser i havet, fx havvandets fysiske og kemiske egenskaber, havstrømme, energiforhold, langtidsvariationer i temperatur, saltindhold, iltindhold og næringssalte. Udnyttelse af andre materialer ude på havet, såsom olie, gas og mineralforekomster kræver ligledes et kendskab til både de fysiske og kemiske forhold på udvindingsstedet. Eksempelvis er forureningsgraden – og måden et vigtigt og relevant forskningsfelt. Samfundets forurening af havet gennem direkte og indirekte spildevandsudledninger til vore kystområder har i dag nødvendiggjort, at oceanografien må prioritere forsk-

ningsindsatsen på dette område ganske højt. Denne indsats koncentrerer sig især omkring de kystnære vandmassers blandingsmåder og deres evne til at transportere de miljøbelastende hovednæringssalte.

Afdelingens virksomhed omfatter undersøgelser af havstrømme samt disses transport af salt, varme, svæv og udvalgte stoffer (opløst organisk materiale, næringssalte, olie, etc.). Desuden arbejdes der fortsat på en global klassifikation på optisk grundlag af de øvre vandmasser i verdenshavet. Denne klassifikation bygger i dag på et materiale, der omfatter ca. 30 opmålte havområder i de 3 oceaner, og er benyttet til at udvikle og verificere algoritmer, som tillader beregninger af havets varmeindtag som følge af dagslysindstrålingen samt dets indhold af biomasse ud fra satellit- eller flybaserede data. Hele dette forskningsmateriale er nøje fulgt op med en instrumentudvikling – og produktion – på vort laboratorium. Disse instrumenter har international klasse og benyttes således da også af en række havforskningscentre verden over.

Af naturlige grunde er de danske, nordiske, færøske og grønlandske havområder vigtige undersøgelsesområder, uden at de dog af den grund nødvendigvis får den højeste prioritet. I de allerseneeste år har der været en tendens til at koncentrere forskningsinteressen omkring subtropiske og tropiske farvande ud for Afrika, sydlige USA, vestlige Australien og Adriaterhavet. Dette skyldes til en vis grad de givne bevillingsforhold.

2.1 Lysforhold og vandets optiske egenskaber

2.1.1 Havenes optiske egenskaber giver en række oplysninger om deres indhold af plankton, opslemmet materiale i form af detritus og sediment, samt om opløst organisk materiale. Herudover kan man få oplysninger om dybden af den nedre grænse for den plankton-produktive zone, vandkvaliteten og eutrofieringen samt om energitransformationer af det indfaldende dagslys til andre energiformer: varme, kemisk energi (fotosyntese) og fluorescent energi, for blot at nævne de tre vigtigste.

Satellit- og flymålinger over verdenshavet og kystnære farvande til kortlægning af specielt planktonforekomster og vandkvalitet kan alene udføres på baggrund af forudgående optiske målinger udført til søs. Forskningsaktiviteterne inden for den marine optik har derfor i hele instituttets eksistensperiode omfattet instrumentudvikling, optiske målinger til søs og teori-dannelse.

I de seneste 9 år er der arbejdet med data over havets farve, målt fra satellit (Nimbus 7 – Coastal Zone Color Scanner) og fra fly med et lignende instrument. De to metoder giver, efter korrektion for atmosfærens indvirkning, sammenfaldende resultater.

I år er denne farvemålingsteknik blevet udvidet med satellitmålinger af havets overfladetemperatur for bedre at kunne beskrive biomassens vandringer i

de øvre vandmasser (H. Hundahl, N. K. Højerslev, L. Nykjær).

2.1.2 Arbejdet med at udvikle en globalt gyldig optisk klassifikation af vandmasser er fortsat, specielt med henblik på at forbedre muligheden for pålidelig bestemmelse af biologisk aktivitet nær havoverfladen fra fly eller satellit – uden brug af forskningsskibe.

Tidligere mangeårige vandkvalitetsmålinger i de indre danske farvande med optiske metoder er analyserede og rapporteret. Disse målinger peger hen imod, at eutrofieringen i disse områder er mere end fordoblet i de seneste 20 år.

Metoder til måling af havets varmeindtag som følge af dagslysindstrålingen er forenklet og forbedret (J. Holm, N. K. Højerslev).

2.1.3 En doktordisputats, *Optical Properties of Sea Water*, som sammenfatter en væsentlig del af de resultater, der er opnået i de seneste år blev forsvaret den 9.4. 1986 og godkendt den 16.4. 1986 (N. K. Højerslev).

2.2 Instrumentudvikling

I løbet af året er et selvregistrerende bøjesystem færdiggjort og testet i havet ved flere lejligheder. Systemet måler vandets gennemskinnelighed, biologisk aktivitet gennem målinger af fluorescensen fra klorofyl-a, samt dagslysindstrålingen over og under vandoverfladen. Bøjesystemet er konstrueret således at instrumenter til flere måleparametre kan indkobles.

En optisk partikeltæller til bestemmelse af størrelsesfordelingen og mængden af suspenderet materiale (plankton, oliedråber, o.lign.) er færdigudviklet på laboratoriet og skal testes ved feltforsøg i 1987.

Arbejdet med et én-kanals oliefluorometer anses for færdiggjort, idet instrumentprototypen er kalibreret, testet ved et olie-feltforsøg i Nordatlanten samt rapporteret.

Endelig arbejdes der på laboratorieplan med at udvikle en spektral, kompakt og profilerende lystransmissionsmåler uden bevægelige dele (H. Hundahl, N. K. Højerslev).

3. Glaciologisk afdeling

Forskningen er fortsat koncentreret om den grønlandske indlandsis efter retningslinier omtalt i tidligere årbøger.

Det nordiske samarbejde, der startede i 1985, blev forsinket i 1986 og er udskudt til sommeren 1987. I europæisk regi inden for EF og i samarbejde med kolleger fra Schweiz planlægges et forskningsprojekt vedrørende klima og nedbørskemiske forhold i de sidste 1000 år. Disse forhold tænkes undersøgt i 400 m iskerne fra Central Grønland, hvorfra der eksisterer detaljeret information om disse forhold i de sidste 200 år.

Afdelingen samarbejder endvidere med amerikan-

ske kolleger om glacio-kemiske undersøgelser af voldsomme vulkanudbruds »fodspor« i arktiske og antarktiske iskerne. Deformations- og temperaturmålinger i borehullet ved Dye 3 genoptoges i 1986. Disse data indgår i de is-fysiske beregninger til etablering af en forbedret flydemodel til blandt andet en bedre forståelse af iskappens opførsel under ændrede klimatiske forhold. Af feltaktiviteter var foruden genmåling af dybdehullet ved Dye 3, et genbesøg ved Camp Century i Nordvest Grønland, 225 km øst for Thule. Her lå indtil 1967 en amerikansk videnskabelig station, hvor man borede den første iskerne til bunden af indlandsisen. Desværre vedligeholdt man ikke adgangen til dybdehullet, således har hullet siden 1977 været dækket af sne. 2 mand fra afdelingen genfandt i sommeren 1986 hullet. Det er derfor muligt at måle deformationen af dette borehul, der sidste gang blev målt i 1967. Herved vil der optages vigtig supplerende information om isens fysiske egenskaber fra endnu et dybdehul (H. B. Clausen, W. Dansgaard, N. S. Gundestrup, C. U. Hammer).

4. Afd. for den faste jords fysik

4.1 Inversion af refleksionsseismiske data

Refleksionsseismik er analyse af registreringer ved jordoverfladen af rystelser forårsaget af kunstige eksplosioner. Disse registreringer kan give oplysninger om de geologiske lags seismiske bølgeudbredelseshastigheder og vægtfylde og herved danne grundlag for en vurdering af et eventuelt olie- og gasindhold.

Analysen af registreringerne sker numerisk på kraftige computere. Hele problemstillingen kan formuleres som et matematisk ligningssystem, der har optimale løsninger, hvis nøjagtige udseende er svært at bestemme.

En effektiv numerisk metode til beregning af sådanne løsninger er udviklet og testet i 1986 (K. Mosegaard).

4.2 Termiske modeller for planeter

Efter afslutningen af Apollo rumprogrammet konkluderede man, at Månen indeholdt ca. 4 gange så meget uran som Jorden, og at Månen derfor ikke kunne være dannet samme sted som Jorden. I samarbejde med UCLA, Los Angeles, har vi fremstillet en todimensional regnemaskinmodel for temperaturen i de øverste 250 km af Månens overflade. Vi har vist, at det er sandsynligt, at Månen har ca. det samme indhold af uran som Jorden, og at det derfor ikke længere er udelukket, at de to planeter kan være dannet på samme sted. Vi har i år også arbejdet på at udvikle en én-dimensionel model for temperaturen ned gennem hele Månen. Dette arbejde er næsten afsluttet. Vi arbejder nu på at udvikle denne én-dimensionale model på Merkur, og på meteorit-moderlegemer (K. L. Rasmussen).

4.3 Kridt-Tertiær grænsen

Det har været foreslået, at dinosaurernes uddøen for 65 millioner år siden skyldtes et gigantisk meteornedslag. En af 4 væsentlige observationer til støtte for denne hypotese, er forekomsten af nogle ca. 1 mm store mineralkugler. Sanidin-sfæruler. Sanidin-sfærulerne er blevet fortolket som impacttektitter (nedstyrtning-smelte-dråber). Vi har i flere år samarbejdet med geologerne ved K. U. (H. J. Hansen og medarbejdere) om at impact-hypotesen var fejlagtig. I år har vi vist, at de nævnte Sanidin-sfæruler ikke er impacttektitter, men derimod små planterester uden nogen kosmisk forbindelse. Dette faktum fjerner en af de væsentlige grundpiller for impacthypotesen (K. L. Rasmussen).

4.4 Spektral repræsentation af data på kugleflade

I samarbejde med RISØ's afdeling for vindenergi og meteorologi er der udviklet en metode til FFT-analyse af data på en kugleflade, såvel skalare, vektorielle som tensorsdata (T. Risbo).

4.5 Halley-kometens vekselvirkning med solvinden

I samarbejde med Dansk Rumforskningsinstitut studeres kometen Halley's vekselvirkning med solvinden (T. Risbo).

4.6 Undersøgelser over Jordens magnetfelt ud fra borekerner

Jordens magnetfelt »fastfryses« ved afkøling af en smeltemasse. Dette magnetfelt kan selv efter millioner af år måles med avanceret udstyr. Resultaterne kan vise, hvordan Jordens magnetfelt har varieret i styrke og polaritet tilbage i tiden, samt at kontinenterne flytter sig i forhold til hinanden på Jordkuglen.

Flere undersøgelser er i gang i samarbejde med eksempelvis Geofysisk Afdeling, Institut for almen Geologi, Københavns Universitet (P. V. Sharma).

Redaktionsvirksomhed:

G. Kullenberg er medlem af redaktionskomiteen for tidsskrifterne Tellus og Marine Pollution Bulletin.

E. Eliassen er redaktionsmedlem ved tidsskriftet Tellus.

H. B. Clausen er co-editor ved Journal of Glaciology.

E. Rasmussen er co-editor ved Special Issue af Dynamics of Atmospheres and Oceans.

Kollegiale organer og lign.:

N. K. Højerslev: medlem af Nordisk Kollegium for Fysisk Oceanografi, Det internationale Havforskningsråd inden for hydrografi og remote sensing, dansk IAPSO-repræsentant, samt medlem af working group on marine optics/IAPSO.

C. U. Hammer: medlem af PRF's arbejdsgruppe for

atmosfærisk kemi. Dansk nomineret til: Geosphere/Biosphere committee-(ICSU).

E. Rasmussen er formand for Working Group C on mesoscale dynamics, IAMAP.

W. Dansgaard: medlem af Statens naturvidenskabelige Forskningsråd, Rumudvalget.

Gæster og rejser:

Professor J. Neumann, Israel i 3 mdr. Lektor Xu Zhenglang, Kina i 5 mdr. Professor Unnstein Stefansson, Reykjavik i 3 mdr. Professor S. Paterson, Vancouver i 3 mdr. Professor R. Long, USA i 3 mdr.

Fra afd. for Glaciologi har medarbejdere været i Grønland, hvor feltaktiviteterne foregår.

H. B. Clausen har i 3 mdr. arbejdet ved State University of New York at Buffalo.

Publikationer:

Dahl-Jensen, D., Johnsen, S.J.: Palaeotemperatures still exist in the Greenland Ice Sheet. Nature Vol. 320, No. 6059, s. 250-52, London 1986.

Finkel, R.C., Langway, C.C.J., Clausen, H.B.: Changes in precipitation chemistry at Dye 3, Greenland. Journal of Geophysical Research Vol. 91, No. D9, s. 9849-55, USA 1986.

Gundestrup, N.S., Bindshadler, R.A., Zwally, H.J.: Seasat range measurements verified on a 3-d ice sheet. Annals of Glaciology Vol. 8, s. 69-72, Cambridge 1986.

Hammer, C.U.: Frozen News on hot events. Nature Vol. 322, No. 6082, s. 778, England 1986.

-, Clausen, H.B., Tauber, H.: Ice-core dating of the Pleistocene / Holocene boundary applied to a calibration of the ¹⁴C time scale. Radiocarbon Vol. 28, No. 2 A, s. 284-91, USA 1986.

Hansen, A.W., Isaksen, I.: Tørke og ørkendannelse i meteorologisk perspektiv. Geografisk Orientering 3, s. 320-23, København 1986.

Hansen, H.J., Gwozdz, R., Bromley, R.G., Rasmussen, K.L., Vogensen, E.W., Pedersen, K.R.: Cretaceous-tertiary Boundary Spherules from Denmark, New Zealand and Spain. Bull. Geol. Soc. Denmark 35, s. 75-82, København 1986.

-, Gwozdz, R., Rasmussen, K.L., Hansen, J.M., Bromley, R.G.: The diachronous c/t plankton extinction in the danish basin. Lecture notes in earth sciences, vol 8: Global Bio-events, O. Walliser (ed.), s. 381-84, Berlin/Heidelberg 1986.

Hundahl, H., Højerslev, N.K.: Optical methods in oceanography with special reference to oil fluorometry. International seminar on chemical and natural dispersion of oil on the sea, S. E. Sørstrøm, s. 450-71, Trondheim 1986.

Højerslev, N.K.: Visibility of the Sea with special reference to the Secchi Disc. Ocean Optics VIII, Marvin A. Blizard (ed.), s. 294-305, USA 1986.

- , Nykjaer, L., Camp, L.v.: Remote Sensing of the Northwest African Upwelling Area – contribution of CZCS and AVHRR images and meteorological data for a study of the upwelling phenomenon. Data Catalogue Vol. I + II, s. 207p, 101p, Ispra, Italien 1986.
- : Studier af vandkvaliteten 1953-75 omkring Sjøland som led i den marin-optiske forskning i Danmark. Historiske Perspektiver, Beretning fra Fjerde Danske Havforskermøde, København, januar 1986, Dansk Nationalråd for Oceanologi, s. 87-98, Hirtshals 1986.
- Højerslev, N.: Optical Properties of Sea Water. Numerical Data and Functional Relationships in Science and Technology. New Series, Group V, vol. 3, Oceanography, Subvolume a, J. Sündermann, s. 383-462, Heidelberg 1986.
- Maurette, M., Hammer, C.U., Brownlee, D.E., Reeh, N., Thomsen, H.H.: Placers of cosmic dust in the blue ice lakes of Greenland. Science Vol. 233, s. 869-72, USA 1986.
- Mayewski, P.A., Lyones, W.B., Dansgaard, W.: Sulfate and Nitrate Concentrations from South Greenland Ice Core. Science Vol. 232, s. 975-77, Washington 1986.
- Rasmussen, E.A.: Det norske "Polar Lows Project". VEJRET 28, s. 11, København 1986.
- Rasmussen, E.A., Zick, C.: A polar low type of vortex over the Mediterranean. Proceedings of the International Conference on Polar Lows, Oslo 1986, The Norwegian Meteorological Institute (eds), s. 11, Oslo, Norge 1986.
- : Different types of polar lows affecting Scandinavia. Proceedings of the International Conference on Polar LOWS, Oslo 1986, The Norwegian Meteorological Institute (eds), s. 13, Oslo, Norge 1986.
- Rasmussen, K.L.: Tunguska Mysteriet i 1908. Naturrens Verden 9, s. 352-60, København 1986.
- Sharma, P.V.: Geophysical Methods in Geology. New York 1986, 442 s.
- Steffesen, M., Rasmussen, E.A.: An investigation of the use of TOVS-data in polar low research. Polar Lows Project, Subproject No. II Technical Report No. 25, s. 45, Oslo, Norge 1986.
- Thompson, L.G., Mosley-Thompson, E., Dansgaard, W.: The Little Ice Age as Recorded in the Stratigraphy of the Tropical Quelccaya Ice Cap. Science Vol. 234, No. 4774, s. 361-64, Washington 1986.

Aksel Walløe Hansen

4. Niels Bohr Institutet

Historie:

Kort skitse af Niels Bohr Institutets udvikling. (Læser, der måtte være interesserede i en fyldigere fortællinger om Niels Bohr Institutets historie, kan henvises til en bog af den unge australske fysiker Peter Robertson: *The Early Years: The Niels Bohr Institute 1921-30* (Akademisk Forlag 1979).

Baggrunden for instituttets oprettelse var følgende: I 1913 udkom Niels Bohrs første banebrydende arbejder om atomernes opbygning og stabilitet. De følgende par år tilbragte Bohr i England efter indbydelse af Rutherford. I 1916 vendte han hjem for at overtage det nyoprettede professorat i teoretisk fysik ved Københavns Universitet.

I begyndelsen havde Bohr blot et lille arbejdsværelse i Sølvgade, men han tog hurtigt initiativ til oprettelsen af et institut, hvor arbejdet skulle koncentrere sig om udforskningen af de helt nye og overraskende lov-mæssigheder, som atomernes verden havde åbenbaret.

Gennem en storsindet indsamlingsindsats fra privat side blev en grund ved Fælleden erhvervet og staten bekostede opførelsen af den bygning, som stadig rummer auditoriet i sin oprindelige skikkelse. »Instituttet for teoretisk Fysik« stod færdig i 1921.

Instituttet blev hurtigt et internationalt samlingssted, og kredsen omkring Bohr med Heisenberg i spidsen lagde grundstenen til den helt nye begrebsbygning, som vi kalder kvantemekanikken. I trediveerne, efter opdagelsen af neutronen, blev studiet af atomkernerne struktur et centralt element i instituttets virke, som det er den dag i dag, hvor dog selvfølgelig mange andre nye problemkredse er kommet til, f.eks. forbundet med udforskningen af kernepartiklernes indre struktur og universets udvikling på stor skala.

Siden 1921 har instituttet gentagne gange gennemgået udvidelser, både ved egentlig tilbygning og ved overtagelse af de oprindelige til lærerboliger indrettede »villaer«. Udvidelsen 1924-26 blev bekostet af International Education Board (den senere Rockefeller Foundation), og grunden blev stillet til rådighed af Københavns Kommune. En ny betydelig udvidelse af instituttet fandt sted i 1946-48 bekostet af statsmidler med store tilskud, især til den eksperimentelle udrustning, fra Carlsbergfondet og Thrigefondet. I 1961 kom så Tandem Accelerator Laboratoriet til, der af pladsmæssige hensyn placeredes som nabo til forsøgsstationen Risø.

Niels Bohr virkede til sin død i 1962 som instituttets bestyrer. I den siden da forløbne tid har instituttets stab set det som en hovedopgave at bevare og videreudvikle instituttets særlige karakter af et internationalt videnskabeligt samarbejdssted, som har præget det lige siden dets grundlæggelse, ligesåvel som den

særlige vægt på et nært samarbejde mellem teoretisk og eksperimentel forskning.

Ved Niels Bohrs 80-års dag i oktober 1965 fik Institutet for teoretisk Fysik officielt det navn, som det i årevis havde haft i folkemunde: Niels Bohr Institutet.

I 1957 oprettedes NORDITA (Nordisk Institut for teoretisk Atomfysik) som en internordisk institution i tæt tilknytning til Niels Bohr Institutet. De to institutter har siden da boet og arbejdet nært sammen i bygningskomplekset på Blegdamsvej. Gennem virksomheden ved NORDITA har miljøet ved de to institutter for eksempel fået udbygget kontakten med faststoffysik og astrofysik.

Lokaleforhold:

Blegdamsvej

I 1986 er aktiviteten i den tidligere afdeling for Isotop Separation og Atomare Sammenstød nedlagt på grund af den pålagte personale reduktion.

De lokaler, som herved blev ledige er taget i brug til eksperimentel højenergifysik.

Den »gamle« isotopseparator er overtaget af Danmarks Tekniske Museum, Helsingør. Den »nye« isotopseparator vil blive etableret som et fælles instrument for Niels Bohr Institutet og Fysisk Laboratorium, lokaliseret på H. C. Ørsted Institutet.

Stab:

Blegdamsvej

VIP: Antal årsværk: 66, hvoraf instituttets stab: 42 og gæsteforskere: 24.

Professorer: Aa. Bohr, T. Huus, O. Nathan (orlov), Aa. Winther.

Forskningsprofessor: H. B. Nielsen.

Lektorer: M.-L. Andersen, J. M. Bang, S. Bjørnholm, J. Bondorf, N. Brene, R. A. Broglia, H. Bøggild, E. Dahl-Jensen, G. Damgaard, T. Døssing, J. D. Hansen, K. H. Hansen (bestyrer), S. Holm, J. E. Hooper, J. Kalckar, B. Lautrup, E. R. Lohse, B. Madsen, R. Møllerud, O. B. Nielsen, B. Nilsson, P. Olesen, J. L. Petersen, N. O. Roy-Poulsen, O. Ulfbeck, L. Vistsen.

Adjunkter: J. Ambjørn, P. H. Damgaard, P. H. Hansen.

Seniorstipendiat: H. Flyvbjerg.

Kandidatstipendiat: C. Jensen, J. Sommer-Larsen, J. Sidenius, K. Sneppen, H. H. Thodberg.

Lektorstipendiat: P. Cvitanović.

Forskningsrådsstipendiat: J. R. Hansen, J. A. Lopez, P. R. Møller, R. Nakayama, P. Orland, G. Petersen, C. Yannouleas.

Andre stipendiat og langtidsgæster:

C. S. Aulakh, F. P. Barranco, Z. Bern, C. Dasso, J. de Boer, E. Gonzales, E. Gozzi, V. G. Guba, M. Jensen, O. Kofoed-Hansen, R. A. Kvatadze, P. Lotti, E. G. Lubeck, M. M. Nieto, J. M. Pacheco, V. Pönisch,

D. Rohrlich, T. Shimada, Y. R. Shimizu, M. Shintani, J. Teuber, E. Vigezzi, S.-K. Yang, M. Yu, H.-B. Zheng.

Akademisk TAP: Antal årsværk: 5.

H. Bertelsen, Ph. Dam, O. Holck, A. Lindahl, J. Madsen, G. Sidenius.

TAP: Antal årsværk: 42.

R. Almegaard, M. Andersen, S. T. Andersen, L. Antvorskov, F. Benajem, H. Bork, B. Brøndum, M. Christensen, E. Damborg, J. Damstedt, S. Aa. Djernæs, A. Elsving, E. Grothe, K. Gudbjerg-Hansen, H. Gustafsson, E. Hansen, F. Hansen, F. B. Hansen, J. B. Hansen, U. H. Hansen, U. M. Hansen, B. Heitmann, Aa. Hellsten, I. Holm, B. Jacobsen, E. G. Jacobsen, J. Jensen, K. T. Jensen, P. Jensen, K. Johansson, L. Jørgensen, L. Karrer, M. Kozner, I. Kjems, L. Kristiansen, B. Larsen, U. Larsen, V. Lasheras, B. Madsen, J. Madsen, L. Madsen, B. Maimin, F. Michaelson (orlov), J. Michaelsen, B. F. Mikkelsen, L. J. Mortensen, K. Møller, A. Nielsen, B. Nielsen, J. B. Nielsen, R. Nielsen, S. Aa. Nielsen, E. Perl, E. Petersen, B. Poulsen, L. Raundorf, B. Reinert, E. Rostrop, V. Rothenberg, J. Skjoldborg, O. Slott, H. Torstrup, T. Trinnerup, H. Vedel, V. Voetmann, K. Walind, B. Wetche.

Tandem Accerator Laboratoriet

VIP: Antal årsværk: 23, hvoraf instituttets stab: 17 og gæsteforskere: 6.

Professor: B. Elbek.

Lektorer: J. H. Bjerregaard, J. Borggreen, P. R. Christensen, C. Ellegaard, C. Gaarde, J. Garrett, G. Hagemann, B. Herskind, A. Holm, P. Høj-Christensen, J. S. Larsen, M. Olesen, J. Pedersen, G. Sletten, F. Videbæk (orlov).

Lektorstipendiat: J. J. Gaardhøje.

Forskningsstipendiat: B. Lauritzen, F. Azgui, P. Chowdhury.

Andre stipendiat og langtidsgæster: A. Bruce, J. H. Christiansen, T. S. Jørgensen, B. Million, M. A. Riley, K.-J. Schiffer, C.-H. Yu.

Akademisk TAP: Antal årsværk: 3.

K. Hagemann, N. J. S. Hansen, P. Knudsen.

Antal årsværk for TAP Personale: 25.

I. Aarasin, B. Andersen, K. Bjørnholt, L. W. Boesen, I. Bærentsen, I. Christiansen, S. Dahl, J. Engelhardt, J. Fenger (orlov), C. Hansen, E. I. Hansen, H. E. Hansen, H. J. Hansen, J. C. Hansen, B. Hørmann, I. Jørgensen, J. Jørgensen, T. Kamper, J. E. Knudsen, H. Kyndbo, K. W. Lauritzen, N. K. Lindegaard, C. Mortensen, G. W. Olsen, I. Olsen, O. B. Rasmussen, J. E. Sørensen, G. Thomsen (orlov), B. Thorvaldsen, J. Westergaard.

Forskningsvirksomhed:

Fysikkens udvikling i vort århundrede er ikke mindst kendetegnet ved dens stadigt videre rækkende sammenhæng og fastere vævede enhed, der så at sige spænder over hele naturens register fra atomkernepartiklernes (nukleonernes) indre struktur over makroskopiske stofformer til selve opbygningen og udviklingen af universet som helhed. Niels Bohr Institutet må i overensstemmelse med sine traditioner og sin funktion i det internationale videnskabelige samarbejde føle det på én gang som en naturlig forpligtelse og som en inspirerende udfordring at søge at bidrage til den videnskabelige udvikling over den størst mulige del af dette spektrum. – Det siger sig selv, at de følgende linier, hvori situationen søges malet med bred pensel, ikke kan yde retfærdighed mod de mange separate fremskridt af detaljer, hvoraf helheden til syvende og sidst bygges op. I så henseende henvises den interesserede læser til Institutets årlige forskningsrapport. (Research Activities at the Niels Bohr Institute & Nordita, seneste udg. February 1987. Fås ved henvendelse til instituttet).

Et grundlæggende træk i kvantefysikken er dette, at den rum-tidslige udstrækning af de strukturer, som man kan undersøge med en given stråle af atomare partikler, varierer i omvendt forhold til energien af de anvendte partikler. Dette træk – som direkte afspejler bølgeaspektet af de atomare objekter – er ansvarligt for, at udforskningen af nukleonernes (protonens og neutronens) indre struktur kræver anvendelsen af uhyre store accelerators til frembringelse af høj-energetiske partikelstråler. Sådanne anlæg overstiger et enkelt lands ressourcer (undtagen for de allerstørstes vedkommende), men takket være Danmarks medlemskab af den inter-europæiske organisation CERN, er instituttets medarbejdere i stand til at bidrage til den eksperimentelle højeenergifysik ved hjælp af accelerators i Geneve. Her studeres processer, hvor høje-energetiske protoner bringes til sammenstød med andre protoner eller antiprotoner og dels spredes, dels omdannes til andre partikler herunder mesoner (der kan anskues som »kvanter« i de kraftfelter, der formidler de stærke kernekrafter mellem, for eksempel, nukleonerne i en atomkerne). De eksperimenter ved CERN, som Niels Bohr Institutets højeenergifyskafdeling har deltaget i, har særlig drejet sig om undersøgelser af strukturen af den partikelstråling, der er resultatet af et stærkt uelastisk sammenstød mellem to protoner eller mellem en proton og en antiproton. Sigtet er herved at kunne isolere og studere begivenheder, som har dominerende træk kommende fra et enkelt tæt og hårdt sammenstød af en delpartikel (kvark eller gluon) fra hver af de to objekter (proton/antiproton), som passerer hinanden.

De teoretiske problemstillinger inden for højeenergifysikens område karakteriseres ved den kompleksitet, der er et resultat af forsøgene på at indbygge relati-

vitetsteoriens krav i en konsekvent kvanteteoretisk beskrivelse. Lovende udviklinger er forbundet med en feltbeskrivelse af de elementære vekselvirkninger gennem en særlig klasse af felter, de såkaldte gauge felter.

De elementære partikler, som erfaringsmaterialet udpeger, omfatter tre familier på hver to kvarker som elementarpartikler for de stærkt vekselvirkende kernepartikler og tre familier på hver to leptoner (hvoraf elektronen og dens tilhørende neutrino er een), som ikke påvirkes af de stærke kernekrafter. Disse to sæt af seks partikler er alle såkaldte fermioner (partikler med halvtalligt spin ($1/2$)).

Kraftfelterne, som virker imellem partiklerne, har kvanter, de såkaldte bosoner (partikler med heltalligt spin). Af dem kendes fotonen (kvanter af de elektromagnetiske kraftfelter), gluonerne (kvanter af kraftfelterne imellem kvarkerne) og de tunge vektorbosoner W og Z (kvanter af de svage kernekraftfelter).

En af hovedaktiviteterne på Niels Bohr Institutet er den teoretiske og eksperimentelle udforskning af atomkernernes struktur og egenskaber. Med undtagelse af kernerne af de letteste grundstoffer er atomkernerne jo sammensat af et stort antal nukleoner. Sådanne mange-partikel kvantesystemer opviser træk, der er helt forskellige fra de enkelte bestanddeles egenskaber, såkaldte »kollektive effekter«. Et ledemotiv i kernefysikkens udvikling gennem de sidste tyve år har været samspillet mellem enkelt partikel egenskaber og kollektive egenskaber. I den forløbne periode er et rigt nuanceret billede af kernestoffets egenskaber under normale forhold tonet frem. Uanset detaljer, der endnu måtte mangle, turde en vis foreløbig afslutning være nået i denne henseende. For en nøjere efterprøvelse af de stadig mere forfinede teoretiske forestillinger er det nu af største interesse at studere kernerne under forhold, der afviger stærkt fra de normale. Af særlig betydning i denne henseende er situationer, hvor kernerne er i hastig rotation, hvorved indflydelsen af de sædvanligvis ganske svage centrifugalkrafter og Corioliskrafter bliver særdeles følelig.

Studiet af kernestoffet under disse forhold involverer sammenstød mellem ioner af tunge kerner. Alt efter hvor tæt kernerne passerer forbi hinanden, kan der i sådanne processer ske en hel række reaktioner, lige fra rent elektromagnetiske anslag (når kernerne passerer langt fra hinanden), overførsel af nogle få nukleoner (når kernerne akkurat kommer indenfor kernekrafternes rækkevidde) til såkaldte dybt inelastiske kollisioner og fusions-reaktioner, i hvilke de to kerner smelter sammen til én kerne. I det sidste tilfælde er det netop, at denne ved fusionen frembragte »compound«-kerne udmærker sig ved meget høje rotations-hastigheder (store impuls momenter), der rækker helt op til den grænse, hinsides hvilken kernen ikke længere er stabil.

Ligesom det som nævnt er tilfældet for atomkernerne, der udviser karakteristiske egenskaber resulterende

de ved et samvirke af et stort antal kernepartikler, frembyder materien i den faste og flydende tilstandsform egenskaber, som må fortolkes som typiske kollektive effekter (et eksempel herpå er den såkaldte supraleddning). Faststoffysikken, der især dyrkes i gruppen ved NORDITA, har berøringsflader både til astrofysikken (stoffets tilstandsformer under ekstremt høje tryk, som inde i stjernerne) og til kernefysikken og endda højenergifysikken, hvor man i den formelle beskrivelse støder på problemstillinger, der er analoge til dem, man møder ved karakteriseringen af faseovergange (f.eks. overgang fra fast til flydende eller supraleddende til normal fase).

Astrofysikken, der udgør den yderste ende af fysikkens register, fra det uendelig små til det uendelig store, tilstræber tillige i mange henseender en syntese af samtlige fysikkens discipliner. Det eksperimentelle grundlag er naturligvis astronomiske observationer af optiske kilder (synligt lys) eller radiokilder. Institutet kan i disse år glæde sig ved en løfterig udvikling såvel af kontakten til den observerende astronomi, som af opbygning af en teoretisk astrofysikgruppe ved NORDITA, som medarbejdere ved Niels Bohr Institutet kan samarbejde med. Overmåde indtryksfuld er den indsigt, at universet ikke er et statisk system – en teaterscene – men et system i en dynamisk udvikling, om hvis faser vi gennem astrofysikken får stadigt mere pålidelige vidnesbyrd. Den foreløbige eksperimentelle indsigt er i overensstemmelse med den antagelse, at universet er begyndt med en uhyre lille udstrækning med overmåde høj tæthed og temperatur og er opstået i et »big bang« for 10-20 milliarder år siden. Siden da er temperaturen og tætheden aftaget som følge af en stadig kosmisk udvidelse, om hvilken rød-forskydningen af spektrallinierne fra fjerne galakser (mælkevejs-systemer) bringer os bud.

Der er al mulig grund til at tro, at fysikken også i fremtiden inden for forskellige områder af det samlede register vil give anledning til ny dybtgående belæring med hensyn til rækkevidden og foreneligheden af fundamentale dagligdags begreber inden for et stadig udvidet erfaringsområde. Som det allerede blev erkendt efter udviklingen af relativitetsteorien og kvanteteorien har denne belæring en meget generel karakter, idet den øger vor indsigt i vilkårene for gensidig menneskelig meddelelse og beskrivelse af erfaringer overhovedet.

De enkelte fysiske fagområders udvikling sker i betydelig grad gennem et samspil imellem dem, og der kan knyttes lovende perspektiver til en udnyttelse af foreliggende naturlige muligheder for en tættere organisation af de ydre rammer for separate aktiviteter. Derfor indeholdt Niels Bohr Institutets bidrag til Det naturvidenskabelige Fakultets langsigtede forskningsplanlægning i foråret 1986 en tilslutning til forslaget om, at der på grundene Blegdamsvej 15-21 skabes et nyt forskningscenter omfattende NBI, NORDI-

TA, Dansk Rumforsknings Institut og Astronomisk Observatorium ved Københavns Universitet. Den umiddelbare anledning til fremsættelsen af dette forslag er Dansk Rumforsknings Instituts ønske om at flytte fra dets nuværende placering i lejede lokaler i Lyngby til en placering i nærmere tilknytning til de nævnte institutioner.

1. Teoretisk partikelfysik

Problemstillingerne inden for den teoretiske partikelfysik tager udgangspunkt i den såkaldte »standard model«. Denne udgøres af teorierne for de fire naturkræfter: de elektromagnetiske og de svage (beskrevet af Glashow-Weinberg-Salam-teorien), de stærke (beskrevet af kvantekromodynamikken) samt de gravitationelle eller tyngdekræfterne (beskrevet af Einsteins almene relativitetsteori). Alle disse teorier behandler naturens frihedsgrader som geometriske, ikke som mere almene numeriske størrelser. De kaldes gauge-teorier. Ifølge standard-modellen er stoffet sammensat af såkaldte kvark- og leptonpartikler, der vekselvirker indbyrdes som beskrevet af teorierne. Der kendes 3 såkaldte familier, hver bestående af to kvark- og to lepton-»arter«. Standard-modellen har fejret en lang række triumfer og står idag uimodsagt af eksperimenter. Imidlertid står mange spørgsmål stadig uafklarede. Den aktuelle forskning sigter dels på en uddybende forståelse af den måde, standard-modellen virker på, dels på forsøg på at indbygge standard-modellen i en større forenet rammeteori for alle vekselvirkninger. Af betydelig interesse i disse år er således forestillinger om, at alle standard-modellens kvanter (frihedsgrader) har deres udspring i forskellige anslåede tilstande af en »universel« superstreng. For at undersøge disse og andre forhold søger forskningen i partikelfysik inspiration fra mange nabo-discipliner: astrofysik, faststoffysik, overfladefysik, matematik, etc. (H. B. Nielsen, Professor P. Di Vecchia (Nordita), N. Brene, B. Lautrup, P. Olesen, J. L. Petersen, P. Cvitanović, H. Flyvbjerg, J. Sidenius, J. Ambjørn, P. H. Damgaard, C. S. Aulak, D. Bennett (Farmaceutisk Højskole), Z. Bern, A. Clarizia (Nordita), B. Durhuus (Matematisk Institut), M. Einhorn (Nordita), M. Flensburg (Nordita), G. Goldberg (Nordita), E. Gozzi, J. Greensite, E. K. Grundberg (Nordita), K. Hornfeck (Nordita), T. Jönsson (Nordita), M. Laursen (Nordita), J. T. M. Louko (Nordita), K. J. Mursula (Nordita), R. Nakayama, M. Nieto, E. J. Nykänen (Nordita), P. Orland, F. Pezzella (Nordita), F. Ravanim (Nordita), D. Rohrlich, T. Shimada, M. Shintani, A. K. Tollsten, S.-K. Yang, M. Yu, H. B. Zheng, M. Øgren).

2. Relativitetsteori og kvanteteorien

Disse beskrivelser er grundigt udforskede og deres empiriske gyldighed vel efterprøvet - for den relativistiske kvanteelektrodynamiks vedkommende med svimlen-

de præcision. Ikke desto mindre rummer de her og der paradokser, der så at sige er blevet efterladt, da fysikkens frontlinje rykkede fremad. Som eksempel kan nævnes: Ækvivalensmellem elektromagnetisk selvenergi og inertiel masse (analyseret i publikation i 1982), lokalisering af ladede partikler med spin, elektromagnetisk udstråling fra ladninger i frit fald (konstant acceleration) og beskrivelse af det elektromagnetiske vacuum fra et accelereret henførelsessystem (Professor J. Lindhard (Fysisk Institut, Aarhus), J. Kalckar, O. Ulfbeck)

3. Kvantebeskrivelsen af systemer med mange frihedsgrader

Kvantefysikkens udvikling har stadigt tydeligere demonstreret, at systemer med stort antal frihedsgrader (f.eks. kvantevædske, tunge atomkerner, metaller, elektromagnetiske felter) rummer helt overraskende subtile træk uden noget modstykke hos kvantesystemer med ganske få frihedsgrader (brintatomer, lette kerner). Alle de gængse indførelser (lærebøger, etc.) tager udgangspunkt i og lægger hovedvægten på systemer med få frihedsgrader. Den opgave – at udarbejde et kursus (med foreløbige noter), hvori studenterne fra første færd stilles over for typiske systemer med mange frihedsgrader er fascinerende derved, at den fremviser et forskningsmæssigt såvel som et pædagogisk aspekt. Forskningsaspektet består i at fremdrage eller konstruere særligt karakteristiske eksempler, og at analysere problemstillingerne nøje for derefter at skrælle dem for alle komplikationer, der ikke er essentielle. Tilbage står den gradvise simplificering af argumentationen, indtil kun selve det logiske skelet står tilbage. Det pædagogiske aspekt er at bibringe studenterne præcis den fænomenologiske forståelse og formelle kunnen, som er nødvendig for forståelsen af argumentationen (Aa. Bohr, O. Ulfbeck)

4. Eksperimentel partikelfysik

Medarbejdere ved instituttet er som grupper i internationale kollaborationer engagerede i eksperimentelle programmer ved CERN. I to løbende eksperimentelle programmer undersøges strukturen af partikelstrålingen fra stærkt uelastiske sammenstød mellem to protoner eller mellem en proton og en antiproton. De to programmer er baseret på eksperimentelle data fra forsøg ved CERN's proton lagerringe (ISR, som blev nedlagt i 1984, men eksperimentets dataanalyse foregår stadigvæk) og ved proton-antiproton Collideren i CERN's Super Proton Synchrotron (SPS), hvor de sammenstødende partiklers energier i tyngdepunktsystemet er henholdsvis omkring 30 GeV og 300 GeV. I begge tilfælde observeres der begivenheder, hvor den udsendte stråling vidner om tætte og hårde sammenstød mellem et enkelt par af delpartikler (kvarker eller gluoner) fra proton/antiproton parret, som passerer igennem hinanden, og

eksperimenterne tillader derfor studier af disse stødprocesser imellem kvarker og gluoner. Fremtrædende træk ved fænomenerne omfatter de såkaldte jetter (forholdsvis snævre byger af partikler), der fremkommer som slutprodukter, når en spredt kvark eller gluon bevæger sig væk fra de øvrige kvarker og gluoner i systemet, og identificerbare henfaldsprodukter af de tunge vektorbosoner W^+ og Z^0 , som produceres i sammenstød mellem en kvark og en antikvark af tilstrækkelig energi. Disse partikler, hvis masser er omkring 90 GeV/c², spiller en rolle for de svage kernekrafter svarende til den rolle, som fotonen spiller for de elektromagnetiske kræfter. Observationerne af deres henfaldsprodukter i eksperimenterne ved SPS Collideren udgør de første direkte eksperimentelle vidnesbyrd om deres eksistens.

Begge de to eksperimenter er nu i sene faser af deres omkring tiårige lvetider, og de to grupper af medarbejdere deltager nu også i forberedelserne til at af de ialt fire store eksperimenter, som planlægges udført ved den elektron-positron collider, LEP, som er under bygning ved CERN, og som forventes færdigbygget i 1989. De to eksperimenter kaldes ALEPH og DELPHI. Blandt de på forhånd kendte emner som vil blive studeret her, er for eksempel Z^0 partiklen, der vil optræde som en kraftig resonans i e^+e^- vekselvirkningen, når e^+e^- systemets energi svarer til Z^0 massen, og e^+e^- annihilationer ind i hadrontilstande, som vides at gå igennem en mellemtilstand, bestående af et kvark-antikvark par. De resulterende jetter vil tillade nye og detaljerede studier af kvarkernes og gluonernes fysik. I en senere fase af LEP programmet vil støden energien blive forøget tilstrækkeligt til, at produktionsprocessen $e^+e^- \rightarrow W^+W^-$ kan studeres.

En fremtrædende fysisk problemstilling angår spørgsmålet om, hvorfor de fire »jævnbyrdige« partikler, fotonen, Z^0 , W^+ vejer omkring 90 gange så meget som en proton).

Herudover deltager man i planlægningen af eksperimentelle undersøgelser af sammenstød mellem relativistiske tunge atomkerner. Motiveringen for sådanne undersøgelser er en forventning om, at der i sammenstød mellem energirige tunge atomkerner hyppigt vil optræde en så stærk opvarmning og sammenpresning af kernestoffet, at det fra sin sædvanlige fase bestående af protoner og neutroner går over i en fase bestående af kvarker og gluoner. Studier af forholdene omkring en sådan faseovergang vil kunne belyse de centrale problemstillinger angående kvarkernes og gluonernes indespærring i hadronerne under sædvanlige kernefysiske forhold (ISR/DELPHI: H. Bøggild, E. Dahl-Jensen, G. Damgaard, K. H. Hansen, J. E. Hooper, E. Lohse, P. R. Møller, H. H. Thodberg, R. Kvatadze).

SPS/ALEPH: Lektorerne J. D. Hansen, B. Madsen, R. Møllerud, Adjunkt P. H. Hansen, J. Renner Hansen, G. Petersen, O. Kofoed-Hansen).

5. Teoretisk kernefysik

De teoretiske studier af atomkernernes egenskaber er stærkt præget af den store teknologiske udvikling af de eksperimentelle muligheder, som har fundet sted i det sidste årti.

Gennem konstruktion af nye accelerators ved adskillige udenlandske laboratorier er det blevet muligt at frembringe energirige projektiler af store atomkerner, der bringes til at ramme andre atomkerner. Kollisioner mellem atomkerner kan bringe kernestoffet i situationer, der er vidt forskellige fra forholdene i de stabile atomkerner. Med variation af projektilets størrelse og energi fås en righoldighed af overgange til nye former for kernestof, rækkende fra opløsningen af superfluiditet ved de laveste energier, over en eksplosiv fordampning af de kolliderende kerner ved mellemergier, til en eventuel opløsning af den indre struktur af kernernes protoner og neutroner ved de højeste energier.

Den teoretiske kernefysikgruppe ved Niels Bohr Institutet har i samarbejde med de mange gæster, der har besøgt instituttet, været centralt placeret i undersøgelsen, som dækker hovedparten af dette store felt.

Ved de laveste energier har de kolliderende atomkerner en tendens til at smelte sammen til en enkelt kerne. Sandsynligheden for sammensmeltning er givet ved en kvante-tunneleffekt. Overførsel af løst bundne nukleoner kan give overraskende modifikationer af tunnelprocessen. Ved lidt højere energi kan den sammensmeltede kerne rotere stærkt efter dannelsen, eller de to kerner kan hænge sammen i kort tid før derefter at fortsætte deres bevægelse, efter at have udvekslet både energi og stof. Disse reaktionsprodukter fra kollisionerne er varme kerner, der roterer og vibrerer. Under deres afkøling udsendes nukleoner og gammastråling. Studiet af højt anslåede kvantesystemer og den måde, de mange forskellige bevægelsesformer indvirker på hinanden, har været en væsentlig aktivitet i gruppen i det forløbne år. Disse studier har hentet inspiration fra de højt udviklede eksperimentelle metoder til detektion af gammastråle henfald, som er udviklet på instituttets Tandem Accelerator Laboratorium. Teoretiske undersøgelser af selve kollisionsforløbet er en anden problemkreds. I denne forbindelse er der udført teoretiske studier af de gnidningskræfter, der bremser den relative bevægelse af de to atomkerner.

Når bombardementsenergien i kollisionsprocessen kommer over en vis tærskelværdi, kan kernestoffets sammenhængskraft overskrides, og de kolliderende kerner vil brydes i mange større eller mindre stykker. Disse brudfænomener i kollisioner ved højere energier har været et vigtigt forskningsområde for gruppen i det forløbne år. En sådan fragmentering er kendt fra andre grene af fysikken og giver fælles aktivitet med grupper indenfor faststoffysik og astrofysik.

Ved voksende energi kan stoffet også komprimeres,

og over en vis temperatur vil nukleonernes indre frihedsgrader anslås og pi-mesoner udsendes. Den dynamiske udvikling af kernestoffets bevægelse i disse voldsomme kernekollisioner er en kompliceret problemstilling, der har optaget gruppen i stigende grad i det forløbne år.

Ved meget høj energi kan nukleonerne antages helt at miste deres identitet, hvilket betyder, at stoffet i et kort tidsrum og indenfor det lille volumen, der udspændes af de kolliderende atomkerner, overgår til en tilstand, der formentlig eksisterede tidligt i det ekspanderende univers – den såkaldte kvark-gluonfase. Der findes endnu ikke eksperimentelle data, som kan understøtte denne teoretiske overvejelse, der har stigende international interesse i disse år. I gruppen i København har der været aktivitet også indenfor dette felt.

Nukleonernes indre frihedsgrader kan vise sig i andre kerneegenskaber, der også er blevet studeret ved Niels Bohr Institutet. Ved kernereaktioner, som benytter sig af lette projektiler med middelhøje energier, har man anslået en spin-kæmperesonans. De nærmere undersøgelser af denne tilstand har vist effekter fra nukleonernes indre frihedsgrader og har været studeret ved modeller, hvor nukleonerne opfattes som opbygget af kvarker. Gruppen har også været engageret i teoretiske studier af betydningen af de indre nukleon-frihedsgrader for egenskaberne ved udstrakt kernestof.

Disse udviklinger i kernefysikken, som bliver gennemført i et nært samarbejde med flere udenlandske grupper og NORDITA, er ved at åbne grænseområdet til partikelfysikken.

De eksperimentelle og teoretiske kernefysikgrupper ved NBI har i 1986 afholdt nedennævnte fire internationale arbejdskonferencer indenfor forskellige af de nævnte områder:

3.- 5. feb. »Delta's in nuclei«	50 deltagere
12.-17. maj »Nuclear Structure«	130 deltagere
17.-20. nov. »Relativistic effects in nuclei«	50 deltagere
11.-12. dec. »The physics of intermediate energy heavy ion reactions«	50 deltagere

(Aa. Winther, J. M. Bang, J. Bondorf, R. A. Broglia, T. Døssing, B. S. Nilsson, G. Dasso, K. Sneppen, F. P. Barranco, J. de Boer, V. G. Guba, B. Lauritzen, J. A. Lopez, P. Lotti, E. G. Lübeck, W. E. Ormand, J. Pacheco, V. Pönisch, Y. R. Shimizu, E. Vigezzi, C. Yannouleas. Herudover har et stort antal korttids-gæster (under 3 mdr.) medvirket til gruppens arbejde).

6. Eksperimentel kernefysik ved Tandem Accelerator Laboratoriet

Den eksperimentelle forskning i kernefysik er koncentreret omkring instituttets Tandem Accelerator Laboratorium ved Risø. Acceleratoren, som anvendes både

af laboratoriets egne medarbejdere og gæsteforskere på kortere eller længere ophold, bliver i disse år udbygget med en efter-accelerator for tunge ioner. Denne forventes færdig i slutningen af 1987, og det bliver således muligt at accelerere f.eks. ^{48}Ca ioner op til en energi på 230 MeV.

Samtidigt udvikles der et multi-detektor-system kaldet NORDBALL i samarbejde med nordiske forskergrupper og grupper fra Japan, Holland, Italien og Tyskland. Dette instrument vil være særlig velegnet til studier af de gammastrålekaskader, som udsendes fra hurtigt roterende atomkerner.

Denne udvikling tager sigte på at studere atomkernens kvantetilstande under de mest ekstreme forhold, som kan opnås ved at smelte to tunge atomkerner sammen op til grænsen af maksimalt impulsmoment, med rotationshastigheder på op til 10^{20} omdrejninger/sek. Ved endnu større impulsmoment rives den sammensmeltede compoundkerne igen i stykker af de stærkt virkende centrifugal- og Corioliskræfter og undergår fission.

Atomkernen, som udgør et af naturens mest enestående laboratorier for studiet af kvantefysikkens love for et lukket system af stærkt vekselvirkende partikler, kan herved studeres under påvirkning af disse velkendte fiktive kræfter. Kernestoffet udviser en særlig dualitet, hvor kernepartiklerne på den ene side danner et middelfelt, hvori den enkelte partikels bevægelse kan beskrives som uafhængig af de andre i enkeltpartikel baner, men på den anden side giver to-legeme vekselvirkningerne imellem partiklerne grund til en række kollektive effekter, som for eksempel bestemmer kernens form og superfluiditet.

Indtil moderniseringen af laboratoriet er tilendebragt udføres en stor del af medarbejdernes forskning som samarbejdsprojekter ved udenlandske accelerators, især i England og Frankrig. Data fra eksperimenterne indsamles der og hjemtages på magnetiske tapes. Den egentlige analyse og fortolkning af resultaterne foregår på Tandem Laboratoriet ved hjælp af den herværende VAX 11/780 datamat, og to NORD dataprocessorer, som også samtidigt anvendes til online analyse af forsøg med afdelingens tandem accelerator.

Forsøgene i Daresbury, England tager sigte på studiet af diskrete kvantetilstande med højt spin (stor rotationshastighed) og lav indre energi, hvor bl.a. faseovergangen imellem kernens superflydende og normale tilstand kan studeres. Samspillet mellem enkeltpartikel- og kollektive frihedsgrader er studeret på atomkerner i overgangsområdet mellem særlig og ellipsoid facon i masseområdet $A = 150-160$. Flere kerner viser sameksistens af flere former ved høje spin.

Ved lidt højere indre energi, hvor niveautætheden bliver stor har de nyeste eksperimenter vist, at de underliggende diskrete rotationsbåndstrukturer blandes, således at der sker en dæmpning af henfaldssand-

synligheden. Dette kvantefænomen, som også studeres af instituttets teoretikergruppe, svarer sandsynligvis til liniebredden i nuclear magnetic resonance (NMR), som er velkendt og skyldes blanding af elektronbanernes kvantetilstande gennem spinvekselvirkning.

Ved endnu højere indre energi kan »kæmpe resonanser« svarende til stærke kollektive excitationer af atomkernen, bygget på tilstande af høje temperaturer og spin, observeres ved gammastråler, som med stor energi men lille sandsynlighed (10^{-3}) udsendes i konkurrence med partikelfordampningen. Nye målemetoder til studiet af kæmperesonansernes energifordeling med stor nøjagtighed er blevet udviklet i forbindelse med forsøgene i Daresbury, hvor for eksempel kernens formændringer ved højere temperatur og spin studeres.

Energiområdet er udvidet yderligere ved lignende forsøg udført ved den dobbelte cyklotron-accelerator i Grenoble, Frankrig, hvor det for første gang er lykkedes at verificere disse kollektive bevægelsesformer i kerner med ekstremt høje temperaturer ($kT = 6 \text{ MeV}$, hvor k er Boltzmanns konstant), tæt på grænsen hvor man forventer, at kernerne går fra »flydende« – til »dampforn«.

En gruppe ved laboratoriet studerer i samarbejde med forskere fra Frankrig og Sverige, hvordan pi-mesonen opfører sig i kernestoffet. Disse undersøgelser kræver meget høj beam-energi og udføres ved Laboratoire National Saturne i Frankrig. Der benyttes kerneaktioner med både lette (deuterium og tritium) og tunge (^{12}C , ^{16}O og ^{20}Ne) kerner som projektiler. Det er de såkaldte ladnings-ombytnings-reaktioner, der er meget selektive overfor spin-korrelationer i kernerne, som man benytter. Specielt er ($d, ^2\text{He}$) reaktionen nyttig, da den kan udføres med spin-polariserede projektiler. De benyttede reaktioner giver anledning til anslag af indre frihedsgrader i selve atomkernens partikler, nukleonerne, og feltet rummer således aspekter af både kernefysisk og partikelfysisk karakter. (Samtlige videnskabelige medarbejdere ved Tandem Accelerator Laboratoriet har bidraget til en eller flere af de nævnte forskningsaktiviteter.)

7. Eksperimentel kernefysik ved andre laboratorier

På grund af den pålagte reduktion af VIP-staben ved instituttet er den formelle deltagelse fra Niels Bohr Institutet i ISOLDE samarbejdet ved CERN ophørt i 1986.

Dette hidtidige internationale samarbejde HIJAC omkring tungion eksperimenter ved CERN's synchrocyclotron er ophørt med udgangen af 1986. Med basis i dette samarbejde og i udvidet form med deltagelse fra især skandinaviske laboratorier påbegyndes i 1987 et nyt projekt CHIC, der især sigter på eksperimenter med tungion-kollisioner ved to accelerators i det nyoprettede Svedberg laboratorium i Uppsala, men også

på eksperimenter ved andre udenlandske laboratorier. I den nye CELSIUS accelerator i Uppsala kan der opnås langt højere energier end hidtil i CERN's synchrocyklotron, og det er hensigten at studere kernestoffet i et energiområde, der hidtil næsten ikke har været benyttet. I dette område påregnes der kompression af kernestoffet, og anslag af indre nukleonfrihedsgrader forventes at spille en væsentlig rolle. Niels Bohr Institutet deltager med bygning af spredningskammer og med teoretisk assistance til projektet (J. P. Bondorf, T. Døssing, K. Sneppen).

8. Astrofysik

Astrofysik er et spirende forskningsfelt ved Niels Bohr Institutet. Instituttets indsats er for indværende stærkt koncentreret omkring det observerende arbejde, hvor der benyttes kikkerter beliggende på ESO's Observatorium i Chile i forbindelse med bl.a. detektor udstyr udviklet på instituttet. En del af det observerende arbejde sker i et nært samarbejde med astronomerne ved Astronomisk Observatorium, Københavns Universitet, medens de mere teoretiske aspekter af de til observationerne hørende analyser foregår i et nært samarbejde med astrofysikerne ved NORDITA. Der er endvidere ved at udvikle sig delvis teoretiske projekter ved instituttet, en udvikling der ikke mindst skyldes de muligheder som installationen af det kraftige regnearbejde VAX8600 har åbnet for.

Følgende forskellige emner er for tiden i fokus:

8.1 Identifikation og radial-hastigheds bestemmelser af fjerne blå horisontal gren stjerner

Projektets formål er at identificere og måle radial-hastigheden af blå horisontal gren (HB) stjerner i den ydre del af Galaksens halo – ud til en afstand af ca. 40 kpc fra Galaksens centrum. Ud fra et kendskab til rumlige og kinematiske egenskaber for systemet af HB stjerner vil man være i stand til at belyse spørgsmålet: Er Galaksen omgivet af en massiv halo af ikke-lysende stof?

Endvidere opnår man værdifulde oplysninger om dele af Galaksens synlige halo v.h.a. HB stjernerne.

En stjerne-dynamisk analyse af de til nu opnåede resultater viser noget overraskende, at egenskaberne af systemet af blå horisontal gren halo stjerner kan forklares uden at antage, at Galaksen er omgivet af en massiv halo af ikke-lysende stof. På den anden side, hvis den massive halo er en realitet så indikerer resultaterne at Galaksen blev dannet ved enten en langsom sammentrækning fra en turbulent quasilegsvægtet tilstand eller ved en sammensmeltning af mange allerede delvis virialiserede småsystemer, og ikke ved en hurtig sammentrækning fra en temmelig »kold« begyndelses tilstand.

8.2 Studier af Quasi-stellare objekter

Der hersker endnu en stor usikkerhed om dybdeforde-

lingen af QSO objekter. Preliminære analyser af de hidtidige resultater peger kraftigt mod, at meget stærke selektions-effekter i samplet har gjort sig gældende.

To af de observerede QSO objekter er såkaldte BAL-QSO objekter (BAL = Broad Absorption Line). Disse to BAL-QSO objekter er under detaljeret studium.

8.3 Overflade fotometri af meget fjerne elliptiske galakser

Den klareste elliptiske galakse i en galaksehob betragtes ofte som en standard lyskilde. For en standard lyskilde uden udvikling forventes den bolometriske størrelsesklasse at variere som $(1+z)^{-4}$, hvor z er rødforskydningen, såvel som at vinkeludstrækningen varierer med z . Det har imidlertid vist sig, at såvel dynamiske faktorer (kannibalisme) som udviklingen af stjernerne bevirker, at de klareste elliptiske galakser i en galaksehob ikke er standard-lyskilder, men at det er muligt at korrigere for ovennævnte effekter. De indtil nu gennemførte observationer til belysning af disse problemer har været meget lovende.

8.4 Observationer af Hubble Flow anisotropier

Projektets formål er at undersøge om de hidtil fundne anisotropier i Hubbleekspansionen skyldes, at der til disse undersøgelser har været anvendt størrelsesklasse begrænsede sampler.

En del af projektet består i en statistisk simulering af hidtidige data, idet de kendte »nære« objekter anbringes i et volumen svarende til, hvad observationerne angiver. Dernæst »anbringes« de kendte superhobe (som f.eks. Hercules- Borealis), og disses indflydelse på de allerede opnåede resultater vurderes.

Den observationelle del af projektet består i at skabe et sample, der ikke er størrelsesklasse begrænset, men volumen begrænset. Dertil tænkes benyttet en infrarød farve-størrelsesklasse relation for spiral galakser til bestemmelse af absolutte størrelsesklasser. Det er anslået, at det vil være nødvendigt, at samplet indeholder ca. 1000 galakser. Det er foreslået at begynde med at sample på ca. 200 galakser, hvor rødforskydningen allerede er kendt, således at infrarød farvestørrelsesklasse relationen kan testes (Per Rex Christensen, J. Sommer-Larsen, J. Hesselbjerg Christensen, J. Teuber).

9. Undersøgelse af meteoritter

I en speciel astrofysisk sammenhæng studerer en gruppe medarbejdere i samarbejde med Jens Martin Knudsen og andre medarbejdere fra Fysisk Laboratorium og med medarbejdere ved andre institutter meteoriters strukturer, med særlig vægt lagt på jern-nikkel strukturer i meteoritterne. De kan være forskellige fra de strukturer som findes i jordisk materiale på grund af en meget langsom afkøling af meteoritten. Man forsøger at anvende de observerede jern-nikkel faser i me-

teoritterne som indikatorer for udviklingshistorien i solsystemet.

Solens anvendte metode er baseret på Mössbauer spektroskopi, og gruppen har udviklet metoder med anvendelse af konversionselektroner til undersøgelser af tynde overfladelag (~ 500 Ångstrøm) af jernholdige materialer.

De udviklede metoder anvendes også af gruppen til undersøgelser af jern i ionbeskudte stållegeringer.

Instituttets kemilaboratorium har hidtil bidraget til disse undersøgelser. På grund af den pålagte reduktion af VIP staben ved instituttet er kemilaboratoriet nedlagt som en selvstændig afdeling i 1986 (N. O. Roy-Poulsen, L. Vistisen, M.-L. Andersen, L. M. Larsen).

10. Det nye regnemaskineudstyr

Det regnemaskineudstyr, som VELUX Fonden i 1985 skænkede til instituttet, er i løbet af den første del af 1986 installeret og bragt i funktion. Det nye udstyr, som nu omfatter et VAX8650 anlæg på Blegdamsvej og et VAX 11/780 anlæg på Tandem Accelerator Laboratoriet, har i høj grad stimuleret aktiviteten i næsten alle instituttets forskningsområder.

De lokale regnemuligheder, som der herved er skabt, har reduceret instituttets anvendelse af regnekapacitet på UNIC til omkring halvdelen af det tidligere omfang. De totale omkostninger til EDB er om trent uændrede.

Anden virksomhed:

Isotopproduktions Projektet

Den indtægtsdækkede virksomhed, Isotopproduktions Projektet er videreført i 1986 med anvendelse af instituttets cyclotron. Der er fremstillet et stort antal radioaktive kilder af bestemte, ønskede isotoper, mest til medicinske anvendelser, men også til anvendelse i biologiske og biokemiske forsøg og i private industrivirksomheder.

Isotopproduktions Projektet har i 1986 haft behov for og kunnet bære ansættelse af en heltids og en deltid videnskabelig medarbejder. Instituttets kemilaboratorium spiller en vigtig rolle for projektet. Som nævnt ovenfor er det i 1986 nedlagt som en selvstændig aktivitet ved instituttet, men laboratoriets faciliteter opretholdes af hensyn til blandt andet Isotopproduktions Projektets behov.

Isotopproduktions Projektet har nu fungeret som et pilotprojekt i omkring 15 år, og det har vist sig som en levedygtig virksomhed, som der er behov for i omgivende forsknings- og erhvervsvirksomheder. Dets fremtidige placering er et åbent spørgsmål. For eksempel indeholder Finsen Instituttets placering på Rigshospitalet interessante perspektiver i denne sammenhæng (M.-L. Andersen, N. O. Roy-Poulsen, L. Vistisen, M. Jensen, M.-L. Andersen).

PIXE projektet

Instituttets Van de Graaff accelerator på Blegdamsvej anvendes af Miljøministeriet til luftforurenings analyser. (PIXE: Proton Induced X-ray Emission).

Der er knyttet en stab på to videnskabelige medarbejdere og en forskningstekniker til projektet.

Projektets fremtidige permanente placering er et åbent spørgsmål, som er koblet til for eksempel Niels Bohr Instituttets pladsbehov.

Niels Bohr Arkivet

Niels Bohr Arkivet blev den 7. oktober 1985 oprettet som en tilskudsberettiget selvejende institution i tilknytning til Niels Bohr Institutet og Københavns Universitet. Arkivets samlinger, som opbevares på instituttet, rummer enestående kilder til studiet af kvantefysikkens historie. En af hovedaktiviteterne er udgivelsen af »Niels Bohr Collected Works«, hvoraf der nu er udgivet 7 ud af de ialt 11 planlagte bind. I 1986 udkom bind 9: »Nuclear Physics«, redigeret af Sir Rudolf Peierls.

Arkivets lønnede personale udgøres for tiden af forstanderen, en sekretær og en konserveringstekniker. Der er behov for udvidede rammer for Niels Bohr Arkivet. Dels til opbevaring på tilgængelig måde af arkivets samlinger, og dels til de gæsteforskere, som ønsker at studere og anvende arkivets materiale.

Udgivervirksomhed:

De fysikstuderende udgiver ved en redaktionskomité med Niels Bohr Instituttets støtte bladet GAMMA. Det udsendes til fysikere, studerende og gymnasier i fire numre om året i et oplag på 3000 eksemplarer.

Lektorstipendie programmet

Det sidste tiårs manglende muligheder for ansættelser af selv de stærkeste blandt de nye kræfter i faste universitetsstillinger har skabt en situation, der indebærer en overhængende fare for, at en stor del af kræfterne fra denne periode tvinges til at gå andre steder hen.

Derfor henvendte Niels Bohr Institutet sig i begyndelsen af 1986 til en række private danske fonde og erhvervsvirksomheder med anmodning om økonomisk støtte til et stipendieprogram, som kan række frem til en tid, hvor man tør håbe på, at der igen kan blive tale om ansættelser i faste universitetsstillinger for eksempel som genbesættelser af stillinger, der bliver ledige ved nuværende medarbejderes afgang.

Denne henvendelse fik et så positivt og generøst svar, at det på grundlag af de modtagne tilsagn om økonomisk støtte blev muligt at iværksætte et stipendieprogram, som strækker sig over perioden 1.11.1986-1992. Det omfatter ialt syv stipendiater, kaldet lektorstipendiater fordi de vil indgå i den videnskabelige stab på lige fod med lektorerne ved instituttet. De syv lektorstipendiater tiltræder deres stipen-

dier på tidspunkter, som afhænger af hidtidige engagementer. De varierer fra den 1.11.86 til medio 1989. Københavns Universitet er den lønadministrerende myndighed for stipendieprogrammet.

Det økonomiske grundlag for stipendieprogrammet er givet som kontante bidrag og som tilsagn om årlige indbetalinger af bidrag henover programmets periode. Bidragyderne er Augustinus Fonden, Bikubenfonden, Carlsbergfondet, Den Danske Banks Fond, Handelsbankens Fond, Direktør Ib Henriksens Fond, Knud Højgaards Fond, Reinholdt W. Jorck og Hustrus Fond, Jørgen Lauritzen Fondet, Privatbankens Fond, Sparekassen SDS.

Ialt er der givet tilsagn om godt 9 millioner kroner henover program perioden.

Internationalt samarbejde

I løbet af kalenderåret 1986 har 79 udenlandske og danske forskere gæstet Niels Bohr Institutet og NORDITA for en periode af mere end 3 mdr.

De har fordelt sig på følgende lande:

Algier	1	Japan	5
Argentina	1	Kina	4
Brasilien	1	Mexico	1
Danmark	14	Norge	1
England	4	Portugal	1
Finland	7	Spanien	3
Frankrig	1	Sverige	6
Grækenland	1	USA	9
Indien	3	USSR	2
Italien	6	Vesttyskland	6
Island	2		

Herudover har institutterne haft omkring 400 gæster på kortere besøg (3 mdr. eller derunder). Dertil kommer gæster, som har deltaget i symposier ved NBI og NORDITA.

På de teoretiske forskningsområder foregår det internationale samarbejde i udstrakt grad ved gæsteforskernes ophold her. Langt størstedelen af de ovennævnte 79 gæsteforskere er teoretikere.

Deltagelse i eksperimentel højeenergi partikelfysik er helt baseret på internationalt samarbejde om eksperimenter ved acceleratorlaboratorier andre steder i verden; hidtil udelukkende omkring eksperimenter ved CERN. Et eksperiment foreslås og gennemføres almindeligvis af en kollaboration bestående af grupper på hver 5-10 medarbejdere fra ialt 20-40 institutter. Den totale varighed af en sådan kollaboration fra et forslags fremsættelse til afslutningen af den sidste publikation er typisk omkring 10 år.

I den fremtidige udvikling vil der blive interesse for at deltage i højeenergi eksperimenter ved andre acceleratorlaboratorier end CERN. For eksempel vil den planlagte tungjons Collider (kolliderende jonstråler

med 100 GeV per nukleon og masse tal omkring 200), RHIC i Brookhaven National Accelerator Laboratory tiltrække stor interesse.

Den eksperimentelle kernefysik drives med en hjemmebasis på Tandem Accelerator Laboratoriet. Her kan man gennemføre nogle af de forsøg, som man ønsker at gøre, og gæsteforskere kommer her for at være med. Andre forsøg, som stiller krav, der ikke kan opfyldes på TAL, gennemføres i udstrakt grad som rejsefysik til udenlandske laboratorier, som regel i et samarbejde med fysikere ved det udenlandske laboratorium. Det fornødne detektorudstyr kan ofte bygges og forberedes på TAL. Almindelige udførelsesperioder ved det udenlandske laboratorium er en uge til en måned.

Rejser:

J. Bang til Dubna, USSR: – feb.-marts og sept.-okt. S. Bjørnholm til Grenoble, Frankrig: – feb.-aug. R. Broglia til Milano, Italien: – jan.-juni, og til Oak Ridge, Californien: – juli-august. J. E. Hooper til CERN: – jan.-april. C. Jensen til Cambridge og London: – okt.-nov. J. Kalckar til Rom i marts, juli og december. B. Lauritzen til Oak Ridge, Ca. i aug.-sept. H. Bech Nielsen til Italien, Tyskland, England og USA i nov.-december. J. L. Petersen til CERN, Schweiz, i sept. H. H. Thodberg til CERN, Schweiz, i sept. F. Videbæk til Argonne Nat.Lab., USA, i jan.-dec. Aa. Winther til USA og Kina i apr.-maj.

Publikationer:

Abdalla, E.: Generation of Composite Operators in Supergravity. Acta Physica Polonica B17, s. 169-75, Polen 1986.

Abrosimov, V.I., Randrup, J.: Macroscopic Response of the Nuclear Surface. Nucl. Phys. A449, s. 446-58, Amsterdam 1986.

Ambjørn, J., Olesen, P., Peterson, C.: Recent results in SU(2) Gauge Theory: Thin strings, adjoint string tensions and dimensional reduction. Quarks 84. The Seminar Proceedings, Tbilisi, May 1984., Inst. f. Nuclear Research of The USSR Academy of Science, s. 49-63, Moskva 1985.

Ambjørn, J., Durhuus, B., Fröhlich, J., Orland, P.: The Appearance of Critical Dimensions in Regulated String Theories. Nucl. Phys. B270(FS16), s. 457-82, Holland 1986.

–, Yang, S.: The SU(2) Chiral Model in an External Field: A complex stochastic process on a non-abelian group. Nucl.Phys. B275 (FS17), s. 18-38, Holland 1986.

–, Durhuus, B., Fröhlich, J.: The Appearance of Critical Dimensions in Regulated String Theories (II). Nucl.Phys. B275 (FS17), s. 161-84, Holland 1986.

–, Flensburg, M., Peterson, C.: The Complex Langevin Equation and Monte Carlo Simulations of Ac-

- tions with Static Charges. Nucl. Phys. B275 (FS17), s. 375-97, Holland 1986.
- Andronenko, L.N., Barz, H.W., Bondorf, J.P., Donangelo, R., Schulz, H., et al.: Mass yield distributions for 1 GeV proton-induced nuclear reactions on Ni and Ag. Physics Letters B174, 1, s. 18-22, Amsterdam 1986.
- Appel, J.A., Hansen, J.D., Hansen, P.H., Kofoed-Hansen, O., Madsen, B., Møllerud, R., et al: Direct Photon Production at the CERN antiproton-proton Collider. Physics Letters B176, No. 1,2, s. 239-46, Holland 1986.
- Appel, J.A., Hansen, J.D., Hansen, J.R., Hansen, P.H., Kofoed-Hansen, O., Madsen, B., Møllerud, R.: A Study of Three-Jet Events at the CERN proton-antiproton Collider. Z.Phys.C – Particles and Fields 30, s. 341-53, Berlin 1986.
- , Hansen, J.D., Hansen, J.R., Hansen, P.H., Kofoed-Hansen, O., Madsen, B., Møllerud, R., Nilsson, B.: Measurement of W^+ and Z^0 Properties at the CERN proton-antiproton collider. Z.Phys. C – Particles and Fields 30, s. 1-22, Berlin 1986.
- Bacelar, J.C., Holm, A., Herskind, B., et al: Lifetime measurements of High-Spin States in ^{166}Yb . Phys. Rev. Lett. Vol. 57, No. 24, s. 3019-22, New York 1986.
- Bachelier, D., Ellegaard, C., Gaarde, C., Larsen, J.S., et al: First observation of the Δ resonance in relativistic heavy-ion charge-exchange reactions. Phys. Lett. B172, No. 1, s. 23-26, Amsterdam 1986.
- Bang, J., et al.: Spin-Isospin Excitations in Nuclei. Physics Scripta 34, s. 541-49, Stockholm 1986.
- , Boer, J.d.: Semiclassical descriptions of atomic and nuclear collisions. Proceedings of the Niels Bohr Centennial Conference, Copenhagen, March 25-28, 1985. Amsterdam 1985, 487 s.
- Barz, H.W., Bondorf, J.P., Donangelo, R., Schulz, H.: Connection between the Thermodynamical and the Percolation Models of Nuclear Fragmentation. Physics Letters 169B, 4, s. 318-22, Amsterdam 1986.
- , Bondorf, J.P., Donangelo, R., Mishustin, I.N., Schulz, H.: Statistical Multifragmentation of Nuclei (III). Decay of the fragments. Nucl. Phys. A448, s. 753-63, Amsterdam 1986.
- , Bondorf, J.P., Schulz, H., et al.: Onset of Multifragmentation Dominance at 1 GeV Proton-induced Nuclear Reaction for Target Nuclei with $A < 160$. Nucl. Phys. A460, s. 714-22, Holland 1986.
- Bengtsson, R., Frauendorf, S., May, F.: Quasiparticle levels in rotating rare earth nuclei: a cranked shell-model dictionary. Atomic Data & Nucl. Data Tables 35, s. 15-122, New York 1986.
- Bennett, D.L., Brene, N., Mizrahi, L., Nielsen, H.B.: Confusing the Heterotic String. Physics Letters B178, nos. 2,3, s. 179-86, Holland 1986.
- Bertholet, R., Bjørnholm, S., et al.: Hard photon production in nucleus-nucleus collisions at 30 MeV/u and 44 MeV/u. Journal de Physique, Colloque 47,C4, no. 8, s. 201-04, Frankrig 1986.
- Bertsch, G.F., Broglia, R.A.: Giant resonances in hot nuclei. Physics Today 39,8, s. 44-52, New York 1986.
- Bjørnholm, S.: Book review: D. Allan Bromley ed: "Treatise on Heavy-Ion Science, vol. 2, Fusion and quasifusion phenomena". Nucl. Phys. A449, s. 761-62, Amsterdam 1986.
- : Om atomkernes væskeegenskaber. Fysisk Tidsskrift 84, 1, s. 1-16, København 1986.
- : Implications of independent particle motion for fission and fusion dynamics. International Conference on Nuclear Physics, Proceedings, Bombay, India, 27-21 December 1984, B. K. Jain, B. C. Sinha, s. 384-412, Singapore 1985.
- : The nuclear quantum liquid off equilibrium. How can Niels Bohr's and Mayer-Jensens ideas coexist? Nucl. Phys. A447, s. 117C-32C, Holland 1985.
- Boer, J.d., Dal, E., Ulfbeck, O.: The lesson of Quantum theory. Part 2. The lesson of Quantum Theory. Niels Bohr Centenary Symposium October 3-7., 1985, J. de Boer, E. Dal, O. Ulfbeck, s. 23-383, Amsterdam 1986.
- Bondorf, J., Garrett, J.D., et al.: Conference panel of the Second International Conference on Nucleus-Nucleus Collisions. Nucl. Phys. A447, s. 655C-700C, Amsterdam 1985.
- Bondorf, J.P.: Multifragmentation of Hot Nuclei. Journal de Physique, Colloque, C4, suppl. au nr 8 47, s. C4.263-74, Frankrig 1986.
- Borggreen, J., Gaardhøje, J.J., Garrett, J.D., Hagemann, G.B., Herskind, B., Holm, A., Olesen, M., Pedersen, J., Sletten, G.: Slide report – Workshop on Nuclear Structure, The Niels Bohr Institute, May 12-17, 1986. Slide Report – Workshop on Nuclear Structure. The Niels Bohr Institute, May 12-17, 1986, J. Borggreen, J. J. Gaardhøje, J. D. Garrett, G. B. Hagemann, B. Herskind, A. Holm, M. Olesen, J. Petersen, G. Sletten, s. 1-191, Risø 1986.
- Bortignon, P.F., Broglia, R.A., et al: Probing the Nuclear Response with One- and Two-Nucleon Pick-Up Reactions. Physica Scripta 34, s. 678-81, Stockholm 1986.
- Bortignon, P.F., Broglia, R.A., Bertsch, G.F., Pachecco, J.: Damping of Nuclear Excitations at Finite Temperature. Nucl. Phys. A460, s. 149-63, Amsterdam 1986.
- Botner, O.: Fragmentation of High- P_t Jets Produced in pp Collisions at the ISR. The Axial Field Spectrometer Collaboration. Proceedings of the International Europhysics Conference on High Energy Physics, Bari, Italien, 1985, L. Nitti, G. Preparata, s. 532-35, Bari, Italien 1986.
- : Di-Jet Production in pp Collisions at SQ RT(s) = 63 GeV. The Axial Field Spectrometer Collabora-

- tion. Proceedings of the International Europhysics Conference on High Energy Physics, Bari, Italy, 1985, L.Nitti, G.Preparata, s. 467-69, Bari, Italien 1986.
- Bragin, V.N., Pollarolo, G., Winther, A.: Coupled channels analysis of the $^{16}\text{O}+^{28}\text{Si}$ Reaction near the Coulomb Barrier. Nucl. Phys. A456, s. 475-88, Amsterdam 1986.
- , Donangelo, R.: Energy Dependence of the Optical Potential for $^{16}\text{O}+^{28}\text{Si}$ elastic Scattering in the energy range of $E = 55\text{-}215$ MeV. Nucl. Phys. A454, s. 409-28, Amsterdam 1986.
- Brogia, R.A., Diebel, M., Frauendorf, S., Gallardo, M.: Role of the Ground State Correlations induced by Pairing Vibrations in Strongly Rotating Nuclei. Physics Letters 166B, 3, s. 252-63, Amsterdam 1986.
- , Gallardo, M.: Random phase approximation treatment of the pairing phase transition in strongly rotating nuclei. Nucl. Phys A 447, s. 489C-516C, Holland 1985.
- Carlen, L.e.a., Bondorf, J.P., Nielsen, O.B.: Heavy Ion Collisions at Intermediate Energies. Physica Scripta 34, s. 475-83, Stockholm 1986.
- Contardo, D., Ellegaard, C., Gaarde, C., Larsen, J.S., et al: Study of the Δ isobar excitation in nuclei with the ($^3\text{He}, t$) reaction. Phys. Lett. 168B, No. 4, s. 331-35, Amsterdam 1986.
- Dasso, C.H., Espensen, H., Landowne, S.: Comment on "Anomalous Broad Spin Distributions in Sub-barrier Fusion Reactions". Phys. Rev. Lett. 57, No. 12, s. 1498, New York 1986.
- , Landowne, S., Pollarolo, G., Winther, A.: On the Nuclear Polarization Potential for Heavy-Ion Scattering. Nucl. Phys. A459, s. 134-44, Amsterdam 1986.
- , Vitturi, A.: Macroscopic Description of Pair Transfer in Heavy-Ion Collisions with Deformed Nuclei. Physics Letters B179, 4, s. 337-41, Amsterdam 1986.
- Deleplanque, M.A., Døssing, T., et al: Shapes and alignments at high spin in some rare-earth nuclei. Nucl. Phys. A448, s. 495-545, Amsterdam 1986.
- Derrida, B., Flyvbjerg, H.: Multivalley structure in Kauffman's model: analogy with spin glasses. J. Phys. A: Math. Gen. 19, s. L1003-08, England 1986.
- Di V.P., Petersen, J.L.: On the Unitary Representations of $N = 2$ Superconformal Theory. Physica Letters B 172, no.2, s. 211-15, Holland 1986.
- Dmitriev, V.e.a., Gaarde, C.: Δ -Formation in the $^1\text{H}(^3\text{He}, ^3\text{H}) \Delta^{++}$ Reaction at Intermediate Energies. Nucl. Phys. A459, s. 503-24, Holland 1986.
- Donangelo, R., Canto, L.F.: Studies of Nucleus-Nucleus Collisions with a Schematic Liquid-Drop Model and One-Body Dissipation. Nucl. Phys. A451, s. 349-64, Amsterdam 1986.
- Dumitrescu, T.S., Dasso, C.H., et al: Collective excitations in spherical nuclei: response functions, transition densities and velocity fields. J. Phys. G: Nucl. Phys. 12, s. 349-69, England 1986.
- Ebert, D., Reinhardt, H.: Effective Chiral Hadron Lagrangian with Anomalies and Skyrme Terms from Quark Flavour Dynamics. Nuclear Physics B271, s. 188-226, Holland 1986.
- Frandsen, P., Garrett, J.D., Hagemann, G.B., Herskind, B., Riley, M.A., et al: Electromagnetic properties through two band crossings in ^{165}Lu . Physics Letters 177B, s. 287-92, Amsterdam 1986.
- Gaarde, C.: Spin modes. Proceedings: International School on Nuclear Structure, Alushta, Crimea. JINR (Joint Institute for Nuclear Research, Dubna), V. G. Soloviev, Yu. P. Popov, s. 104-23, Dubna 1985.
- Gaardhøje, J.J., Ellegaard, C., Herskind, B., et al: Gamma decay of isovector giant resonances built on highly excited states in ^{111}Sn . Phys. Rev. Lett. 56, no. 17, s. 1783-86, New York 1986.
- , The dynamics of nuclear structure at high excitation energy. Frontiers in nuclear dynamics, R. A. Broglia, C. H. Dasso (eds), s. 133-70, New York 1985.
- Garrett, J.D.: The "single-particle" spectrum of states: Correlated or uncorrelated? Nuclear structure 1985, R. Broglia, G. B. Hagemann, B. Herskind (eds), s. 111-27, Amsterdam 1985.
- Garrett, J.D.: Spectroscopy of rapidly-rotating nuclei. Proceedings of the NATO Advanced Studies institute International Summer School on New Vistas in Nuclear Dynamics, P. J. Brussard, J. H. Koch (eds), s. 1-56, New York 1986.
- , Dizzily deformed dysprosium. Nature 323, s. 395, London 1986.
- , Correlations in rapidly-rotating nuclei. Selected Topics in Nuclear Structure. Proceedings of XXI Winter School on Physics, Zakopane, Poland, April 1986, R. Broda, Z. Stachura, s. 15-44, Krakov 1986.
- , Hagemann, G.B., Herskind, B.: Recent nuclear structure studies in rapidly-rotating nuclei. Annual Review of Nuclear and Particle Science. Vol.36, J. D. Jackson, H. E. Gove, R. F. Schwitters, s. 419-73, Palo Alto, Californien 1986.
- Goldman, T., Hughes, R.J., Nieto, M.M.: Experimental Evidence for Quantum Gravity? Physics Letters B171, no. 2,3, s. 217-22, Holland 1986.
- Gozzi, E.: Fermionic zero modes and violation of the fluctuation-dissipation theorem. Phys.Rev.D. 33, no.2, s. 584-87, New York 1986.
- , Nodal structure of supersymmetric wave functions. Phys.Rev.D. 33, No.12, s. 3665-69, New York 1986.
- Guba, V.G., Nikolaev, M.A., Urin, M.G.: Main parameters of charge-exchange resonance relaxation within the model of interacting and independently damping quasiparticles. Phys. Rev. C34, 4, s. 1488-90, New York 1986.

- , Urin, M.G.: Shell-Optical Approach to Interpretation of the Main Relaxation Parameters of Analog Resonances in Medium and Heavy Nuclei. Nucl. Phys. A460, s. 222-44, Amsterdam 1986.
- Hagemann, G.: Nuclear Structure Studies at High Rotational Frequencies. s. 305-29, Chur, Schweiz 1986.
- Herskind, B.: Nuclear Structure at High Spin. Heavy Ion Collisions. Cargèse 1984, P. Bonche, M. Levy, P. Quentin, D. Vautherin, s. 99-118, New York 1986.
- : The Nordball – A multidetector system for the study of nuclear structure. Nucl. Phys. A447, s. 395C-412C, Amsterdam 1985.
- Hughes, R.J., Kostecky, V.A., Nieto, M.M.: Supersymmetry in a First-Order Dirac Equation for a Landau-Hall System. Physics Letters B 171, no.2,3, s. 226-30, Holland 1986.
- , Kostecky, V.A., Nieto, M.M.: Supersymmetric Quantum Mechanics in a First-order Dirac Equation. Phys. Rev. D34, no. 4, s. 1100-07, New York 1986.
- Jensen, C.: Frigørelsen fra den halvklassiske atommodel, 1920-1925. Fysisk Tidsskrift 84, no. 2, s. 73-90, København 1986.
- Jönsson, S., Kownacki, J., Garrett, J.D., Hagemann, G.B., Herskind, B., et al: Near-Yrast Spectroscopy of ^{164}Yb and Neighbouring Nuclei: Systematics of octupole bands and bandcrossings. Nuclear Physics A449, s. 537-78, Amsterdam 1986.
- Kalckar, J.: Det Inkommensurable. København 1985, 158 s.
- : Kvantefysikken. Vilkaene for vor naturerkendelse. Niels Bohr og Den Moderne Atomfysik, Det Kongelige Danske Videnskabernes Selskab, s. 61-95, København 1985.
- : General Introduction to Niels Bohr Collected Works. Vol.6. Foundations of Quantum Physics. Niels Bohr Collected Works. Vol.6. Foundations of Quantum Physics., E. Rüdinger (ed.), s. XVII-XXVI, Amsterdam 1985.
- : The Life and Work of Niels Bohr. Impact of Science on Society 35: 1 (137), s. 5-14, Paris 1985.
- Kristiansson, P., Bondorf, J.P., Nielsen, O., et al: Large-angle correlations observed in intermediate energy heavy ion collisions. Nucl. Phys. A447, s. 577C-84C, Holland 1985.
- Lützenkirchen, K., Bjørnholm, S., et al: Angular distributions in quasi-fission reactions: Evidence for incomplete relaxation of the tilting mode. Z. Phys. A – Atoms and Nuclei 320, s. 529-30, Berlin 1985.
- Landowne, S., Dasso, C.H., Pollarolo, G.: Evidence for the Energy Dependence of Effective Heavy Ion Interactions. Physics Letters B178, s. 336-38, Amsterdam 1986.
- Laperashvili, L.V., Nielsen, H.B.: The Small Surface Oscillations of the Gluon Tube: The elongated bag. Nucl. Phys. B276, s. 93-130, Holland 1986.
- Larsen, J.: Kernereaktioner med ladningsudveksling i energiområdet 100-700 MeV/nukleon. Fysisk Tidsskrift 83, no.3, s. 97-119, København 1985.
- Lauritzen, B., Døssing, T., Broglia, R.A.: Damping of Rotational Motion. Nucl. Phys. A457, s. 61-83, Amsterdam 1986.
- Lehto, M., Nielsen, H.B., Ninomiya, M.: Diffeomorphism Symmetry in Simplicial Quantum Gravity. Nucl. Phys. B272, s. 228-52, Holland 1986.
- , Nielsen, H.B., Ninomiya, M.: Pregeometric Quantum Lattice: A general discussion. Nucl. Phys. B272, s. 213-27, Holland 1986.
- Lieder, R.M., Sletten, G., Garrett, J.D., et al: The effect of triaxiality and gamma softness on the structure of the Re-Os nuclei. Selected Topics in Nuclear Structure. Proceedings of XXI Winter School on Physics, Zakapane, Poland, April 1986, R. Broda, Z. Stachura, s. 74-99, Krakov 1986.
- Michel, C., Gaardhøje, J.J., Herskind, B.: Monte Carlo simulation of complex germanium detector systems and compton suppression spectrometers. Nuclear Instruments & Methods A 251, s. 119-33, Amsterdam 1986.
- Nadkarni, S., Zahed, I.: Non-Abelian Cheshire Cat Bag Models in 1 + 1 Dimensions. Nuclear Physics B263, s. 23-36, Holland 1986.
- , Nielsen, H.B.: Partial Bosonization. The Formalism of Cheshire Cat Bag Models. Nuclear Physics B263, s. 1-22, Holland 1986.
- Nørgaard-Nielsen, H.U., Hansen, L., Jørgensen, H.E., Christensen, P.R.: The extended (OIII) emission around the QSO MR2251-178. Astronomy and Astrophysics Vol. 169, s. 49-53, Heidelberg 1986.
- Olesen, P.: On the Exponentially Increasing Level Density in String Models and the Tachyon Singularity. Nuclear Physics B267, s. 539-56, Holland 1986.
- : On a Possible Stabilization of the Tachyonic Strings. Physics Letters 168B, no.3, s. 220-22, Holland 1986.
- Orland, P.: A Non-Perturbative Study of Regularized Bosonic String Amplitudes. Nucl. Phys. B278, s. 790-818, Holland 1986.
- Płoszajczak, M., Rhoades-Brown, M.J.: Nonequilibrium truncation scheme for the statistical mechanics of relativistic matter. Phys. Rev. D. 33, No 12, s. 3686-96, New York 1986.
- Pollarolo, G., Broglia, R.A., Dasso, C.H.: Role of Surface Vibrations in the Reaction $^{36}\text{Ar} + ^{208}\text{Pb}$ for Intermediate-Energy Losses. Nucl. Phys. A451, s. 122-30, Amsterdam 1986.
- Röpke, G., Schulz, H., et al: Quark substructure con-

- tribution to the temperature-dependent effective nucleon mass. *Physics Letters B* 174, s. 5-9, Amsterdam 1986.
- Ragnarsson, I.e.a., Riley, M.A.: Properties of Terminating Bands in Nuclei. *Physica Scripta* 34, s. 651-68, Stockholm 1986.
- Reinhardt, H., Ebert, D.: Extended skyrmion model from Quark Flavour Dynamics. *Physics Letters B* 173, 4, s. 459-64, Amsterdam 1986.
- , Dang, B.V.: Dynamical Bag Constant and Surface Tension of Baryon Droplets at Finite Temperature and Density. *Physics Letters B* 173, no. 4, s. 473-79, Holland 1986.
- Riley, M.A., Garrett, J.D., et al.: Discontinuities and prolate-oblate competition near spin 40 in the $N=90$ isotones. *Phys. Lett. B* 177, No. 1, s. 15-20, Amsterdam 1986.
- Roy-Poulsen, H., Johnson, E., Johansen, A., Sarholt-Kristensen, L., Hayashi, N.: CEMS of Sb^{+} implanted stainless steel. *Hyperfine Interactions* 29, s. 1201-04, Amsterdam 1986.
- , Knudsen, J.M., Larsen, L., Roy-Poulsen, N.O., Vistisen, L.: A Study of Ni-Rich Iron Meteorites. *Hyperfine Interactions* 29, s. 1089-92, Amsterdam 1986.
- , Larsen, L., Roy-Poulsen, N.O., Vistisen, L., Jensen, G.B., Knudsen, J.: Studies of Iron-Nickel Alloys in Ni-Rich Meteorites. *Meteoritics* 20, no.4, s. 749-50, Arizona, USA 1985.
- Sanders, S.J., Videbæk, F., et al: Fission-like yields in $^{16}O + ^{40,44}Ca$ reactions. *Phys. Rev. C* 34, No. 5, s. 1746-56, New York 1986.
- Shen, W.Q., Back, B.B., Bjørnholm, S., et al.: Characteristic time for mass asymmetry relaxation in quasi-fission reactions. *Europhys. Lett.* 1 (3), s. 113-21, Schweiz 1986.
- Simpson, J., Herskind, B., Holm, A., et al: The strong interaction strength of the first proton alignment in ^{157}Ho . *J.Phys.G: Nucl.Phys* 12, s. L67-L74, England 1986.
- Sommer-Larsen, J., Christensen, P.R.: Radial Velocities of Blue Horizontal Branch Field Stars in the Outer Galactic Halo. *Mon. Not. R. astr. Soc.* 219, s. 537-44, England 1986.
- Taddeucci, T.N., Larsen, J.S., Gaarde, C.: Spin-flip decomposition of the spectrum for $^{90}Zr(p,n)$ at $E_p = 160$ MeV. *Phys.Rev. C* 33, no.2, s. 746-48, New York 1986.
- Thodberg, H.H.: Comment on the Sign in the Reanalysis of the Eötvös Experiment. *Phys.Rev. Lett.* 56, No.22, s. 2423, New York 1986.
- Trautmann, W., Videbæk, F., Christensen, P.R., et al: Transfer reactions for $^{28}Si + ^{28}Si$ at $E_{lab} = 151.25$ MeV. *Phys. Rev. C* 34, no. 4, s. 1299-303, New York 1986.
- Twin, P.J., Sletten, G., et al: Observation of a discrete-line superdeformed band up to 60 h in ^{152}Dy . *Physical Review Letters* 57, No. 7, s. 811-14, New York 1986.
- Vecchia, P.D., Petersen, J.L., Yu, M., Zheng, H.B.: Explicit Construction of Unitary Representations of the $N = 2$ Superconformal Algebra. *Phys.Lett. B* 174, no.3, s. 280-84, Holland 1986.
- , Nakayama, R., Petersen, J.L., Sidenius, J., et al: BRST Invariant N-Reggeon Vertex. *Physics Letters B* 182, No. 2, s. 164-68, Holland 1986.
- Videbæk, F., Ellegaard, C., et al: Observation of the proton-pairing vibration in ^{48}Ca . *Nucl. Phys. A* 451, s. 131-40, Amsterdam 1986.
- Vieira, V.W.A., Vistisen, L., Costa, T.V.V., Jensen, H.G., Knudsen, J.M., Olsen, M.: Oxidation State of Iron in SNC Meteorites as Studied by Mössbauer Spectroscopy. *Physica Scripta* 33, s. 180-86, Sverige 1986.
- Vitturi, A., Dasso, C.H.: Elastic transfer between similar nuclei. *Nucl. Phys. A* 458, s. 157-64, Amsterdam 1986.
- Walker, P.M., Hagemann, G.B., Pedersen, J., Sletten, G., Riley, M.A., et al: Double crossing in ^{174}Hf : A deformation jump? *Phys.Lett. B* 168, no. 4, s. 326-30, Amsterdam 1986.
- Walus, L., Kownacki, J., Nazarewicz, W., Bacelar, J.C., Dudek, J., Garrett, J.D., Hagemann, G.B., Herskind, B., Yang, C.X., et al: Deformation Dependence of Single Quasiproton states in ^{177}Re . *Physica Scripta* 34, s. 710-16, Stockholm 1986.
- Winther, A.: Grazing Collisions in Low Energy Heavy Ion Reactions. *Frontiers in Nuclear Dynamics*, R. A. Broglia, C. H. Dasso, s. 203-39, New York 1985.
- , Nuclear Transfer Reactions. Semiclassical descriptions of atomic and nuclear collisions. *Proceedings of the Niels Bohr Centennial Conference*, Copenhagen, March 25-28, 1985, J. Bang, J. de Boer, s. 137-50, Amsterdam 1985.
- Yang, S.: Universality of the BEthe-Ansatz Solution for the Chiral Non-Linear Sigma Model. *Nuclear Physics B* 267, s. 290-300, Holland 1986.
- Zhang, J., Garrett, J.D., Bacelar, J.C., Frauendorf, S.: The routhian in "gauge" space. *Nucl. Phys. A* 453, s. 104-26, Amsterdam 1986.
- Åkesson, T., Bøggild, H., Botner, O., Dahl-Jensen, E., Dahl-Jensen, I., Damgaard, G., Hansen, K.H., Møller, P.R., Thodberg, H.H., et al: Inclusive ϵ production at low transverse momentum in 63 GeV pp collisions at the CERN Intersecting Storage Rings. *Physics Letters B* 178, No. 4, s. 447-51, Holland 1986.
- , Bøggild, H., Botner, O., Dahl-Jensen, E., Dahl-Jensen, I., Damgaard, G., Hansen, K.H., Møller, P.R., et al: A Study of the Production of Two Direct Photons in pp Collisions at the CERN ISR. *Z.Phys.C - Particles and Fields* 32, s. 491-97, Berlin 1986.
- , Bøggild, H., Botner, O., Dahl-Jensen, E., Dahl-

- Jensen, I., Damgaard, G., Hansen, K.H., Møller, P.R., Olsen, L.H., Thodberg, H.H.: Three-Jet Production in pp Collisions at $\sqrt{s} = 63$ GeV and Determination of α_s . Z. Phys. C – Particles and Fields 32, s. 317-34, Berlin 1986.
- Åkesson, T., Bøggild, H., Botner, O., Dahl-Jensen, E., Dahl-Jensen, I., Damgaard, G., Hansen, K.H., Møller, R., Olsen, L.H., Thodberg, H.H.: Dijet Production Cross-section and Fragmentation of Jets Produced in pp Collisions at $\sqrt{s} = 63$ GeV. Z. Phys. C 30, s. 27-43, Berlin 1986.
- , Bøggild, H., Botner, O., Dahl-Jensen, E., Dahl-Jensen, I., Damgaard, G., Hansen, K.H., Hooper, J.E., Møller, R., Olsen, L.H.: A comparison of particles recoiling from High P_T direct photons and Π^0 's at the ISR. Physica Scripta 34, s. 106-10, Stockholm 1986.
- , Bøggild, H., Botner, O., Dahl-Jensen, E., Dahl-Jensen, I., Damgaard, G., Hansen, K.H., Møller, R., Nielsen, B.S.: A Search for Glueballs and a Study of Double Pomeron Exchange at the CERN Intersecting Storage Rings. Nuclear Physics B264, s. 154-84, Amsterdam 1986.

Knud Hansen

Kemi

De kemiske institutters historie:

Det første Laboratorium Chymicum lå i Skidenstræde (det nuværende Krystalgade) i årene 1778-1806. Fra 1805-1813 holdtes kemiforelæsninger i Østergade 52.

I 1813-1819 boede den fysiske og kemiske samling til leje i Det Thottske Palæ, og i årene 1819-1823 var universitetets fysiske og kemiske laboratorium indlejret i Nørregade.

I 1823-1829 var universitetets kemiske laboratorium overført til en bagbygning i Studiestræde (nuværende nr. 6).

I 1829-1859 var kemisk og fysisk laboratorium fælles for universitetet og den nyoprettede Polytekniske Læreranstalt i Sct. Pederstræde 106 (kemilaboratorium i gården og i stueetagen mod Sct. Pederstræde).

1859-1892 havde universitetets laboratorium til huse i Ny Vestergade 11.

1892-1962 overførtes laboratoriet til Østervoldgade 5. Fra 1907 foregik undervisningen af universitetsstuderende i organisk kemi og fra 1908 tillige af kemiingeniørstuderende i organisk kemi på dette laboratorium, medens undervisningen både af universitetsstuderende og kemiingeniørstuderende i uorganisk kemi foregik på Polyteknisk Lærestans kemiske Laboratorium A (Sølvgade 83). Bestyrelsen af universitetets kemiske Laboratorium og af Polyteknisk Lærestans kemiske Laboratorium A var derfor begge professorer både ved universitetet og Polyteknisk Lærestalt.

1908-1928. Det nyoprettede fysisk-kemiske laboratorium får lokaler på Polyteknisk Lærestalt (Sølvgade 83). Ligesom på de foran anførte laboratorier undervises både universitetsstuderende og polytekniske studerende, og professoren er professor både ved universitetet og Polyteknisk Lærestalt.

1929-1963. Det fysisk-kemiske laboratorium flyttes til Blegdamsvej 19 i en bygning opført med støtte fra Rockefeller foundation (til professor Brønsted).

1944. Der oprettes et særligt organisk-kemisk laboratorium på Polyteknisk Lærestalt og et professorat i organisk kemi for professor Stig Veibel, hvorved adskillelsen af kemiundervisningen for universitetsstuderende og ingeniørstuderende påbegyndes.

1962. Adskillelsen fuldbyrdes, idet universitetet nu får sit eget uorganisk-kemiske laboratorium (Kemisk Laboratorium I) og fysisk-kemiske laboratorium (Kemisk Laboratorium IV) på H. C. Ørsted Institutet, hvis bestyrere, professor J. Bjerrum og professor C. J. Ballhausen, ophører med samtidig at være professorer ved Polyteknisk Lærestalt (hvor de efterfølges af henholdsvis professor N. Hofman-Bang og professor J. Koefoed). Det fysisk-kemiske Institut på Blegdamsvej 19 fungerer i en overgangsperiode som

fysisk-kemisk laboratorium for Polyteknisk Lærestalt.

1962. Det kemiske laboratorium på Østervoldgade 4 deles ved udflytningen til H. C. Ørsted Institutet i tre laboratorier: Kemisk Laboratorium II (almen og organisk kemi), Kemisk Laboratorium III (laboratoriet for kemiundervisning af lægevidenskabelige studerende; efter dr. Thor A. Baks overtagelse af professoratet kaldet laboratoriet for almen og teoretisk kemi) samt Kemisk Laboratorium V (Molekylspektroskopi).

Denne tredeling var gennemført formelt allerede i 1960 på det gamle laboratorium. Den officielle deling kan formentlig fastsættes til det tidspunkt, da professorerne Børge Bak og K. A. Jensen fik tildelt bestyrerhonorar, nemlig i 1962.

Om de kemiske laboratoriers oprindelse er udførligere oplysninger meddelt i Hans H. Kjølens bog: Fra Skidenstræde til H. C. Ørsted Institutet. København 1965.

1. Kemisk Laboratorium I (Uorganisk kemi)

Stab:

VIP: Antal årsværk: 9,25.

Professorer: Claus Erik Schäffer, Jannik Bjerrum (emeritus).

Lektorer: Peter Andersen, Eva Bang, Frode Galsbøl, Jørgen Glerup, Sven E. Harnung, Kirsten Michelsen, Ole Mønsted, Gwyneth Nord, Erik Pedersen.

Adjunkt: Anders Hammershøj.

Kandidatstipendiater: Morten Bjerrum, Michael Brorson (fondslønnede).

TAP: Antal årsværk: 8,75.

Jette Riis Eriksen, Martha Hansen, Solveig Kallesøe Hansen, Hans Bormann Jensen, Karen Jørgensen, Adam Merc, Birthe Mortensen, Henning Karlsson Nielsen, Karen Margrethe Nielsen, Johnny Degnbol Pedersen.

Forskningsvirksomhed:

Laboratoriets forskningsområde er uorganisk kemi med hovedvægten på kemien af metalforbindelser, for tiden omfattende især grundstofferne fra første overgangsperiode (f.eks. mangan, chrom og cobalt) og platinmetallerne (f.eks. ruthenium, rhodium og iridium).

Laboratoriets forskning koncentrerer sig om eksperimentelle og teoretiske undersøgelser af elektroniske, strukturelle og reaktivitetsmæssige forhold, og fremstilling og karakterisering af nye kemiske forbindelser spiller for alle projekter en væsentlig rolle.

Følgende projektoverskrifter giver et summarisk

indtryk af den aktuelle virksomhed. Et enkelt af laboratoriets forskningsprojekter er beskrevet mere udførligt, og tilsvarende beskrivelser af andre projekter har været givet i tidligere årbøger.

1. Fremstilling af nye forbindelser og karakterisering af deres struktur og reaktivitet

(Peter Andersen, Eva Bang, Michael Brorson, Frode Galsbøl, Kirsten Michelsen, Ole Mønsted, Claus Schäffer).

2. Ligeveægtsforhold i opløsning

(Peter Andersen, Jannik Bjerrum).

3. Magnetiske og optiske egenskaber af to- og flerkerne- de metalkomplekser set i sammenhæng med deres struktur

(Jørgen Glerup, Kirsten Michelsen, Erik Pedersen).

4. Komplekseres symmetri og elektronstruktur studeret ved magnetisk og naturlig cirkulardichroisme

(Sven Harnung).

5. Ligandfeltmodeller

(Michael Brorson, Jørgen Glerup, Claus Schäffer).

6. Metalkomplekseres termiske og fotokemiske reaktioner

(Anders Hammershøi, Ole Mønsted, Gwyneth Nord).

7. Rhodium- og iridiumkemi

(Frode Galsbøl).

8. Biouorganiske modelsystemer

Biouorganisk kemi omfatter generelt studiet af metal- lernes funktioner i biologiske systemer, hvor det er vel- kendt, at forskellige metalioner, selv i spormængder, er en forudsætning for mange livsprocesser. Metalioner udgør således en uundværlig bestanddel af de metalloproteiner, der vides at udføre en enzymatisk funk- tion. Man ved nu, at metalionernes betydning i sådan- ne systemer ofte beror på den proteinbundne ions evne til at fastholde og aktivere det pågældende enzyms substrater. I mange tilfælde er en metalions evne til at ændre oxidationstrin i forbindelse med elektronover- førselsprocesser også af afgørende betydning.

Internationalt dyrkes den biouorganiske kemi dels gennem biokemiske undersøgelser af selve de metal- holdige biologiske systemer, dels gennem studier af syntetisk fremstillede, mindre komplicerede, kemiske »modeller«, der lettere lader sig undersøge i detalje. Modelsystemerne tjener især til afdækning og karak- terisering af de mange enkeltfunktioner, som en metal- ion kan udfylde i de sammensatte, naturligt forekom- mende systemer.

Laboratoriets mangeårige indsats inden for studiet af overgangsmetallernes kemi har gjort det naturligt

også at undersøge nye modelsystemer med henblik på at tilvejebringe grundlæggende viden om samspillet mellem metalcentre og de biologiske substrater. Som metalcentre anvendes primært udvalgte overgangs- metalioner, som danner robuste kompleksforbindel- ser, idet disse tillader et indgående studium af enkelt- processer.

Overgangsmetalioner indgår i mange biologiske re- duktions- og oxidationsprocesser, men det er endnu uvist, om de konklusioner, som vi tidligere har opnået vedrørende katalyseret dioxygendannelse og ydersfæ- reelektronoverførsel umiddelbart lader sig overføre til biologiske systemer.

De relative hastigheder for reaktioner mellem så- kaldte blå kobberproteiner og en række metalkom- plexser lader sig allerede korrelere, og meget tyder på, at sådanne sammenligninger mellem metalioner i simple modelsystemer og metalioner i langt mere komplicerede biologiske systemer kan bidrage til en dybere forståelse af dette område.

Omdannelse af α -ketoaldehyder til α -hydroxocar- boxylsyrer katalyseres i biologiske systemer af et zink- holdigt enzym, såkaldt glyoxylase I. Sådanne omdan- nelser kan også induceres af andre metalioner, og for tiden studeres omdannelsen af glyoxal og methylglyo- xal til henholdsvis glycol- og mælkesyre under nærvæ- relse af forskellige chrom (III) forbindelser. Disse pro- cesser har et kompliceret støkiometrisk forløb involve- rende endnu ufuldstændigt karakteriserede ustabile mellemprodukter, af utvivlsom betydning for en detal- jeret forståelse af mekanismen for enzymets virkemåde.

Oxidationen af glycinat til oxalsyremononamid om- kring cobalt (III) studeres også. Ud over at bidrage til forståelsen af de naturligt forekommende systemer la- der den erhvervede viden om koordinerede liganders reaktivitet sig også udmønte i organisk-syntetisk sam- menhæng. Stereospecifik syntese af penicillinsyre-iso- mere omkring cobalt (III) har været undersøgt, og for tiden udvikles metoder til stereospecifik fremstilling af fysiologisk aktive forbindelser afledt af 2,3-diamino- propionsyre (Anders Hammershøi, Ole Mønsted, Gwyneth Nord).

Gæster, rejser m.v.:

Dr. Soad Sallam (Alexandria, Ægypten) og Kiyohiko Nakajima (Nagoya, Japan) var i 1986 på længereva- rende studieophold ved laboratoriet.

Anders Hammershøi havde i årets første halvdel forlagt sin forskning til Australien National Universi- ty (Canberra, Australien) og afholdt en række fore- drag ved forskellige universiteter.

Lektorerne Sven Harnung og Erik Pedersen havde i 1986 delvis orlov fra deres stillinger.

Lektor Sven Harnung er medlem af bestyrelsen for Acta Chemica Scandinavica, Den danske nationalkomit- é for kemi samt Den danske ICSU nationalkomit- é's forretningsudvalg.

Publikationer:

- Andersen, P., Døssing, A., Nielsen, K.M.: Reversible Isomerization Reactions of Di- μ -hydroxo-bis[fac-triamineaquachromium(III)] Ions in Aqueous Solution. *Acta Chemica Scandinavica A* 40, s. 142-48, Sverige 1986.
- , Døssing, A.: Reversible Isomerization Reactions of Di- μ -hydroxobis [fac-triamineaquachromium(III)] Ions. Proceedings of the XXIV International Conference on Coordination Chemistry, Athens, Greece, August 1986, s. 178, Grækenland 1986.
- , Bang, E.: The Crystal Structure of Tris{(di- μ -hydroxo-tetraammine chromium(III))chromium(III) Dithionate Tetrahydrate. *Acta Chemica Scandinavica A* 40, s. 476-78, Sverige 1986.
- Bang, E., Eriksen, J., Mønsted, L., Mønsted, O.: Structure and Reactivity of Chromium(III) Complexes of the Sixteen Membered Macrocyclic Tetraamine Ligand, 1,5,9,13- Tetraazacyclohexadecane. Proceedings of the XXIV international Conference on Coordination Chemistry, Athens, Greece, August 1986, s. 180, Grækenland 1986.
- Bjerrum, J.: Metal Ammine Formation in Solution XXV. The Stability Constant of the Triammine Copper (I) Complex. *Acta Chemica Scandinavica A* 40, s. 233-35, Sverige 1986.
- , Lukes, I.: The Iron(III)-Chloride System. A Study of the Stability Constants and the Distribution of the Tetrachloro Species between organic Solvents and Aqueous Chloride Solutions. *Acta Chemica Scandinavica A* 40, s. 31-40, Sverige 1986.
- , On the Formation of a Triammine Silver (I) Complex in Aqueous Ammonia. Proceedings of the XXIV International Conference on Coordination Chemistry, Athens, Greece, August 1986, s. 182, Athen 1986.
- , Metal Amine Formation in Solution. XXVI. Stability Constant and UV Absorption Spectrum of the Triammine Silver (I) Complex. *Acta Chemica Scandinavica A* 40, s. 392-95, Sverige 1986.
- , Skibsted, L.H.: Weak Chloro Complex Formation by Copper (II) in Aqueous Chloride Solutions. *Inorganic Chemistry* 25, s. 2479-81, U.S.A. 1986.
- Bjerrum, M.J.: Manganese Superoxide Dismutase from *Saccharomyces Cerevisiae*: Preparation of Apoenzyme. Proceedings of the XXIV international Conference on Coordination Chemistry, Athens, Greece, August 1986, s. 699, Athen 1986.
- Brorson, M., Schäffer, C.E.: Cesium Molybdenum Alum Prepared from Sodium Hexakis(formato)molybdate(III). *Acta Chemica Scandinavica A* 40, s. 358-60, Sverige 1986.
- , Schäffer, C.E.: Ligand-field analysis of crystal spectra of tetrahalido complexes. Effects of low-symmetry and spin-orbit coupling. Proceedings of the XXIV International Conference on Coordination Chemistry, Athens, Greece, August 1986, s. 107, Athen 1986.
- , Jensen, G.S., Schäffer, C.E.: The Concept of Rediazonalization. Ligand-Field Applications within the Parametrical d^q Model. *Journal of Chemical Education* Vol. 63, No. 5, s. 387-91, U.S.A. 1986.
- Derouane, E.G., Pedersen, E., Clausen, B.S., Gabelica, Z., Candia, R., Topsøe, H.: EPR Studies on Unsupported and Alumina-Supported Sulfided Co-Mo Hydrodesulfurization Catalysts. *Journal of Catalysis* 99, s. 253-61, USA 1986.
- Eriksen, J., Mønsted, O.: Equilibration between Monodentate and Bidentate Carbonate in a Macrocyclic Tetraamminechromium (III) Complex. Fourth International Conference on Mechanisms of Reactions in Solution. Abstracts, -, s. 54, Canterbury, England 1986.
- Forster, L.S., Mønsted, O.: Low-Temperature Luminescence of Chromium (III) Complexes Coordinated with Macrocyclic Tetraamine Ligands. *Journal of Physical Chemistry* 90, s. 5131-34, U.S.A. 1986.
- Galsbøl, F.: Synthese und Struktur neuer Iridium(III) Komplexe vom Werner-Typ. *Mitteilungsblatt - Chemische Gesellschaft der Deutschen Demokratischen Republik* 5, s. 113-14, Østtyskland 1986.
- Galsbøl, F., Larsen, S., Rasmussen, B., Springborg, J.: Synthesis and Reactivity of Hydroxo-Bridged Binuclear Ethylenediamine Complexes of Iridium(III) and the X-ray Crystal Structure of [Aquabis(ethylenediamine)iridium(III)] (μ -hydroxo)hydroxobis (ethylenediamine) iridium (III) Dithionate Perchlorate Hydrate. *Inorganic Chemistry* 25, s. 290-97, USA 1986.
- , Kojima, M., Ishii, T., Ohba, S., Saito, Y., Fujita, J.: Preparation and Characterization of $[\text{RhCl}_2(\text{edpp})_2]^+$ (edpp = (2-aminoethyl)diphenylphosphine). Crystal Structures of trans (Cl,Cl), cis(P,P)- $[\text{RhCl}_2(\text{edpp})_2]\text{Cl} \cdot 2\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ and cis(Cl,Cl), trans(P,P)- $[\text{RhCl}_2(\text{edpp})_2]\text{Cl} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$. *Bull. Chem. Soc. Jpn.* 59, s. 1701-07, Japan 1986.
- , Simonsen, K.: Preparation and Characterization of Ammine Complexes of Iridium(III). Proceedings of the XXIV International Conference on Coordination Chemistry, Athens, Greece, August 1986, s. 350, Athen, Grækenland 1986.
- Harnung, S.E., Larsen, E.: Spectral Properties of Tetraakis(mesityl)Metal(IV) Complexes. Proceedings of the XXIV international Conference on Coordination Chemistry, Athens, Greece, August 1986, s. 263, Athen 1986.
- Hodgson, D.J., Pedersen, E., Toftlund, H., Weiss, C.: Synthesis, Structure and Magnetic properties of the binuclear chromium (III) complex di- μ -hydroxobis (1,4,7,10-tetraazacyclodecane) chromium (III) dithiosulfate. *Inorganica Chimica Acta* 120, s. 177-84, Schweiz 1986.
- Larsen, S., Michelsen, K., Pedersen, E.: Synthesis

and Magnetic Characterization of Salts of the Dimeric Chromium (III) Cation μ -Sulfato-di- μ -hydroxo-bis- $[(N,N'$ -bis(2-pyridylmethyl)-amine) chromium(III)]. Structure of the Dithionate salt, $[(\text{bispicam}) \text{Cr}(\text{OH})_2[(\text{SO}_4) \text{Cr}(\text{bispicam})](\text{S}_2\text{O}_6) \cdot 3\text{H}_2\text{O}$. Acta Chemica Scandinavia A 40, s. 63-76, Sverige 1986.

Nord, G., Wernberg, O.: D/H Exchange in 2,2'-Bipyridine Coordinated to Ruthenium and to Osmium. Proceedings of the XXIV International Conference on Coordination Chemistry, Athens, Greece, August 1986, s. 620, Athen 1986.

Yamatera, H., Schäffer, C.E.: The ligand field of a symmetrical bidentate heteroaromatic ligand. Proceedings of the XXIV International Conference on Coordination Chemistry, Athens, Greece, August 1986, s. 125, Athen 1986.

Ole Mønsted

2. Kemisk Laboratorium II, Almen og organisk kemi

Historie:

Kemisk Laboratorium II blev oprettet i 1960 og fik selvstændige lokaler i 1962 på H. C. Ørsted Institutet ved udflytning og deling af Universitetets Kemiske Laboratorium (UKL) fra Øster Voldgade 5. Professor K. A. Jensen, ekstraordinær professor ved UKL siden 1950, ordinær professor 1960-1978, blev laboratoriets første bestyrer (1960-78), efterfulgt af lektor G. Schroll (1978-81), lektor O. Dahl (1981-84), lektor A. Holm (1984-86) og lektor Bo Svensmark (fra 1986).

Stab:

VIP: Antal årsværk: 17.

Professorer: Ole Buchardt, Klaus Bechgaard (forskningsprofessor), K. A. Jensen (emeritus).

Lektorer: Uffe Anthoni, Carsten Christophersen, Otto Dahl, Hanne Eggert, Martin G. Ettlinger, Ole Hammerich, Steen Hammerum, Niels Harrit, Lars Henriksen, Ulla Henriksen, Arne Holm, Roald Boe Jensen, Charles Larsen, Nils Moe, Per Halfdan Nielsen, Bo Svensmark.

Adjunkter: Ib Johannsen (orlov fra feb. 86), Steen Ingemann Jørgensen.

Erhvervsforskerstuderende: Eva Bie Kjær (med Hempel A/S).

Kandidatstipendiater: Mikkel Jørgensen, Gunnar L. Karup.

Senior- og forskningsrådstipendiater: Thomas Bjørnholm, Henrik I. Elsnér, Marc Fourmigué, Anders Kanstrup, Torben Koch, Morten Meldal, Asger Rosenkilde Mortensen, John Nielsen, Merete Folmer Nielsen, Karin Norvin Nilsson, Tore Vulpius.

TAP: Antal årsværk: 18,75.

Nina Alster, Ib Andreassen, Charlotte Anker (praktikant), Marianne Wehmeyer Arfeld, Preben Axen, Kirsten Bidstrup, Charlotte Bisgaard (fondslønnet), Ulrich Ehrbar, Preben Hansen, Birthe Hoffmann (fondslønnet), Anne Jepsen, Ruth Kristensen, Johnny Larsen, Jytte Nielsen, Vibeke Larsen, Svend Aage Laursen, Lissi Gitte Nielsen, Inga Nordstrøm, Sven Pantmann, Lisbeth Stener Pedersen (fondslønnet), Leif Hans Povlsen (vikar), Carsten Rasmussen (vikar), Dorthé Schaad (praktikant), Anne Birgitte Schlüter, Lise Lotte Sode (praktikant), Bjarne Grøn-bak Sørensen (orlov), Tove Thomsen, Henning Wang, Bent Winther, Elke Wolff-Jensen (orlov fra 1/9).

Forskningsvirksomhed:

Laboratoriets forskningsområde er organisk kemi og dækker et bredt udsnit af den organiske kemi: Masse-spektrometri (kationradikaler i gasfase), radikalkemi, metalorganisk kemi og organiske metaller (særligt charge-transfer komplekser), organisk elektrokemi, herunder studier af anion- og kationradikalers kemi. Naturstofkemi (højere planters kemi, insektkemi og marine organisms kemi). Bioorganisk kemi; DNA-protein-vekselvirkning, protein-protein-vekselvirkning, kemisk protein engineering, polymermodifikation og immobilisering af bioaktive stoffer, peptidkemi og nucleotidkemi, herunder udvikling af nye metoder og principper til oligonucleotid- og oligopeptidsyntese. Heterocyklisk kemi, især på termisk ustabile systemer, organisk phosphor- og selenkemi (præparation og struktur), fotokemi (photoaffinitetsmærkning, biologisk og organisk fotokemi), photoelektron-spektroskopi, organisk-kemiske reaktionsmekanismer (kinetiske, syntetiske og teoretiske metoder), samt analytisk kemi (toxicitet af tungmetaller).

Laboratoriets forskningsprojekter omfatter bl.a. fremstilling af nye kemiske forbindelser, undersøgelser over reaktionsmekanismer samt isolering og undersøgelser af forbindelser fra biologisk materiale, og involverer anvendelse af en række spektroskopiske og analytiske metoder. En del af projekterne er direkte knyttet til biologi, biokemi, farmakologi m.m.

I det følgende er nogle af laboratoriets forskningsprojekter beskrevet mere udførligt.

1. Marin og limnisk naturstofkemi

Der arbejdes hovedsageligt med naturstofkemisk grundforskning over emnet marine og limniske organismeres økologi og biologi. De anvendelsesorienterede aspekter af de biologiske aktiviteter, der studeres, søges udviklet. Ved dette laboratorium arbejdes der i overvejende grad med de kemiske sider af projekterne, dvs. isolering, renfremstilling, karakterisering, syntese og syntetiske modifikationer af naturstoffer, samt biosyntetiske undersøgelser.

De biologiske, farmakologiske og lægevidenskabelige forskningsopgaver foregår i samarbejde med andre universitetsafdelinger, udenlandske universiteter, forskningsinstitutioner og private firmaer. Som eksempler kan nævnes: Biomedicum, Uppsala (dr. L. Bohlin, farmakologiske undersøgelser), Kræftforskningsinstitutet, Århus (kræfthæmmende forbindelser, antivirale forbindelser), Universidad Autonoma de Baja California Sur, Mexico (dra. R. Encarnacion, ethnopharmakologi og bioaktive marine naturstoffer), Université Bretagne Occidentale, Frankrig (dr. L. Chevolot, marine alkaloider) og University of the Ryukyus, Okinawa (dr. T. Higa, bioaktive marine naturstoffer). Endvidere har gruppen et udtrakt samarbejde med en række virksomheder inden for farmaka- og agrikultursektoren eksempelvis ved Cheminova A/S (insekticider), GEA A/S (potentielle farmaka), Hempel A/S (begreningshæmmende naturstoffer) og NOVO A/S (mikrobiologiske og farmakologiske undersøgelser).

Herudover har vi specifikke projekter i samarbejde med flere andre forskere, for eksempel en chemotaxonomisk undersøgelse af marine svampe sammen med dr. O. S. Tendal, Zoologisk Museum.

På indeværende tidspunkt arbejdes med en række projekter, der kan inddeles i følgende områder.

1.1 *Marine mosdyrs økologi*

Undersøgelser over indholdsstofferne i marine mosdyr har givet anledning til isoleringen af halogenholdige alkaloider. Marine alkaloider er en gruppe kemiske forbindelser, der praktisk taget tidligere var ubeskrevet. I de sidste år er der indtil videre isoleret og strukturoklaret 12 bromsubstituerede alkaloider fra arten *Flustra foliacea*. Disse forbindelser har antibiotisk, antiviral og muskelrelakserende virkning, og undersøges videre. Fra bryozoen *Chartella papyracea* er der ligeledes isoleret og strukturoklaret seks chlor- og brom-substituerede alkaloider, der alle indeholder den usædvanlige β -lactam ringstruktur. Andre bryozoa er på indeværende tidspunkt medtaget i undersøgelsen og fra *Securiflustra securifrons* er der isoleret alkaloider af en ny type. Dele af dette arbejde er foretaget sammen med L. Chevolot, Université de Bretagne Occidentale.

1.2 *Ferskvandsplanter økologi*

Ferskvandsplanter økologi er genstand for studier på grund af udtalte aktiviteter konstateret hos flere arter. Forbindelserne, der isoleres, har potentiel interesse som bekæmpelsesmidler mod insekter, svampe og ukrudt. Det er nu vist, at mange af disse organismer indeholder forbindelser med photosyntheseinhiberende virkning. Antibiotika er også isolerede fra denne gruppe.

1.3 *Marine toxiner*

Forekomster af giftige marine organismer, f.eks. alge-

blomst af giftige mikroalger, er et stigende problem. Marine toxiner har imidlertid også interesse som et potentielt mål for farmakologiske studier. Toxiner isoleret fra bl.a. Gastropoda og Echinodermata undersøges med henblik på farmakologiske aktiviteter, men også et kendskab til indholdet af toxiner er af største betydning i de tilfælde, hvor en re- eller nyvurdering af en art til konsumbrug er på tale. Dette arbejde udføres i samarbejde med Lars Bohlin, Biomedicum, Uppsala.

1.4 *Praktisk massespektrometri*

Massespektroskopiske teknikker, som f.eks. positiv og negativ FAB på stærke polære forbindelser, søges udviklet til diagnostisk brug, specielt for marin kemi. Ved GC-MS teknik undersøges de letflygtige komponenter i bl.a. Porifera.

1.5 *Antifouling*

Med udgangspunkt i studiet af kemiske »signaler« fra marine organismer forskes der i naturligt forekommende beguningshæmmende kemiske forbindelser. Området har, foruden det grundvidenskabelige, også et anvendelsesorienteret mål, nemlig udviklingen af ugiftige, effektive anti-fouling forbindelser. Opgaven har nødvendighedens karakter, idet de hidtil anvendte kemiske forbindelser ikke længe vil være tilladt.

Projektet har opnået støtte fra FTU-midlerne og har tilknyttet en erhvervsforsker, ingeniør Eva Bie Kjær, i samarbejde med Hempel A/S.

1.6 *Ethnopharmakologi*

I samarbejde med Universidad Autonoma de Baja California Sur, Mexico, forskes der i phytochemien inden for den enestående flora omkring la Paz. Ud fra ethnopharmakologiske overvejelser udvælges relevant plantemateriale og bioaktive sekundære metabolitter isoleres.

På indeværende tidspunkt arbejder oceanologen Gabriel Alejandro Carrasco her ved laboratoriet.

1.7 *Diverse projekter*

Undersøgelser over elritsens »skråkøhormon« nærmer sig en foreløbig afslutning, idet det aktive stof er isoleret (prof. O. Buchardt, cand.scient. G. Karup). Denne undersøgelse har foruden den grundvidenskabelige betydning også betydning for dambrugsindustrien. Resultater fra en undersøgelse over glykeringen af humant hæmoglobin (dr.med. H. B. Mortensen, Rigshospitalet) anvendes nu rutinemæssigt på diabetesklinikker her og i udlandet. Studier over organisk geokemi med specielt henblik på olieprospektering (stud.lic.scient. P. Østfeldt, Grønlands Geologiske Undersøgelse) har givet værdifuld ny viden om geokemien af dele af den danske Nordsøsektor. Nye biologiske markører undersøges.

Gruppen har i de sidste år modtaget støtte fra SNF, STVF, Carlsbergfondet, NOVO's Fond og Thomas

B. Thriges Fond (Uffe Anthoni, Carsten Christoffersen, Charles Larsen, Per Halldan Nielsen).

Udover ovennævnte består gruppen af to fondslønnede laboranter, en erhvervsforsker-studerende og et antal specialestuderende og licentiatstuderende).

2. Organisk selenkemi

Interessen for grundstoffet selen og dets organiske forbindelser har i de senere år været stigende. Dette skyldes dels opdagelsen af selens rolle som mikronæringsstof og dels dets anvendelse i en lang række kemiske og tekniske processer. Der er dermed et behov for øget information om selenforbindelsers struktur og reaktivitet. En af de mest lovende kilder for denne information er ^{77}Se NMR spektroskopi.

Vi arbejder på, i et samspil mellem ^{77}Se NMR spektroskopi og præparativ organisk selenkemi, dels at videreudvikle denne analytiske metode, og dels at anvende dens resultater til forståelse og forudsigelse af selenforbindelsers struktur og reaktivitet (Hanne Eggert, Lars Henriksen, Ib Johannsen).

3. Phototoxicitet af farmakologiske præparater

Phototoxicitet, hvilket vil sige følsomhed over for lys som følge af indtagelse, er en bivirkning man kan være nødt til at acceptere ved et farmakologisk præparat. Det gælder vigtige lægemidler som phenothiaziner (chlorpromazin og protilpyllin, begge psychopharmaka), tetracycliner (antibiotika), chlordiazepoxid (antidepressivum), sulfanilmidler (antibiotika), thiazider (diuretika), nonethisteron (i p-piller) og nalidixinsyre (antibiotikum).

Den phototoxiske effekt kan etableres ved forskellige mekanismer. Her skal kort nævnes fire, der alle er repræsenterede i den eksisterende litteratur.

1) Det phototoxiske stof absorberer lys og undergår en unimolecular photokemisk reaktion under dannelse af en toksisk forbindelse.

2) Det phototoxiske stof absorberer lys og den exciterede tilstand undergår en bimolecular reaktion med cellemateriale herunder med cellens membran.

3) Det phototoxiske stof absorberer lys, men excitationens energi overføres til en såkaldt quencher, evt. molecular oxygen, der herefter reagerer videre efter 2).

4) Det phototoxiske stof reagerer med molecular singlet oxygen. Dette er en særlig aktiveret form for ilt, af hvilket der altid er en vis produktion i normale celler som følge af lysets absorption i naturlige farvestoffer i cellematerialet, f.eks. porphyriner.

Det ligger i ordet »phototoxicitet«, at det drejer sig om en uheldig effekt, der fører til vævsødelæggelse efter eksponering til lys. Samme effekt kan selvfølgelig udnyttes, hvis man ønsker at fjerne bestemte celler og så kaldes det phototerapi. For eksempel udvikler man i disse år metoder til at fjerne kræftsvulster efter dette princip. Behandlingen begynder med, at patienten

indtager stoffet hematoporphyrin. Det er phototoxisk efter mekanisme 3) ovenfor, men ophobes af endnu ikke opklarede grunde fortrinsvis i kræftceller. Da det endvidere absorberer almindeligt rødt lys, kan man ved belysning fjerne cancercellerne selektivt med en stråling, der er harmløs for de raske celler. Fordelene ved denne fremgangsmåde, sammenholdt med andre former for strålingsterapi, der jo er særdeles skadelig for de omkringliggende væv, er indlysende.

Under et ophold på Laboratoire de Photophysique Moleculaire, Université de Paris Sud, Frankrig, har stud.scient. Karsten Olsen netop beskæftiget sig med den moleculære mekanisme bag denne behandlingsform. Han har ved hjælp af lasere foretaget levetidsbestemmelser af den exciterede triplet af hematoporphyrin i liposomer. Sidstnævnte betegnelse anvendes på aggregater af lipidmoleculer, der optræder i den levende celle og hvor hematoporphyrin akkumuleres.

Fenflumizol er navnet på et nyt analgetikum, som har vist sig at være phototoxisk. Virkningsmekanismen for denne effekt undersøges her på laboratoriet. Det ser ud som om stoffet virker efter mekanisme 4) nævnt ovenfor. Fenflumizol danner et særdeles stabilt hydroperoxid ved reaktion med singlet molecular oxygen. Denne opdagelse kan korreleres med præparatets effekt på den såkaldte arachidonsyre-kasade, hvilket er en betegnelse for den serie reaktioner, der i organismen omdanner arachidonsyre til prostaglandiner. På denne måde kommer man muligvis på sporet af fenflumizols og visse andre analgetikas virkemåder (Niels Harrit, stud.scient. Peer Frandsen og stud.scient. Karsten Olsen).

4. Bioorganisk kemi

Ud fra biologiske modelbetragtninger forsøges nye typer organiske forbindelser fremstillet, som teoretisk kan forventes at fungere som therapeutica og biologiske reagenser. For tiden arbejdes med følgende projekter:

4.1 Photoaffinitetsmærkning

Der fremstiles reagenser som indeholder: 1) En DNA-intercalerende photoaktiverbar gruppe, som ved bestråling med langbølget lys ($\lambda > 300 \text{ nm}$) irreversibelt bindes til DNA (en photoprobe); 2) yderligere en photoprobe, som ved belysning fortrinsvis bindes irreversibelt til protein, og 3) en disulfidbro, eller lignende, som er letspaltelig. Ved hjælp af sådanne reagenser studeres, hvor på DNA-et i det genetiske materiale, chromatin, bestemte proteiner befinder sig.

Ved at lade photoaffinitetsmærkningsreagenser binde til et standardprotein, BSA, forsøges det opklaret, hvilke aminosyrer der fortrinsvis photobindes, og hvorledes bindingen foregår.

4.2 Psoralen

Nye derivater af psoralen med stor DNA-affinitet

fremstilles, og deres biofysiske, photobiologiske og terapeutiske egenskaber (mod psoriasis og andre dermatologiske lidelser) undersøges. Deres struktur, biofysik og terapeutiske egenskaber forsøges sat i relation til hinanden.

4.3 Mono- og polyintercalerende forbindelser

Nye monointercalerende og potentielle di-, tri-, tetra- (og højere) intercalerende acridin- og ethidium-forbindelser søges fremstillet, og deres biofysiske egenskaber måles for at undersøge graden af intercaleringen. Desuden undersøges deres cytotatiske egenskaber, in vivo.

4.4 DNA-site specifikke reagenser og deres anvendelse som prober

Derivater af DNA, RNA, oligopeptider og specifikt intercalerende forbindelser, der indeholder ligander som kan a) v.h.a. fotokemisk aktivering bindes irreversibelt til DNA, b) spalte DNA termisk eller fotokemisk, c) indeholde mutagene grupper, forsøges udviklet og afprøvet.

4.5 Oligopeptidkemi

Med støtte fra forskningsråd m.fl. er en peptidkemi-gruppe blevet oprettet januar 1986. Gruppen beskæftiger sig med syntese, biologisk afprøvning og fysisk-kemiske egenskaber af peptider og deres derivater.

Gruppen udfører dels grundvidenskabelige og dels projektorienterede undersøgelser.

Den grundvidenskabelige del omhandler videreudvikling og forbedring af fastfase-peptidsyntese, udvikling af nye beskyttelsesgrupper til brug ved samme, udvikling af følsomme fluorescensindikatorer til fastlæggelse af koblingsgraden ved de enkelte syntesetrin, udvikling af reagenser til brug ved glucopetidsynteser, m.m. En del af disse planer omfatter opbygning af en selvkonstrueret fuldautomatisk peptidsyntesemaskine, til hvilken der er modtaget midler fra Teknologirådet.

Den projektorienterede del omfatter samarbejde med kemiske, biokemiske, medicinske og biologiske grupper i ind- og udland. Af igangværende projekter kan f.eks. nævnes udvikling af visse syntetiske vacciner i samarbejde med Statens Seruminstitut, selektiv sulfatering af peptider til dannelsen af biologisk aktive peptider (med The Rockefeller University, New York), fremstilling af peptidsubstrater til undersøgelse af monobasiske enzymatiske kløvningsnødvendige for frigivelse af regulatoriske peptider (peptidhormoner) (Arne Holm, Morten Meldal, stud.scient.'erne Mogens Havsteen Jakobsen og Gunnar Stærkær, laborant Charlotte Bisgaard og laborantelev Charlotte Anker).

4.6 Protein engineering

Det udføres aktiv site-analyse og undersøgelse af nær-

meste naboer samt kemisk bestemmelse af konformation, specielt hvilke dele af et protein der befinder sig i nærheden af de aktive sites, etc. Kemisk site-specifik modifikation af proteiner med henblik på at ændre, forbedre deres egenskaber, inklusiv krydsbinding og veldefineret immobilisering.

4.7 Bioaktive moleculer fixeres på polymere

Udover at binde bl.a. DNA til polymeroverfladen med henblik på at bestemme DNA-antistoffer kvantitativt, arbejdes også med immobilisering af enzymer og antistoffer etc.

Foruden det syntetiske arbejde indebærer disse projekter, at følgende teknikker og assays benyttes: Viscosimetri til måling af intercalation; opsnoning af cirkulært DNA og ændring af længden af lineært DNA; site-specificitet af DNA-bindende reagenser; lineær og cirkulær dichroisme af DNA-bindende reagenser; ligevægtskonstanter for reagensers DNA-binding.

Disse undersøgelser udføres i samarbejde med Biokemisk Institut B, Panum Institutet, Kræftforskningsinstituttet i Århus, Carlsberg Laboratoriet, Statens Seruminstitut og Institutionen for fysikalisk kemi, Chalmers Tekniska Högskola, Göteborg (Ole Buchardt, Ulla Henriksen, Roald Boe Jensen samt cand.scient.'erne Gunnar Karup, Henrik Elsner og Torben Koch).

5. Syntese af oligonucleotider (DNA fragmenter)

Kemisk fremstillede oligonucleotider er i de senere år blevet stærkt efterspurgt af biokemikere til brug som primers, linkers, probes, etc., ved gen-manipulationer. Der er især behov for mindre DNA fragmenter på 4-30 baser. Arbejdet med fremstillingen af sådanne oligonucleotider er begyndt i 1984 og er finansieret af en 3-årig bevilling fra midler afsat af staten til biomolekylær teknik.

Syntesearbejdet omfatter fremstilling af beskyttede mononucleosider og trivalente og pentavalente phosphorreagenser, sammenknytning af disse til oligonucleotider, samt fjernelse af beskyttelsesgrupperne og oprensning af produkterne. Der arbejdes med de nyeste varianter af både phosphortriester og phosphoramidit metoderne. Synteserne udføres på en polymer support (Merrifield), dels manuelt, dels automatisk på en syntesemaskine. Ved oprensningen anvendes mange former for chromatografi, herunder både analytisk og præparativ HPLC.

Hovedvægten lægges på grundforskning af de reaktioner der benyttes ved synteserne. Der er studier i gang af reaktionsmekanismen for substitution på trivalent phosphor (modelforsøg af den kritiske reaktion i phosphoramiditmetoden), og i samarbejde med Gorlaeus Laboratory, Holland, afprøves p.t. nye phosphorreagenser med henblik på at lette phosphoramiditmetoden.

De fremstillede oligonucleotider bliver anvendt til

forskellige bioorganiske og biofysiske projekter på laboratoriet (se Bioorganisk kemi). Desuden er der samarbejde i gang med mange biokemiske institutter i Danmark (Otto Dahl og cand.scient.'erne Torben Koch og John Nielsen, stud.scient.'erne Bjarne Dahl, Vibeke Terkildsen og Michael Taagaard, samt laborant Lisbeth Stener Pedersen og laboranteleverne Dorthe Schaadt og Lise Lotte Sode).

6. Ionradikalers kemi i opløsning

Stabile organiske forbindelser indeholder næsten uden undtagelse et lige antal elektroner. Når en sådan forbindelse optager eller afgiver én elektron, opstår henholdsvis et anionradikal og et kationradikal. Følgelig har ionradikaler et ulige antal elektroner og dermed radikalkarakter og bærer desuden en ladning (positiv eller negativ) og har dermed også ionkarakter.

Ionradikaler har vist sig at være mellemprodukter ved en lang række kendte kemiske reaktioner og spiller en fundamental rolle i kemien. Dette gælder såvel den konventionelle organiske kemi som den biologiske og bioorganiske kemi.

Laboratoriets forskning inden for ionradikalers kemi i opløsning er centreret om afklaring af detaljerne ved de reaktionsforløb, hvori ionradikaler deltager. Arbejdet omfatter såvel mekanistiske og reaktionskinetiske undersøgelser som de mere præparative aspekter af ionradikalkemien. Undersøgelserne er næsten udelukkende baseret på anvendelsen af elektrokemiske metoder, som har vist sig alle andre overlegne til dette formål. Oplysninger om ionradikalernes reaktioner fås via målinger af reaktionshastigheder, reaktionsordener, aktiveringsenergier, isotopeffekter, produktidentifikation etc.

Ionradikaler har på grund af deres ladning ofte stærkt basiske (anionradikaler) eller sure (kationradikaler) egenskaber. Dette medfører, at deres kemi kun kan undersøges hensigtsmæssigt i ikke-vandige opløsningsmidler. Som en konsekvens heraf omfatter arbejdet også undersøgelser af syre-baseforhold i sådanne opløsningsmidler.

Ionradikaler er i opløsning associeret til solventmolekyler og modioner, hvilket påvirker forløbet af de reaktioner, hvori ionradikalene deltager.

Undersøgelserne af ionradikalers egenskaber omfatter derfor også sammenligninger mellem analoge reaktioner, der finder sted i henholdsvis væske- og gasfase.

Inden for området bioorganisk kemi undersøges de redoxkatalytiske egenskaber af nitrogenasemodelforbindelser, herunder specielt jern-svovl-forbindelser af typen $\text{Fe}_4\text{S}_4(\text{SR})_4^{2-}$ og $\text{Mo}_2\text{Fe}_6\text{S}_8(\text{SR})_3^{3-}$.

Oplysninger om konkrete projekter og detaljer vedrørende de anvendte metoder kan fås ved henvendelse til lektor Ole Hammerich (Ole Hammerich, Hanne Eggert, Steen Ingemann, Ole Mønsted (Kem. Lab. I), cand.scient. Merete Folmer Nielsen, stud.scient.'erne Mogens L. Andersen og Søren K. N. Bolvig

samt samarbejdspartnere i Danmark, Norge, England, USA og Rumænien).

7. Radikalkemi i gasfase (massespektrometri)

Organiske radikaler – forbindelser med et ulige antal elektroner – der tillige besidder en ladning kan bekvemt undersøges ved hjælp af massespektrometre. Her kan isolerede ion-radikalers unimolekylære og bimolekylære reaktioner studeres ved meget lave tryk, enten med henblik på analyse og identifikation af meget små stofmængder eller med det formål at undersøge de fysiske og kemiske egenskaber hos ionradikaler med meget lav energi.

Det igangværende arbejde sigter primært på de grundvidenskabelige aspekter af lavmolekylære kationradikalers kemi, hvor vi søger at belyse dels isomeriforhold, dels forløbet af simple spaltningsreaktioner. Det har vist sig, at mange stabile kationradikalers struktur både i gasfase og i opløsning afviger betydeligt fra neutrale molekyler, hvilket spiller en stor rolle for forståelsen af deres egenskaber og reaktioner. Dette er af betydning, da kationradikaler spiller en stor rolle i atmosfære- og astrokemi, og ved biologiske og klassisk kemiske oxidationsprocesser.

Undersøgelserne af isomeriforhold og spaltningsreaktioner sigter på at bestemme hvad der afgør ionernes relative stabilitet, og hvad der afgør den hastighed de dannes og omdannes med. Hertil benyttes fortrinsvis isotopmærkede forbindelser, både ved undersøgelser der drejer sig om ioner dannet ved spaltnings- og omlejningsreaktioner, og ved eksperimenter med ioner dannet ved kollisioner i gasfase.

Det eksperimentelle arbejde udføres næsten udelukkende på udenlandske forskningsinstrumenter, især i Bielefeld, Paris, Lausanne og Sydney (Steen Hammerich, Steen Ingemann, Tore Vulpis).

8. Analytisk kemi

Den toksiske virkning af tungmetaller i biosfæren er yderst kompliceret, især fordi tungmetallerne forekommer i forskellige kemiske former, der hver for sig har yderst forskellig toxicitet. Med det formål at kunne måle koncentrationen af de forskellige kemiske former af de vigtigste tungmetaller (Hg, Cu, Pb og Cd) i dette brede koncentrationsområde, har vi udviklet en elektrokemisk målemetode, anodisk stripping staircase voltammetri, og opbygget et mikrodatalogstyret instrument med hardware og software helt fra grunden. Med dette instrument kan selve målingen af f.eks. 10 ppb tungmetal foretages på kun 10 sekunder, og man behøver ikke fjerne ilt fra opløsningen, som det ellers er nødvendigt ved elektrokemiske målinger. Dette har stor betydning, idet det er vist i litteraturen, at dette indgreb kan forskyde koncentrationerne af de forskellige kemiske former med flere hundrede procent ved måling af tungmetaller i naturlige medier. Selvfølgelig involverer en stor

del anvendt datalogi, realtime programmering, digital signalbehandling, interaktiv styring, grafik m.m.

Den elektrokemiske analysemetode anvendes ved studiet af effekten af tungmetal, specielt cadmium, på en højere organisme, *Tetrahymena pyriformis*. På nuværende tidspunkt har vi fundet en operationel metode til at måle koncentrationen af »toxiske cadmium«, en koncentration der er væsentligt lavere end total-koncentrationen af cadmium i de undersøgte vækstmedier. Det endelige formål med disse projekter er at kunne forklare såvel toxicitet som effekt på det molekylære plan: hvilke komplekser dannes, hvordan transporteres tungmetallerne, og hvordan virker de forskellige former i organismen.

De beskrevne projekter udføres i et snævert samarbejde med Jørgen Larsen, Institut for Cellebiologi og Anatomi, idet det er af helt afgørende betydning at have såvel kemisk som biologisk ekspertise og eksperimentelle metoder til rådighed, for at trænge ind i dette grænseområde mellem kemien og biologien (Bo Svensmark).

Arrangementer:

Otto Dahl har arrangeret et symposium og kursus i fastfasesyntese af oligonucleotider på H. C. Ørsted Institutet 20.-24. januar.

Ole Buchardt har arrangeret et symposium om anvendelsen af fotoprober i biokemi og medicin (HCØ d. 28/5).

Rejser:

Arne Holm har i perioden oktober 85 – medio januar 86 samt juli og august 86 været på studieophold ved The Rockefeller University, New York.

Gæster:

Gabriel A. Carrasco fra Mexico er på studieophold ved Kemisk Lab. II fra 15/10. Göran Lidgren fra BIOMEDICUM i Sverige har været på studieophold ved KL II i perioden april-maj 86.

Publikationer:

Almdal, K., Eggert, H., Hammerich, O.: Determination of the Equilibrium Constant for the Tautomeric 9-Hydroxyanthracene/9-Anthrone System in Aprotic Solvents by a Novel Application of Cyclic Voltammetry. *Acta Chemica Scandinavica B* 40, s. 230-32, København 1986.

Andersen, F.A., Jensen, K.A.: The Configuration of Transition Metal Coordination Compounds Containing the Anion of Hexahydro-1,3,5-triazine-1,3,5-triol. *Journal of Molecular Structure* 141, s. 441-45, Amsterdam 1986.

Anderson, J.E., Henriksen, L.: The Barrier to Rotation about the Selenium-Selenium Bond in Diselenides. A Dynamic NMR Study. *J. Chem. Soc., Chem. Commun.* 1985, s. 1397-98, London 1985.

Bech, L., Nielsen, J., Winther, J.R., Kieland-Brandt,

M.C., Breddam, K.: Mutational Replacement of Methionine by Arginine in the S₁ Substrate Binding Site of Yeast Carboxypeptidase. *Carlsberg Research Communication Vol. 51*, s. 459-65, Vesttyskland 1986.

Bechgaard, K., Johannsen, I., Jørgensen, M., Jakobsen, C.S., Rindorf, G., Thorup, N., Mortensen, K.: One-, two- and three-dimensional Approaches to Conducting and Superconducting Molecular Solids. *Studies in Organic Chemistry* 25, Z-I Yoshida (ed), s. 391-402, Japan 1986.

Bjørnholm, T., Hammerum, S., Kuck, D.: The Formation and Reactions of Distonic Amine Ion Isomers. *Advances in Mass Spectrometry* 1985, Wiley, s. 787-88, 1986.

Buchardt, O., Elsner, H.I., Nielsen, P.E., Petersen, L.C., Suenson, E.: Protein Crosslinking Reagents Containing a Selenoethylene Linker are Cleaved by Mild Oxidation. *Analytical Biochemistry* Vol. 158, s. 87-93, USA 1986.

-, Jensen, R.B., Hansen, H.F., Nielsen, P.E., Andersen, D., Chino, I.: Thermal Chemistry of Podophyllotoxin in Ethanol and a Comparison of the Cytostatic Activity of the Thermolysis Products. *Journal of Pharmaceutical Sciences* Vol. 75, s. 1076-80, USA 1986.

Cooper, J.R., Forró, L., Korin-Hamzic, B., Bechgaard, K., Moradpour, A.: Magnetoresistance of the organic conductors (TMTSF)₂Clo₄ and (TMTSF)₂PF₆. Search for the coherent-diffusive transition or localization effects with increasing temperature. *Phys. Rev. B* Vol. B33, s. 6810-14, USA 1986.

Dahl, O.: Tervalent Phosphorus Acids. *Organophosphorus Chemistry, Specialist Periodical Reports* Vol. 17, s. 103-38, London 1986.

-, Tervalent Phosphorus Acids. *Organophosphorus Chemistry, Specialist Periodical Reports* vol 16, s. 100-26, London 1986.

Delrieu, J.M., Roger, M., Toffano, Z., Moradpour, A., Bechgaard, K.: NMR Proton lineshape in (TMTSF)₂X: Incommensurability of nesting vector and order parameter. *J. Phys.* Vol. 47, s. 839-61, Paris 1986.

Eggert, H., Nielsen, O., Henriksen, L.: ⁷⁷Se NMR. Application of J_{Se-S} to the Analysis of Dialkyl Polyselelenides. *Journal of the American Chemical Society* Vol. 108, s. 1725-30, USA 1986.

Fogh, R.S., Larsen, S., Dahl, O.: Structure of 1-Dimethylamino-3-methyl-3H-2,1-λ⁵ benzoxaphosphole-1-sulfide at 105K. *Acta Crystallographica* Vol. C42, s. 1635-37, København 1986.

Forró, J.R., Cooper, B., Rothaemel, B., Schilling, J.S., Weger, M., Bechgaard, K.: Pressure effect on the mega susceptibility of the TMTSF₂X family. *Solid State Communication* Vol. 60, s. 11-15, England 1986.

- Hammerum, S., Derrick, P.J.: Thermodynamics of Intermediate Ion-Molecule Complexes or Kinetics of Competing Reactions – the Reactions of Low-Energy Isobutylamine and Neopentylamine Molecular Ions. *Journal of the Chemical Society, Perkin Transactions II* s. 1577-80, London 1986.
- , Derrick, P.J.: On why some low-energy decomposition pathways of simple ketone molecular ions do not give rise to metastable peaks. A reappraisal. *Can. J. Chem. Bd. 64*, s. 1957-59, Ottawa 1986.
- Jensen, K.A., Kjær, A.: Organic derivatives of sulphur, selenium and tellurium- an overview. The chemistry of organic selenium and tellurium compounds. Volume 1, Saul Patai, Zvi Rappoport, s. 1-20, Chichester 1986.
- , Hammerum, S.: Kemiske Ord og Betegnelser i Dagligsproget. København 1986, 33 s.
- Johannsen, I., Bechgaard, K., Rindorf, G., Thorup, N., Jacobsen, C.S.: Unusual structure-related magnetism in the organic conductor $\text{TSF}-(\text{Ni}(\text{dmit})_2)_3$. (Traselenafulvalenium-tri-(bis-4,5-dimercapto-1,3-dithiole-2-thione)nickel)-ate. *Synth. Metals Vol. 15*, s. 333-43, Schweiz 1986.
- , Henriksen, L., Eggert, H.: ^{77}Se NMR. 2. The Basis for Application of $J_{\text{Se-Se}}$ and $J_{\text{Se-H}}$ in Structure Assignments of Mono-, Di-, and Triseleno-Substituted Alkenes. *Journal of the Organic Chemistry Vol. 51*, s. 1657-63, USA 1986.
- Jørgensen, M., Bjørnholm, T., Bechgaard, K.: Organiske Superledere. *Naturens Verden* s. 244-50, Danmark 1986.
- Lacoe, R.C., Creuzet, F., Murata, K., Tomic, S., Jerome, D., Ribault, M., Bechgaard, K., Moradpour, A.: The effect of pressure on anion ordering $(\text{TMTSF})_2\text{BF}_4$. *Synthetic Metals Vol. 15*, s. 289-98, Schweiz 1986.
- Moret, R., Ravy, S., Pouget, J.P., Comes, R., Bechgaard, K.: Anion ordering phase diagram in $\text{TMTSF}_2\text{ReO}_4$. *Phys. Rev. Letters Vol. 57*, s. 1915-19, USA 1986.
- Mortensen, K., Jacobsen, C.S., Bechgaard, K., Carneiro, K., Williams, J.M.: New results on two synthetic conductors $(\text{TMTSF})_2\text{BrO}_4$ and $(\text{BEDT-TTF})_2\text{I}_3$. *Molecular Crystals and Liquid Crystals* 119, s. 401, New York 1985.
- Nielsen, J., Honnens, J., Dahl, O., Marugg, J.E., Boom, J.H.v., Taagaard, M.: Thermal Instability of Some Alkyl Phosphordiamidites. *Journal of Chemical Research S* 1986, s. 26-27, London 1986.
- , Boom, J.H.v., Dahl, O., Marugg, J.E., Taagaard, M.: Polymer-Supported Synthesis of Deoxyoligonucleotides using In Situ Prepared Deoxynucleoside 2-Cyanoethyl Phosphoramidites. *Rec. Trav. Chim. Pays-Bas* vol. 105, s. 33-34, Holland 1986.
- , Dahl, O., Taagaard, M., Marugg, J.E., Boom, J.H.v.: Application of 2-cyanoethyl N,N,N',N'-tetraisopropylphosphordiamidite for in situ preparation of deoxyribonucleoside phosphoramidites and their use in polymer-supported synthesis of oligodeoxyribonucleotides. *Nucleic Acids Research* vol. 14, s. 7391-403, Oxford 1986.
- Nielsen, M.F., Hammerich, O., Parker, V.D.: The Source and the Resolution of the Controversy Regarding the Interpretation of Linear Sweep Voltammetry Data for the Protonation of Anthracene Anion Radical by Phenol. *Acta Chemica Scandinavica B 40*, s. 101-18, København 1986.
- , Porat, Z., Eggert, H., Hammerich, O.: Kinetic and Mechanistic Aspects of the Application of Diethyl Malonate as Proton Source During Protonation of Anion Radicals in N,N-Dimethylformamide. *Acta Chemica Scandinavica B 40*, s. 652-56, København 1986.
- Norden, B., Wirth, M., Ygge, B., Buchardt, O., Nielsen, P.E.: Interactions Between DNA and Psoralenamines Studied with Dichroism Techniques. *Photochemistry and Photobiology Vol. 44*, s. 587-94, USA 1986.
- Pedersen, S.U., Svensmark, B.: Simulated Data for Electrochemical Determination of Rate Constants for Homogeneous Electron Transfer Reactions with a Second Order Homogeneous Follow-up Reaction. *Acta Chemica Scandinavica Vdn. Acta Chemica Scandinavica Vol. A40*, s. 607-14, Sverige 1986.
- Vulpus, T., Hammerum, S., Bensimon, M., Houriet, R., Ingemann, S., Nibbering, N.: The Reactions of Alkene Cation Radicals with NH_3 , ND_3 and CH_3NH_2 . *Advances in Mass Spectrometry 1985*, Wiley, s. 785-86, 1986.
- Wätjen, F., Buchardt, O., Langvad, E., Bjerring, P., Langkjer, S.T., Wirth, M.: Synthesis, Tissue Distribution and Cytostatic Properties of Two New Daunorubicin Derivatives of 2-Thiouracil Containing a Guanidine Bridge. *Drug Design and Delivery Vol. 1*, s. 131-42, England 1986.
- Zhen, W., Buchardt, O., Nielsen, H., Nielsen, P.E.: Site Specificity of Psoralen-DNA Interstrand Cross-Linking Determined by Nuclease BAL 31 Digestion. *Biochemistry Vol. 25*, s. 6598-6603, USA 1986.

Bo Svensmark

3. Kemisk Laboratorium III

Stab:

VIP: Antal årsværk: 10,2.

Professor: Thor A. Bak.

Lektorer: Knud Andersen, J. V. Bertelsen (2 mdr.), Ole J. Heilmann (4/5 orlov), Aase Hvidt, Finn Hynne, Ole Kramer, René Moss (orlov), Svend Erik Nielsen (orlov), Carl Nyeland, Preben Grae Sørensen.

TAP: Antal årsværk: 9,8.

Heltidsbeskæftigede: 7; 1: 24 ti. ugl.; 1: 32 ti. ugl.; 1: 20 ti. ugl.; 1 EFG-elev (7 mdr.).

Forskningsvirksomhed:

Ved laboratoriet arbejdes der med teoretiske og eksperimentelle projekter inden for områderne kemisk kinetik og termodynamik. I det følgende er forskningsaktiviteten opdelt i disse to emneområder, idet dog flere arbejder falder inden for dem begge.

1. Polymerisationskinetik

Der udarbejdes (i samarbejde med Lu Binglin) kinetiske ligninger, der beskriver opbygning og nedbrydning af polymerer, sammensat af forskellige typer af monomerer. For en given polymerisation kan monomererne være ens eller forskellige, de kan have to eller flere funktionelle grupper, ligesom der kan forekomme monomerer med kun én funktionel gruppe. Den sidst omtalte type hæmmer en polymerisationsreaktion (quenching). Ud fra bifunktionelle monomerer dannes lineære kædepolymerer, medens monomerer med flere funktionelle grupper fører til polymernetværk, og dermed eventuelt til geldannelse. Beregning af betingelser for geldannelse (herunder bl.a. hæmning ved tilstedeværelse af en monofunktionel monomer) har praktisk betydning ved industriel anvendelse af polymerer (Thor A. Bak).

2. Molekylær kemisk kinetik

Intermolekylære potentialer bestemmes ved at sammenholde eksperimentelle data for forskellige kinetiske fænomener som kemiske hastighedskonstanter, transportkoefficienter og relaxationstider med molekylærkinetiske beregninger. Analyse af transportkoefficienter, specielt varmeledningsevnenes temperaturafhængighed, har givet mulighed for at bestemme anisotrope potentialer for nitrogen-nitrogen og hydrogen fluorid-hydrogen fluorid systemerne ved termiske energier. Denne undersøgelse er i år udvidet til også at omfatte højere energier. (Samarbejde med Gert Due Billing, Panum Institutet). Eksperimentelle resultater med molekylstråler har været benyttet til at opnå information om isotrope potentialer mellem inerte gas atomer, og til formulering af en kombinationsregel, der ved hjælp af ladningsfordelinger gør det muligt at bestemme et potentiale mellem to forskellige atomer (A-B) ud fra kendskab til de tilsvarende potentialer mellem ens atomer (A-A og B-B). Metoden er i år blevet udvidet til at omfatte anisotrope potentialer mel-

lem to molekyler, og mellem et molekyle og en fast overflade (Samarbejde med J. P. Toennies, Göttingen) (Carl Nyeland).

3. Kaos

Gennem et århundrede er kemiske systemer blevet beskrevet som deterministiske, d.v.s. det antages, at kendskab til de indgående elementarreaktioner og deres hastighedskonstanter medfører, at man for enhver udgangstilstand kan forudsige tilstandene i al fremtid med samme nøjagtighed, som den hvormed udgangstilstanden er kendt.

Senere års opdagelser har imidlertid vist, at kemiske systemer under visse betingelser ikke er deterministiske, idet den mindste forstyrrelse undervejs forstærkes, så forudsigelser er praktisk umulige selv for relativ korte tidsrum. Denne uforudsigelighed gælder imidlertid ikke for alle egenskaberne ved et system, og vore undersøgelser går bl.a. ud på at finde metoder til karakterisering af, hvilke egenskaber af kemiske systemer, der er forudsigelige, selv om andre er kaotiske (Preben Grae Sørensen).

4. Polymerrelaksation og struktur

4.1 Deuterium mærkede polymerkæder opløst i en smelte af den tilsvarende umærkede polymer (d.v.s. en polymer der kun indeholder den normale hydrogenisotop), kan observeres ved hjælp af lavvinkel neutronspredning (SANS). De to isotoper spredner neutroner forskelligt. Efter en deformation kan man med SANS følge de deuteriummærkede polymerkæders relaxations tilbage til ligevægtstilstanden. Formålet med disse målinger er at efterprøve forudsigelser fra nye molekylære teorier om kædebevægelser i polymerer. Målingerne har givet eksperimentel evidens for den såkaldte »Chain Retraction Process«, som er en af teoriernes vigtige forudsigelser. Der er også arbejdet med at finde eksperimentelle betingelser, hvor »Chain Retraction« processen tydeligere kan påvises. Dette arbejde er blevet forsinket ved fremkomsten af oplysninger om at perdeutererede polymerer (d.v.s. alle hydrogenatomer udskiftet med deuterium) ikke i alle tilfælde er blandbare med de tilsvarende hydrogenerede polymerer (samarbejde med dr. L. J. Fetters fra Exxon, USA, samt lic.techn. Kell Mortensen og civilingeniør Walther Batsberg Pedersen fra Forskningscenter Risø).

4.2 Der er blevet opbygget udstyr (på Forskningscenter Risø), som tillader syntese af polymerer til dette formål (samarbejde med stud.lic. Kristoffer Almdal). Kædeindviklingers betydning for netværks mekaniske egenskaber er i øjeblikket en af de store kontroverser i polymerforskningen. Bestråling af strakte prøver af polybutadien og efterfølgende målinger af de dannede netværks mekaniske egenskaber er udført på Risø. Resultaterne af disse eksperimenter ser ud til at kunne

medvirke afgørende til afklaring af dette problem (samarbejde med Walther Batsberg Pedersen og lektor Søren Hvidt, RUC).

4.3 Det nybyggede udstyr til måling af bløde gellers mekaniske stivhed er anvendt til måling af forskellige gelatine gellers mekaniske egenskaber. Der er opnået reproducerbare data, hvilket tidligere har været et stort problem.

I forbindelse med syntese af poly-(2-hydroxyethyl methacrylat)-geler (poly-HEMA-geler) er det af betydning at kunne fremstille HEMA, som ikke indeholder urenheden ethylendimethacrylat. Forskellige i litteraturen foreslåede oprensingsmetoder er afprøvet og vurderet kritisk. Den foreløbige konklusion er, at det er nødvendigt at anvende en chromatografisk metode for at opnå en tilstrækkeligt ren HEMA (samarbejde med Kristoffer Almdal og Walther Batsberg Pedersen).

4.4 Med henblik på udvikling af metoder til at karakterisere poly-HEMA-geler er der arbejdet med størrelses chromatografisk karakterisering af lineær poly-HEMA. Hidtil har det kun været muligt at karakterisere lineær poly-HEMA størrelses chromatografisk efter derivatisering. Ved at anvende en blanding af tetrahydrofuran og vand som eluent er det imidlertid muligt at undlade denne derivatisering (samarbejde med Walther Batsberg Pedersen og Kristoffer Almdal) (Ole Kramer).

5. H-D udveksling i proteinopløsninger

Hastigheder for H-D udvekslingen i peptidgrupperne i proteinet Superoxid Dismutase er undersøgt i D₂O opløsninger af proteinet (samarbejde med Thomas Dreyer og Martin Ottesen, Carlsberg Laboratorium). Kinetikken for udvekslingen belyser stabiliteten af proteinmolekylernes tredimensionale struktur. Undersøgelsen belyser betydningen af Cu og Zn for proteinets strukturelle egenskaber (Aase Hvidt). Termodynamiske funktioners temperaturafhængighed. Den kemiske litteratur indeholder en omfattende samling af termodynamiske data for rene stoffer og for kemiske reaktioner. Udgangspunktet for det arbejde, der her skal omtales, er målinger foretaget ved flere forskellige temperaturer af varmekapaciteter (ved konstant tryk), af enthalpiændringer, af ligevægtskonstanter og af Henry's lov-konstanter. En særdeles hensigtsmæssig måde at repræsentere sådanne data på er at opgive et antal koefficienter i den såkaldte HPT-ekspansion. Den er baseret på, at enthalpien H tilnærmes med et Polynomium i Temperaturen. Når koefficienterne er bestemt, kan man udføre interpolatiner, ekstrapolatiner, differentiationer, integrationer og løsning af ligninger i T på polynomiet. Alternativt kan man benytte enten CPRT- eller YPRT-ekspansionerne, der bygger på, at henholdsvis varmekapaciteten C og Planck-

funktionen Y tilnærmes med Polynomier i den Reciproke Temperatur.

Spørgsmålet er nu, hvilken af de tre ekspansioner, der egner sig bedst til formålet. Statistisk mekanisk teori giver ikke noget entydigt svar. I stedet er et stort og varieret eksperimentelt materiale blevet behandlet efter hver af de tre metoder. En sammenligning afslørede ofte afgørende forskelle, i de fleste tilfælde til fordel for CPRT ekspansionen. Resultaterne og den konklusion, der kan drages heraf, er i øjeblikket ved at blive skrevet sammen til en artikel om termodynamiske funktioners temperaturafhængighed (Knud Andersen).

6. Vandige Oplysninger

Målinger af termodynamiske egenskaber af vandige opløsninger (f.eks. volumen, varmekapacitet, eller overfladespænding) benyttes til at belyse vands egenskaber som solvent, med særligt henblik på vands rolle i biologiske systemer. Vandige opløsningers markante afvigelser fra idealitet kan forklares ved, at opløste molekyler afstedkommer langtrækkende strukturelle ændringer i vandet. Sådanne strukturændringer antages at være af betydning for bl.a. stabiliteten af proteinmolekylers tredimensionale struktur. De fleste proteiner i vandig opløsning danner tætte, globulære strukturer, men en undtagelse er gelatine (husblas), der udmærker sig ved at danne en gel med vand. Ved forsøg på at forklare årsagen til gel-dannelsen måler vi ovennævnte fysiske-kemiske egenskaber af gelatineopløsninger før og efter geldannelsen (Aase Hvidt).

Redaktionsvirksomhed:

Professor Thor A. Bak er udgiver af Fysisk Tidsskrift (Selskabet for Naturlærens Udbredelse). Lektor Aase Hvidt er medlem af redaktionskomiteen for »Physiological Chemistry & Physics«.

Gæster:

Stipendiat Lu Binglin, Fushun Petroleum Institute, Den kinesiske Folkerepublik, hele 1986.

Rejser, gæsteforelæsninger og studieophold:

Thor A. Bak har besøgt de svenske, norske, franske og engelske akademier (Royal Society), samt i Oxford University i oktober måned og holdt foredrag i Videnskabernes Selskab den 13. marts og ved Aarhus Universitet (Jydsk Selskab for Fysik & Kemi) den 29. oktober.

Aase Hvidt har deltaget i »9th IUPAC Conference on Chemical Thermodynamics« i Portugal 14.-18. juli, »Protein Engineering« i Danmark 21.-22. august og »NATO ASI, Advances in High Pressure Studies« i Grækenland 28. september - 11. oktober (alle med foredrag).

Carl Nyeland har været på studieophold ved Max-Planck-Institutet i Göttingen, Vesttyskland 20. janu-

ar-20. marts og har deltaget i »Collision Dynamics of Clusters and Long-Lived States« i Jugoslavien 1.-5. september (med foredrag).

Publikationer:

Dreyer, T., Ottesen, M., Hvidt, A.: Hydrogen-Deuterium Exchange in Yeast Cu_2 , Zn_2 -Superoxide Dismutase and Apo-Superoxide Dismutase. Carlsberg Res. Comm. 51, s. 219-26, Vesttyskland 1986.

Nielsen, S.E., Andersen, N.: Direct Excitation in Heavy-Atom Collisions: A Propensity Rule for Charge Cloud Orientation. Europhysics Letters 1, s. 15-21, Frankrig 1986.

Nyeland, C., Toennies, J.P.: Modelling of Repulsive Potentials from Atom Charge Distributions: Interactions of Inert Gas Atoms. Chemical Physics Letters Vol. 127, No. 2, s. 172-77, Amsterdam 1986.

Ole Kramer

4. Kemisk Laboratorium IV, Fysisk kemi

Historie:

Fysisk-kemisk Laboratorium oprettedes i 1908 og havde i perioden 1908-1930 lokaler på Den polytekniske Læreanstalt, Sølvtorvet og i perioden 1930-1962 på Blegdamsvej 19. Siden 1962: Fysisk-kemisk Institut, Kemisk Laboratorium IV, H. C. Ørsted Institutet, Universitetsparken 5. De kemiske institutters historie er nærmere omtalt i Årbogen for 1983.

Stab:

VIP: Antal årsværk: 11.

Professor: C. J. Ballhausen.

Lektorer: Bjørn Andersen, John S. Avery, Ulla Christensen, Finn Grønlund, Aage E. Hansen, Sine Larsen, Preben Juul Møller, Sten Rettrup, Ib Trabjerg.

Seniorstipendiat: Michael Gajhede.

Forskningsstipendiater: Jian-Wei He, Peter Sommer-Larsen.

TAP: Antal årsværk 11,3.

Leif Broberg, Kjeld Christensen, Flemming Hansen, Karin Iversen, Torben Johansen (elev), Edgar Wendelbo Jørgensen, Jytte Ersholt Kamp, Lene Madsen, Jette Poulsen (vikar), Ingvar Svensson (elev), Henning Vibæk, Kurt Werner.

Forskningsvirksomhed:

Ved laboratoriet udføres såvel eksperimentel som teoretisk forskning i det fysisk-kemiske område. De eksperimentelle projekter omfatter følgende: Bestemmelse af krystalstrukturer og ladningstætheder ved Røntgendiffraction. Undersøgelser af elektronstrukturer og todimensionale krystalstrukturer i faste stoffers

overflader og grænseflader. Metalmolekylstråle syntese af tynde film. Auger- og energitabsspektroskopi. Arealanalyse af en række oxid-pulvere. Magnetisk og naturlig cirkulær dichroisme. Fotoakustiske og fotokemiske undersøgelser af farve og farvestabilitet. Fotoluminescens af sjældne jordarter og overgangsmetaller. Enzymreaktioners kinetik og termodynamik.

De teoretiske projekter omfatter: Beregninger vedr. det kvantemekaniske mangelegeme problem. Båndstrukturberegninger for faste stoffer. Udvikling af modeller for beregning af optiske egenskaber, molekulære stød samt for oxydation af metaloverflader. Beregning og analyse af NMR skærmningssensorer og af cirkulær dichroistiske elektroniske intensiteter. Studier af intermolekulære kræfter og elektron-korrelation. Beregninger af UV-spektre. Anvendelse af parallelle vektorprocessorer.

I 1986 er indviet et nyt røntgendiffraktometeranlæg til studier af strukturer og ladningstætheder i énkrystaller. Laboratoriet samarbejder med forskere ved en række udenlandske og danske forskningsinstitutioner samt ved danske industrivirksomheder.

I det følgende er den videnskabelige aktivitet nærmere beskrevet, opdelt i emnegrupper, idet der dog udføres adskillige arbejder, der falder indenfor mere end en af disse grupper.

1. Elektronstrukturer af molekyler og ioner

1.1 Arbejdet med anvendelse af hyper-sfæriske koordinater i beregninger over kvantemekaniske mangelegeme-problemer sigtende mod direkte løsning af mangelegeme-bølgeligninger uden sædvanlige (Born-Oppenheimer og Hartree-Fock) tilnærmelser er fortsat (J. Avery).

1.2 Båndstrukturberegninger i faste stoffer baseret på målte landningsfordelinger (J. Avery, P. Sommer-Larsen, Sine Larsen).

1.3 Strukturert vand og intermolekulære kræfter i opløsninger, specielt i studiet af effekten af ordnet vand i kræfterne mellem biologisk vigtige molekyler i vandige opløsninger (J. Avery, Aa. Hvidt (Kem.Lab. III), I. Trabjerg).

1.4 Udvikling af Frenkel exciton model for optiske egenskaber af store molekyler og klynger (clusters), specielt anvendt på polypeptider, polynucleotider og membraner (J. Avery, S. Hvidt (RUC)).

1.5 Simple modeller for molekulære stød. Jahn-Teller koblinger, specielt den formelle analogi mellem Pseudo Jahn-Teller koblinger og potential fladerne for to-kernede komplekser (C. J. Ballhausen).

1.6 Beregning og strukturel analyse af NMR skærmningssensorer for ^{13}C og ^{15}N kerner, med henblik spe-

cielt på studiet af kerner i lavsymmetri positioner, samt af cirkulært dichroistiske elektroniske intensiteter for chirale organiske forbindelser. Herunder er der arbejdet med udvikling af teori og edb-programmel til beregning af cirkulær dichroisme af molekulære vibrationsovergange (Aa. E. Hansen).

1.7 Intermolekulære kræfter og elektron-korrelation er studeret med hjælp af teorien for biorthogonale funktionssæt (S. Rettrup).

1.8 En direkte metode til beregning af 2. ordens molekulære egenskaber er under udvikling (S. Rettrup i samarbejde med Universitetet i Bologna, Italien).

1.9 UV-spektret for $\text{CH}_2\text{-OH}$ radikalet studeres ved ab initio metoder (S. Rettrup og P. Pagsberg (Risø)).

1.10 Anvendelse af parallelle vektor-processorer i beregninger af molekulære konfigurationsvekselvirkninger (S. Rettrup i samarbejde med Universiteterne i Bologna og Amsterdam).

1.11 Båndstruktur-beregning på TCNQ-TTF (tetracyanoquinodime-than-tetrathiofulsolen) og andre molekulære endimensionale ledere (syntetiske metaller.). Projektet beskriver en beregning af den elektroniske båndstruktur ud fra »første principper«. Resultaterne af beregningen forventes at være så nøjagtige, at det giver anledning til ny indsigt og afklaring af en række tvivlsspørgsmål (P. Sommer-Larsen).

1.12 Til studier af fotoakustiske og fotokemiske undersøgelser af farve og farvestabilitet af levnedsmidler er et fotoakustisk spektrometer, til måling i spektralområdet 200-3000 nm på bl.a. oksekød, under opbygning. Der undersøges desuden molekyler elektronisk og geometrisk struktur med magnetisk induceret og naturlig cirkulær dichroisme, og der udvikles udstyr til måling af cirkulær dichroisme (CD) og magnetisk CD (MCD) både ved traditionel og ved manganekanalteknik på metalkomplekser og proteiner i det synlige, ultraviolette og vakuumultraviolette spektralområde, ligesom der udvikles udstyr til fluorescensmåling på biologiske molekyler (I. Trabjerg).

1.13 I et projekt om fotoluminescens af sjældne jordarter og overgangsmetaller i transparente værtskrystaller kortlægges mekanismerne for rekombination af de exciterede ioner med henblik på studiet af energioverførsel og eventuel benyttelse til laserteknologi (I. Trabjerg, W. Strek (Wrocław, Polen)).

2. Strukturkemi

2.1 Undersøgelse af landningstætheder af oxygenhol-

dige borforbindelser ved hjælp af konventionelle røntgenstrålskilder er fortsat. Endvidere er (ved State University of New York at Buffalo og ved Cornell University) metalporphyriner undersøgt ved synchrotronstråling, ligesom der også der er indsamlet røntgendiffraktionsdata for thiourinstof krystaller ved ca. 200 K (M. Gajhede).

2.2 Der er foretaget strukturbestemmelse af en række uorganiske, organiske og biologiske aktive forbindelser (M. Gajhede, S. Larsen).

2.3 Undersøgelser af pakningsforholdene for par af diastereoisomere salte. Krystalstrukturerne bestemmes for sådanne salte og korreleres med forskellene i forbindelsernes fysiske kemiske egenskaber. Det er hensigten med disse undersøgelser at få en bedre forståelse af den såkaldte chirale diskrimination (S. Larsen).

3. Faste stoffers overflader

3.1 Opstilling af en ny model for oxydation af metaloverflader, i hvilken kinetikken styres af todimensional kimvækst i grænsefladen; sammenligning af numerisk beregning herpå med eksperimentelle mikrogravimetrisk data for oxydation (F. Grønlund, P. J. Møller).

3.2 Eksperimentelle undersøgelser af elektronstråle-induceret elektrisk opladning og af molekulære elektronstrukturer på enkeltkrystal overflader af halvledere og isolatorer (ZnO, MgO, Si), samt molekulærstrålesyntese af ultratynde metalliske film på disse. De elektroniske og geometriske og strukturer er bestemt ved elektroneenergitaabspektroskopi og lavenergielektrondiffraktion, og mekanismer for dannelse af epitaksiale lag samt den atomare sammensætning i overflader er undersøgt ved Auger elektronspektroskopi og oscillerende kvartskrystalmålinger (P. J. Møller, J. W. He).

3.3 Dybdeprofilundersøgelser er blevet foretaget på ståloverflader ved Auger elektronspektroskopi (P. J. Møller, A. Karlsson (F. L. Smidth & Co. A/S)).

3.4 Adsorption af vanddamp på en række overflader af krystallinske og amorfe metalhydroxidpulvere er blevet undersøgt ved volumetri i ultrahøjvakuum (P. J. Møller).

4. Enzymkinetik

Studier af enzymreaktioners kinetik og termodynamik. Der er arbejdet med undersøgelse af mekanismen for plasminogens omdannelsesreaktion til Plasmin og for proteinet PZP's reaktion med proteolytiske enzymer. Desuden er der foretaget undersøgelse over kinetik og termodynamik for carboxypeptidase N (U. Christensen).

Anden virksomhed:

Der er udført en række rekvirerede analyser af pulveroverflader for industrilaboratorier (P. J. Møller) samt udarbejdet responsa for Forsvarsministeriet om fysisk-kemiske forhold vedr. sprængstoffer fra 2. verdenskrig fundet i Østersøen (F. Grønlund, P. J. Møller).

Redaktion af videnskabelige tidsskrifter m.v.:

J. Avery er medlem af redaktionsudvalget ved International Journal of Quantum Chemistry og er valgt som udenlandsk medlem af Det kgl. danske Videnskabernes Selskab.

C. J. Ballhausen er medlem af redaktionsudvalget ved tidsskrifterne Molecular Physics og Advances in Chemical Physics samt ved World Scientific Publishing Company.

Aa. E. Hansen, J. Avery og J. P. Dahl har redigeret »Understanding Molecular Properties« proceedings fra Symposium på Det kgl. danske Videnskabernes Selskab, 4-5 april 1986 til ære for prof. C. J. Ballhausen på hans 60 års fødselsdag. I. Trabjerg er medredaktør ved Journal of Materials Science (Wroclaw, Polen).

Gæster:

Professor John H. van der Waals, Leiden Universitet, Holland (1 uge) inviteret af Undervisningsministeriet under den dansk-hollandske kulturaftale.

Rejser:

John Avery har efter invitation forelæst ved International Symposium on Atomic, Molecular and Solid State Physics, St. Augustine, Florida, USA i marts.

C. J. Ballhausen har i oktober og november opholdt sig som Fairchild Scholar ved California Institute of Technology, Pasadena, USA samt givet inviteret gæsteforelæsnings ved Louisiana State University, USA.

Ulla Christensen har i juni besøgt og givet forelæsnings efter invitation ved Indiana University, Indianapolis og ved Div. Biochem. Res. på Henry Ford Hospital, Detroit, Michigan, USA., og har i november givet forelæsnings efter invitation ved Workshop on alfa-2-macroglobulin and related proteins: Biology and Chemistry, i Århus.

Michael Gajhede har i perioden januar-september været post-doctoral fellow ved State University of New York at Buffalo, USA.

Aage E. Hansen har givet inviteret forelæsnings ved Fællesmøde for Faststoffysik og Atomfysik, Dansk Fysisk Selskab, Nyborg Strand i maj og har i oktober og november opholdt sig og givet forelæsnings efter invitation ved Chemical Physics Laboratory, National Institute of Health, Bethesda, Maryland samt givet inviterede gæsteforelæsnings ved Department of Chemistry, University of Minnesota og ved The James Franck Institute, University of Chicago, USA.

Preben Juul Møller har givet forelæsnings efter invitation ved 8th European Conference on Surface Science, Jülich, Vesttyskland i april, ved 10th Nordic Symposium and Joint Nordic-English Symposium on Thermal Analysis and Calorimetry, Bergen Universitet, Norge i august, ved Fysisk Institut, Odense Universitet i oktober og har i oktober-november besøgt og givet forelæsnings efter invitation ved Department of Physics, Queens University, Kingston, Ontario, Canada, ved Department of Physics, Indiana University, Bloomington, samt ved The 10th International Vacuum Congress, 6th International Conference of Solid Surfaces and 33rd National Symposium of the American Vacuum Society, Baltimore, Maryland, USA.

Sten Rettrup har i august givet inviteret forelæsnings ved IBM Europe Institute 1986, Oberlech, Østrig.

Publikationer:

Avery, J., Hvidt, S.: Optical Properties of Large Molecules and Clusters in the Frenkel Exciton Picture. International Journal of Quantum Chemistry Vol. 29, s. 497-510, New York 1986.

-, Sommer-Larsen, P., Shen, H.: The Quantum Mechanical Many-Body Problem in Hyperspherical Coordinates. Analysis of Systems with Coulomb Interactions in Terms of Many-dimensional Hydrogen-like Wave Functions. International Journal of Quantum Chemistry Vol. 29, s. 129-48, New York 1986.

-, Sommer-Larsen, P.: Construction of Orbital Angular Momentum Eigenfunctions for Many-Particle Systems by Harmonic Projection. International Journal of Quantum Chemistry Vol. 29, s. 1735-43, New York 1986.

Becker, J., Asaad, F.M., Johansen, T., Hansen, J., Larsen, S., Hansen, F.: Pyridinethiones. XI Diastereoselective Aldol Condensations with 2 (1H)-pyridinethiones, and the crystal structure of 3-(1-hydroxy-2-methyl-3-oxo-3-(4-chlorophenyl) propyl-1-isopropyl-2(1H)pyridinethion. Journal of Heterocyclic Chemistry 23, s. 567-75, 1986.

Bendazzoli, G.L., Evangelisti, S., Palmieri, P., Rettrup, S.: A Configuration Interaction (CI) Procedure for the Evaluation of Two-Photon Transition Probabilities. Program Implementation with Application to the $A_{1g}-B_{2u}$ Transition of Benzene. Journal of Chemical Physics 85, s. 2105-11, New York 1986.

Gajhede, M., Larsen, S.: The Relation between Crystal Structure and Solubility for the Diastereoisomeric Salts formed when Enantiomers of Bis (ethylenediamine) glycinatocobalt (III) are resolved with Antimonytartrate. Acta Crystallographica Ser.B. 42, s. 172-80, England 1986.

Galsbøl, F., Larsen, S., Rasmussen, B., Springborg, J.: Synthesis and Reactivity of Hydroxo-Bridged Binuclear Ethylenediamine Complexes of Iridium-

(III) and the X-ray Crystal Structure of (Aguabis-ethylenediamine iridium(III) (μ -hydroxo)hydroxobis. *Inorganic Chemistry* 25, s. 290-97, USA 1986.

He, J., Møller, P.J.: On the Energy Dependence of the Very low Energy Reflectance from Clean and Manganese-Doped MgO(100) Surfaces. *Physica status solidi (b)* Vol. 133, s. 687-91, Berlin 1986.

-, Møller, P.J.: On the defect center electron energy loss structures from MgO surfaces. *Chemical Physics Letters* Vol. 129, s. 13-16, Amsterdam 1986.

-, Møller, P.J.: Epitaxial and electronic structures of ultra-thin copper films on MgO crystal surfaces. *Surface Science* Vol. 178, s. 934-42, Holland, Amsterdam 1986.

Larsen, S., Michelsen, K., Pedersen, E.: Synth. and Magn. Characterization of Salts of the Dimeric Chromium (III) Cation μ -Sulfato-di- μ -hydroxo-bis (N,N'-bis(2-pyridylmethyl)-amine chromium(III)). Structure of the Dithionate salt. *Acta Chemica Scandinavica A* 40, s. 63-76, Sverige 1986.

Lightner, D.A., Bouman, T.D., Wijekoon, W.M.D., Hansen, A.E.: Mechanism of Ketone $n - \pi$ Optical Activity. Experimental and Computed Chiroptical Properties of 4-Axial and 4-Equatorial Alkyladamantane-2-ones. *Journal of the American Chemical Society* Vol. 108, s. 4484-97, New York 1986.

Lottenberg, R., Christensen, U., Jackson, C.M., Hall, J.A., Paultler, E., Zupan, A.: The action of Eactor Xa on peptide p-nitroanilide substrates. *Biochim. Biophys. Acta* 874, s. 326-36, Holland 1986.

Møller, P.J., He, J.: Electron beam induced charging of Cu/MgO surfaces. *Nucl. Instrum. Methods Phys. Res. B* Vol. 17, s. 137-40, Amsterdam 1986.

Rettrup, S.: Direct Evaluation of Spin Representation Matrices and Ordering of Permutation-Group Elements. *International Journal of Quantum Chemistry* 29, s. 119-28, New York 1986.

Rudolph, H., Avery, J., Henningsen, J.O.: Torsion-Vibration Interaction in CH_3OH . *J. Molecular Spectroscopy* 117, s. 38-45, New York 1986.

Strek, W., Trabjerg, I.: The Temperature Dependence of the $^2\text{E}_g - ^4\text{A}_{2g}$ Phosphorescence of $(\text{Cr}(\text{CN})_6)^{3-}$ in a KCl Host. *Physica C* 141, s. 323-28, Amsterdam 1986.

Trabjerg, I., H. anuza, J., Hermanowicz, K., Jezowska-Trzebiatowska, B., Strêk, W.: Spectroscopic behavior of $\text{Cr}(\text{CN})_6^{3-}$ ion isolated in KCl host. *Journal of Molecular Structure* 144, s. 141-53, Holland 1986.

Preben Juul Møller

5. Kemisk Laboratorium V, Molekylspektroskopi

Historie:

Kemisk Laboratorium V oprettedes (samtidigt med Kemisk Laboratorium II og III) i 1962 ved deling af Københavns Universitets Kemiske Laboratorium, der havde til huse i Østervoldgade 5.

Egne lokaler fik laboratoriet i oktober 1962 ved udflytningen til H. C. Ørsted Institutet, Universitetsparken 5.

Stab:

VIP: Antal årsværk 10.

Lektorer: D. H. Christensen, N. Wessel Larsen, J. J. Led, F. M. Nicolaisen, O. Faurskov Nielsen, L. Nygaard, E. J. Pedersen, T. Pedersen, K. Schaumborg, G. O. Sørensen. I december måned afgik lektor, J. Tormod Nielsen ved døden.

Forskningsstipendiater: F. Abildgaard, H. Gesmar.

Adjunkt J.-E. Lolck blev i oktober bevilget afsked efter ansøgning.

TAP: Antal årsværk 10,3.

I. Blangsted, J. Cohr, K. Dayan, O. Fich, R. Ipsen, M. Jørgensen, G. Kragh-Hoffmann (orlov fra 1/2), A. Krogh, R. Lunding, G. Madsen, A. Wix Nielsen, K. O. Pedersen (fra 1/10), I. Peretti, E. Philipp, L. K. Ryelund.

Forskningsvirksomhed:

Indenfor mange fagområder er molekylspektroskopi værdsat som et hjælpemiddel til løsning af en lang række analysemæssige opgaver. Forskningen på Kemisk Laboratorium V tjener til at udvikle molekylspektroskopien teoretisk og eksperimentelt og dermed dens generelle anvendelighed. De enkelte forskningsprojekter er knyttet til specielle anvendelser, især med det grundvidenskabelige formål at studere molekylers struktur og deres bevægelsesformer.

Laboratoriet råder over apparatur til optagelse af mikrobølge (MW) spektre, infrarød (IR) spektre, Ramanspektre og kernemagnetiske resonans (NMR) spektre. Disse apparater er tilvejebragt gennem fondsbevillinger og må løbende fornyes for at den nyeste udvikling er tilgængelig for forskning og uddannelse.

Laboratoriets NMR-spektrometer er blevet renoveret i sommeren 1986 (bevilling fra Statens naturvidenskabelige Forskningsråd). Gennem puljen til fornyelse af forskningsapparatur er anskaffet et nyt Raman-spektrometer, der forventes installeret i begyndelsen af 1987. En ny strålekilde til MW-spektrometret er bestilt for midler bevilget dels fra Statens naturvidenskabelige Forskningsråd dels fra Kemisk Centralinstitut. To NMR-spektrometre er blevet bevilget fra Teknologistyrelsen. Det ene skal anvendes til biologisk rele-

vante studier, medens det andet vil blive brugt til undersøgelser af kemiske forbindelser i fast fase.

Parallelt med de eksperimentelle undersøgelser arbejdes der teoretisk på at videreudvikle matematiske modeller, som kan simulere molekylernes opførsel under de forskellige strålingspåvirkninger, som modsvarer de eksperimentelle betingelser. Laboratoriet opretholder en bred kontakt til udenlandske forskere samt danske virksomheder og offentlige institutioner, der anvender spektroskopi.

1. Bestemmelse af molekylstruktur ved mikrobølgespektroskopi

For mindre molekyler kan strukturen ofte bestemmes ved undersøgelse af gasformige prøvers rotationsspektre. Spektrenes grovstruktur kan give oplysninger om konformationsforhold, medens mere detaljerede spektre af flere isotopsubstituerede species fører til strukturbestemmelse af meget høj præcision (N. Wessel Larsen, J.-E. Lolck, L. Nygaard, T. Pedersen, G. O. Sørensen).

2. Undersøgelser af struktur og konformation i væsker og geler

2.1 Information om molekylstruktur og molekylkonformation i væskefasen kan opnås v.h.j.a. spektroskopi. Såvel mindre organiske molekyler som større molekyler af umiddelbar biologisk interesse, f.eks. metal-komplekser af aminosyrer og nucleotider, polypeptider og enzymer undersøges med NMR spektroskopi. Et af formålene med undersøgelserne af de biologiske molekyler er at klarlægge sammenhængen mellem forbindelsernes struktur og deres funktion (F. Abildgaard, H. Gesmar, J. J. Led, E. J. Pedersen, K. Schaumburg).

2.2 Også Ramanspektroskopi benyttes til at bestemme konformationsforhold for peptider i vandig opløsning (D. H. Christensen, O. Fauriskov Nielsen).

2.3 Visse polysaccharider, f.eks. pektin og carrageenanner danner i vandige opløsninger gelfaser. Strukturforholdene i gelfasen, herunder sekvensfordelingerne er studeret bl.a. ved hjælp af NMR-spektroskopi (K. Schaumburg).

3. Studier af molekylers indre bevægelse

Atomerne i et molekyle er aldrig i ro; de bevæger sig altid i forhold til hinanden. Bevægelserne kan beskrives som kollektive vibrationer (normalvibrationer) af atomerne og/eller som indre rotation af dele af molekylet i forhold til resten. Ved hjælp af IR-, Raman- og mikrobølgespektroskopi kan molekylernes indre bevægelse studeres, og man kan opnå kendskab til de kræfter, der betinger at atomerne holder sammen til et molekyle. Molekyler med indre bevægelser med store amplituder har især interesse såvel ud fra et experi-

mentelt som et teoretisk synspunkt (N. Wessel Larsen, F. M. Nicolaisen, T. Pedersen, G. O. Sørensen).

4. Studier af molekylers dynamik og vekselvirkning i rene væsker, opløsninger og gasser

4.1 Molekylers rotation, vibration og diffusion i væskefasen studeres v.h.j.a. infrarød absorptionsspektroskopi (FTIR) og lysspredning (Rayleigh og Raman spektre). Undersøgelserne koncentrerer særligt om det lavfrekvente Ramanspektrum, hvor den såkaldte $R(\bar{\nu})$ -repræsentation anvendes. Sådanne vibrationer kan være vigtige for forståelsen på et molekylært plan af biologiske processer. For at få fastslået svingningsbilleder for disse vibrationer udføres eksperimentelle undersøgelser af modelstoffer, ligesom teoretiske beregninger gennemføres. Arbejdet foregår i samarbejde med grupper i Frankrig, Sverige og USA (D. H. Christensen, O. Fauriskov Nielsen).

4.2 Også ved hjælp af NMR-spektroskopi, specielt ved relaksationsmålinger, kan man få oplysninger om bevægelse og omdannelse af molekyler i væskefasen. F.eks. undersøges rotationsdiffusionsbevægelser og konformationsligevægte (E. J. Pedersen, K. Schaumburg).

4.3 NMR-spektroskopi kan tillige give detaljerede oplysninger om enzymkatalyserede reaktionsmekanismer. Sådanne ^{13}C - og ^{31}P -NMR studier udføres bl.a. af enzymet tRNA-synthetases katalyse af det første trin i levende organismers proteinsyntese, samt af kulsyreanhydrases katalyse af bicarbonat/carbonat-omdannelsen (J. J. Led i samarbejde med Kaj Frank Jensen, Institut for biologisk Kemi B).

4.4 Studier af molekylers absorption i gasfase ved hjælp af infrarød spektroskopi med høj opløsningsevne kan ligeledes føre til oplysninger om molekylers vekselvirkning under deres indbyrdes kollisioner. Molekylernes vekselvirkning giver sig udslag i tryk- og temperaturafhængighed af absorptionsliniernes profil, og studiet af disse forhold kan føre til en detaljeret beskrivelse af vekselvirkningen mellem to molekyler (ens eller forskellige). Emnet, der er taget op i 1986 i samarbejde med Carl Nyeland (Kem. Lab. III) og Kemiafdelingen på Risø har udover stor grundvidenskabelig interesse praktisk betydning bl.a. i forbindelse med den forurenede atmosfæres absorption af infrarød stråling (F. M. Nicolaisen).

5. Undersøgelser af stofskifteprodukter i lever

Ved hjælp af ^{31}P -NMR udføres undersøgelser af metabolitter dels i ekstrakter fra rottelever og dels i den intakte lever. Der arbejdes med henblik på at bestemme stofskifteændringer forårsaget af indgivelse af fremmede stoffer (E. J. Pedersen i samarbejde med Bjørn Quistorff, Biokemisk Institut A, Panum Institutet).

6. Medicinsk anvendelse af NMR billedannelse

I samarbejde med overlæge O. Henriksen, Hvidovre Hospital foretages undersøgelser med det formål at optimere den diagnostiske information, der indsamles på det af Spiesfonden indkøbte MR scanner udstyr (E. J. Pedersen).

7. Infrarød gasfase-spektroskopi

Ved hjælp af infrarød spektroskopi med høj opløsningsevne er det muligt i stor detalje at studere molekylers opførsel i gasfase (luft).

Der arbejdes p.t. med følgende områder:

a) Studier af små molekylers struktur og indre dynamik (samarbejde med Kemisk Institut, Århus Universitet).

b) Studier af molekylers vekselvirkning i gasfase.

c) Studier af tryk- og temperaturafhængighed af molekylers absorption med henblik på studiet af dynamiske systemer ved hjælp af infrarøde lasere (samarbejde med Kemiafdelingen, Risø).

d) Kvantitativ gasfase spektroskopi.

Hvad angår punkterne b-d rettes interessen mod emner af særlig betydning for forståelsen af atmosfærens kemi og luftforurening (F. M. Nicolaisen).

8. Datamatiske projekter

8.1 I forbindelse med de større apparater benyttes datastyring og/eller opsamling og behandling af måleresultater ved hjælp af datamater. Der har i 1986 været arbejdet både med etablering og med forbedring af sådanne styrings/databehandlingssystemer. Desuden er der udviklet et system, som tillader styring fra en IBM PC af bl.a. titreudstyr. Herudover er udviklet et omfattende program til behandling og analyse af NMR-spektre v.h.j.a. H. C. Ørsted Institutets RC-8000 regnearbejd (D. H. Christensen, H. Gesmar, N. Wessel Larsen, K. Schaumburg).

8.2 Til simulering af teoretiske modeller for spektroskopiske eksperimenter udvikles sparse matrix algoritmer og programmer såvel til løsning af lineære ligningssystemer som til stive ordinære differentiaalligningssystemer (K. Schaumburg).

Redaktion af videnskabelige tidsskrifter:

K. Schaumburg er medlem af redaktionskomiteen for Dansk Kemi og Naturens Verden.

Gæster og rejser:

F. Abildgaard: XII International Conference on Magnetic Resonance in Biological Systems, Todtmoos, Tyskland og »Two-dimensional NMR«, Karlsruhe-Grötzingen, Tyskland.

D. H. Christensen: Visiting professor, Chemistry Department, University of Utah, Salt Lake City, Utah, USA (6 mdr.).

J. J. Led: XII International Conference on Magne-

tic Resonance in Biological Systems, Todtmoos, Tyskland. Visiting Research Fellow, Research School of Chemistry, The Australian National University, Canberra, Australien (3 mdr.), samt foredrag ved 3 universiteter i USA.

F. M. Nicolaisen: Lasers in Atomic and Molecular Physics, Sønderborg (Nordisk Forskerkursus).

O. Faurkov Nielsen: Visiting professor, Chemistry 5, Los Alamos National Laboratory, New Mexico, USA (1 md.). Xth International Conf. Raman Spectrosc., Eugene, Oregon, USA.

E. J. Pedersen: Kommissionsmøde (BCR), Bruxelles, Belgien og 8. EENC, Spa, Belgien.

T. Pedersen: Professor i Fysisk Kemi, University of Tanzania, Tanzania (9 mdr.).

K. Schaumburg: 8. EENC, Spa, Belgien, International Conf. Stochast. Optimal., Ober Lech, Østrig; EARN Int. Users Conf., Berlin, Tyskland. Fællesmarkedskommissionen DG XII, Bruxelles, Belgien og 3rd Int. Conf. Sci. Parks, Berlin, Tyskland.

G. O. Sørensen: IXth Int. Conf. on High Resolution Infrared Spectroscopy, Liblice (Prag), og Int. Symposium on Molecules in Physics, Chemistry and Biology, Paris.

Publikationer:

Bendtsen, J., Hegelund, F., Nicolaisen, F.M.: Infrared spectrum of the Coriolis coupled vibrations ν_5 and ν_6 of hydrazoic acid. J. Mol. Spectrosc. 118, s. 121-31, USA 1986.

-, Nicolaisen, F.M.: The pure rotational absorption spectrum of hydrazoic acid in the far-infrared region. J. Mol. Spectrosc. 119, s. 456-66, USA 1986.

Brehm, L., Krogsgaard-Larsen, P., Schaumburg, K., Johansen, J.S., Falch, E., Curtis, D.R.: Glycine antagonists. Synthesis, structure, and biological effects of some bicyclic 5-isoxazolol zwitterions. J. Med. Chem. 29, s. 224-29, USA 1986.

Gesmar, H., Led, J.J.: Optimizing the multisite magnetization-transfer experiment. J. Magn. Resonance 68, s. 95-101, New York 1986.

Hansen, P.E., Nicolaisen, F.M., Schaumburg, K.: Deuterium isotope effects on nuclear shielding. Directional effects and nonadditivity in acyl derivatives. J. Am. Chem. Soc. 108, s. 625-29, USA 1986.

Hegelund, F., Nicolaisen, F.M.: Coriolis perturbations in the ν_{10} , ν_7 , ν_4 , ν_{12} band system of trans-D₂-ethylene. J. Mol. Spectrosc. 116, s. 214-27, USA 1986.

Jensen, J.H., Christiansen, P.L., Skovgaard, O., Nielsen, O.F., Bigio, I.J.: Experimental and computational study of N-methylacetamide. Phys. Lett. 117A, s. 123-26, Holland 1986.

Larsen, N.W.: Microwave spectra and internal rotation of 4-fluorophenol, 4-chlorophenol and 4-bromophenol. J. Mol. Structure 144, s. 83-99, Holland 1986.

Madsen, U., Schaumburg, K., Brehm, L., Curtis,

- D.R., Krogsgaard-Larsen, P.: Ibotenic acid analogues. Synthesis and biological testing of two bicyclic 3-isoxazolol amino acids. *Acta Chem. Scand.* B40, s. 92-97, København 1986.
- Nielsen, E.Ø., Madsen, U., Schaumburg, K., Brehm, L., Krogsgaard-Larsen, P.: Studies on receptor-active conformations of excitatory amino acid agonists and antagonists. *Eur. J. Med. Chem. - Chim. Ther.* 21, s. 433-37, Frankrig 1986.
- : R(v)-repræsentationen og dens anvendelse (disputats). København 1985, 132 s.
- Nielsen, O.F., Bigio, I., Berquier, J., Olsen, I.L.B.: Hydrogen bonding in amides and proteins. A low frequency study (10-400 cm). *Proceedings of the 10th Internat. Conf. Raman Spectrosc.* W. L. Peticolas, B. Hudson, s. 1-71, USA 1986.
- Pedersen, T.: Kemien set fra Swahilikysten. 2. rejsebrev fra Tanzania. *Dansk Kemi* 67, s. 284-87, København 1986.
- Quistorff, B., Pedersen, E.J., Bock, K.: Regulatory aspect of liver metabolism studied by NMR. *Scandinavian J. of clinical and laboratory investigation* Vol. 46, Suppl. 185, s. 94-95, København 1986.
- Zlatev, Z., Wasniewski, J., Schaumburg, K.: Condition number estimators in a sparse matrix software. *SIAM J. Sci. Statist. Comput.* 7, s. 1175-89, Pennsylvania 1986.
- , Wasniewski, J., Schaumburg, K.: Numerical treatment of models arising in nuclear magnetic resonance spectroscopy. *Adv. Eng. Software* 8, s. 223-33, England 1986.

Ole Faurkov Nielsen

Det første skridt i den videnskabelige uddannelse og forskningsarbejde på Det naturvidenskabelige Fakultet, København, er at blive optaget til det naturvidenskabelige fakultet. Dette sker ved at man bliver optaget til det naturvidenskabelige fakultet. Dette sker ved at man bliver optaget til det naturvidenskabelige fakultet.

Det første skridt i den videnskabelige uddannelse og forskningsarbejde på Det naturvidenskabelige fakultet, København, er at blive optaget til det naturvidenskabelige fakultet. Dette sker ved at man bliver optaget til det naturvidenskabelige fakultet. Dette sker ved at man bliver optaget til det naturvidenskabelige fakultet.

I 1985 afgav skolekomiteen et udvalgt medlem af Det Naturvidenskabelige Fakultet, Ole Faurkov Nielsen, en rapport om arbejdet på Det Naturvidenskabelige Fakultet. Denne rapport blev offentliggjort i 1985.

Sol

UVP Antal årsværk 2,5

Lektor H. Ramlau-Hansen

Kandidatstipendiat F. Cederbye, O. Hørdager

Ph.d.-studerende T. Elker-Hansen, B. Olaf Hansen

P. Høgaard, A. Kühle, R. Nowberg, S. Pedersen

Undervisningsassistent: K. Johansen, J. Perch Nielsen, S. Schack Petersen

Parameterestimation

Et forskningsprojekt med titlen "Parameterestimation i kredittilstandsmodeller" blev indledt på 1. juni 1985. I dette projekt behandles parameterestimation i de såkaldte ROR-modeller (Random Order-Regression).

Indledt af efteråret 1985 er der udarbejdet en rapport, som omhandler den teoretiske fordeling af elementer af stokastiske vektorer med parameterestimation i en enkel ROR-model (den model der indleder forsikringsmatematiker kendes som Bühlmann-Straub modellen) blev undersøgt, og der arbejdes videre med en generel behandling af estimationsproblemet i ROR-modeller (Ole Hesselager).

3. Renteanslag

Der er blevet studeret de stokastiske egenskaber ved den terminale realiserede rente, når der investeres i obligationer, som udløses (Henrik Ramlau-Hansen).

4. Realvestafgift

Med henblik på illustration af de betingelser, som sammenhænger i realrentetilførselsloven, er der arbejdet på konstruering af en model for en livs- og pensionsforsikringspolice med underlagt realrentetilførsel. I den model, der er blevet holdt, er en forsikringspolice, og den model, der er blevet holdt, er en forsikringspolice, og den model, der er blevet holdt, er en forsikringspolice.

Matematik

1. Forsikringsmatematisk Laboratorium

Historie:

Før begyndelsen af dette århundrede fandtes der ingen egentlig aktuarundervisning i Danmark, men aktuarer fik deres uddannelse gennem det praktiske arbejde på forsikringsselskabernes beregnerkontorer og ved selvstudier. Den danske aktuarforening, som blev stiftet i 1901 på Thieles initiativ, foranledigede imidlertid oprettelsen af en lærestol i forsikringsmatematik i 1916 ved universitetets Matematisk-naturvidenskabelige Fakultet, og en eksamen i forsikringsvidenskab og statistik blev oprettet året efter under Det rets- og statsvidenskabelige Fakultet. Laboratoriet havde i starten lokaler i Tordenskjoldsgade 10, herefter i Studiestræde 6 og Sct. Pederstræde 19. I februar 1964 flyttede laboratoriet til de nuværende lokaler på H. C. Ørsted Institutet.

Fagets første professor var J. F. Steffensen (1873-1961), der bl.a. ydede bidrag til udjævningsteorien, numerisk analyse og livsforsikringsmatematikken. J. F. Steffensen blev i 1943 efterfulgt af professor W. Simonsen (f. 1904), der beskæftigede sig med invalideforsikringens matematiske teori, rentelære, dødelighedsanalyse kurveudjævning og livsforsikringsteknik. W. Simonsen var professor frem til 1974, hvor han blev efterfulgt af J. M. Hoem (f. 1939) som professor i forsikringsmatematik. Hoem beskæftigede sig især med kurveudjævning, demografi og anvendelse af statistiske metoder indenfor skadeforsikring. Endvidere blev der på Hoems initiativ foretaget en større omlægning af studiet, og antallet af videnskabelige stillinger ved laboratoriet blev udvidet til 3. På grund af de attraktive beskæftigelsesmuligheder udenfor universitetet har disse stillinger ikke kunne besættes varigt. Professoratet har været ubesat siden 1981, hvor Hoem fratrådte. Da der samtidig er stor søgning til studiet, har der fra 1985 været adgangsbegrænsning (i 1986 på 40).

I 1985 afgav Aktuarudvalget, et udvalg nedsat af Direktoratet for de videregående Uddannelser, indstilling om afhjælpning af manglen på aktuarer. Indstillingen anbefaler udbygning, hovedsageligt ved »egenproduktion«, af laboratoriets videnskabelige stab til 5-7 fastansatte i løbet af en 5-års periode.

Stab:

VIP: Antal årsværk: 2,5.

Lektorer: H. Ramlau-Hansen.

Kandidatstipendiater: F. Cederbye, O. Hesselager.

Eksterne lektorer: T. Elkær-Hansen, B. Olai Hansen, P. Hougaard, A. Kühle, R. Norberg, S. Pedersen.

Undervisningsassistenter: K. Johansen, J. Perch Nielsen, S. Schock Petersen.

TAP: Antal årsværk: 1,75.

V. Rønn Bertelsen, B. Elk Larsen, B. Seberg.

Forskningsvirksomhed:

Forsikringsmatematikken omfatter livsforsikringsmatematik, skadeforsikringsmatematik, forløbsanalyse, finansmatematik, generel risikoteori, forsikringsrelevante statistiske metoder og dele af operationsanalyse og numerisk matematik. Forskningen ved laboratoriet har i beretningsperioden særligt koncentreret sig om anvendelser af teori fra matematisk statistik og sandsynlighedsregning inden for forsikring.

1. Livsforsikring for diabetikere

I samarbejde med Niels Steensens Hospital (Knut Borch-Johnsen, Torsten Deckert) og Statistisk Forskningsenhed (Per Kragh Andersen, Niels Chr. Bang Jespersen) er diabetikeres dødelighed blevet analyseret, og resultaterne er blevet illustreret med beregning af livsforsikringspræmier for diabetikere. Resultaterne er blevet diskuteret i en arbejdsgruppe med forsikringsbranchen, og der er foretaget en revision af de regler, som diabetikere bliver bedømt efter, når de ønsker at tegne livsforsikring (Henrik Ramlau-Hansen).

2. Parameterestimation

Et forskningsprojekt med titlen »Parameterestimation i kredibilitetsmodeller« blev indledt pr. 1. juni 1986. Under projektet behandles parameterestimationen i de såkaldte RCR-modeller (Random Coefficient Regression).

I løbet af efteråret 1986 er der udarbejdet en rapport, omhandlende den asymptotiske fordeling af klassen af mindste kvadraters metode estimatore. Dernæst er parameterestimationen i en enkel RCR-model (den model der indenfor forsikringsmatematikken kendes som Bühlmann-Straub modellen) blevet studeret, og der arbejdes videre med en generel behandling af estimationsproblematikken i RCR-modeller (Ole Hesselager).

3. Rentesregning

Der er blevet studeret de stokastiske egenskaber ved den terminsvise realiserede rente, når der investeres i obligationer, som udtrækkes (Henrik Ramlau-Hansen).

4. Realrenteafgift

Med henblik på illustration af de beregningsmæssige sammenhænge i realrenteafgiftsloven, samt konsekvenser af denne, er der arbejdet på konstruktion af en totalmodel for en livs- og pensionsforsikringsvirksomhed underlagt realrenteafgift. To delmodeller for henholdsvis en forsikringsportefølje og en aktivportefølje med afgiftsberegning er blevet kombineret til en dynamisk totalmodel, som viser samspillet mellem en række relevante faktorer, så som rente- og inflationsudvik-

ling, investeringer, afgiftssats og bonusrenter (Frank Cederbye).

5. Solvens i skadeforsikring

På baggrund af fluktuationsreserveprojektet, som har været omtalt i de tidligere årsberetninger, er der blevet udarbejdet et sammendrag på engelsk af projektets resultater. Der er blevet publiceret 5 artikler (Henrik Ramlau-Hansen).

Redaktion af videnskabelige tidsskrifter:

Henrik Ramlau-Hansen er dansk redaktør af Scandinavian Actuarial Journal.

Rejser:

Ole Hesselager: 11. Nordiske konference i Matematisk statistik, Uppsala Universitet.

Henrik Ramlau-Hansen opholdt sig i perioden 12.1.86 til 28.2.86 ved Department of Insurance, Wharton School, University of Pennsylvania, og i perioden 1.3.86 til 15.8.86 ved Department of Statistics and Actuarial Science, University of Waterloo.

Publikationer:

Ramlau-Hansen, H., Jespersen, N.C.B., Andersen, P.K., Broch-Johnsen, K., Deckert, T.: Life insurance for insulin-dependent diabetics. Forskningsrapport 5, s. 35, Statistisk Forskningsenhed, København 1986.

-, Jespersen, N.C.B., Andersen, P.K., Broch-Johnsen, K., Deckert, T.: Dødelighedsundersøgelse af diabetikere og livsforsikringsberegninger. Arbejdsrapport 59, s. 54, København 1985.

Vibeke Rønn Bertelsen

2. Matematisk Institut

Historie:

På initiativ af daværende docent Niels Nielsen, professor ved universitetet 1909-1913, oprettedes i 1907 Universitetets matematiske Laboratorium. Egentlige egne lokaler fik laboratoriet først i 1910 i Kommunitetsbygningen og siden i 1916 i Studiestræde 6.

I 1934 flyttede Matematisk Institut – som det herefter hed – ind i en nyopført bygning Blegdamsvej 15, skænket af Carlsbergfondet og med forbindelse til Institut for teoretisk Fysik. Under ledelse af Harald Bohr, professor ved universitetet 1931-1951, blev den nye institutbygning rammen om et frugtbart matematisk miljø med betydeligt samkvem med udenlandske kolleger.

I 1963 fik Matematisk Institut sine nuværende langt rummeligere lokaler i det nyopførte kompleks H. C. Ørsted Instituttet.

Nye studier:

I henhold til en aftale, som Det naturvidenskabelige Fakultet og Matematisk Institut har indgået med Det økonomiske Fakultet ved Handelshøjskolen i København, varetager Matematisk Institut undervisningen i matematik på det i 1985 igangsatte erhvervsøkonomi-matematik studium ved HHK.

Et matematik-økonomi studium er igangsat 1. september 1986. Studiet hører under Det naturvidenskabelige Fakultet og varetages af Matematisk Institut og Institut for matematisk Statistik i samarbejde med institutterne under Det statsvidenskabelige Fagråd.

En matematik-kemi linie ved Det naturvidenskabelige Fakultet er igangsat 1. september 1986.

Stab:

Matematik:

VIP: Antal årsværk: 32 5/12.

Professorer: E. Sparre Andersen, Th. Bang, Chr. Berg, W. Fenchel (emeritus), B. Fuglede, Chr. U. Jensen, B. Jessen (emeritus), G. Kjærgård Pedersen, H. Tornehave (emeritus).

Lektorer: A. Brøndsted, E. Christensen, J. P. Reus Christensen, G. A. Elliott, G. Forst, H.-B. Foxby, K. Grove, G. Grubb, H. Plesner Jakobsen, Anton Jensen, S. Jøndrup, E. Kehlet, M. Esrom Larsen, K. Bagger Laursen, L.-E. Lundberg, K. Lønsted, T. Gutmann Madsen, D. Olesen, J. Børbling Olsson, N. Vigand Pedersen, A. L. Schmidt, A. Thorup, Fl. Topsøe.

Adjunker: B. J. Durhuus, N. Grønbæk, F. Hansen, J. Michael Møller.

Kandidatstipendiater: T. M. Bisgaard, T. Bygballe Johansen, I. Kiming, N. J. Kokholm, M. Rørdam, J. P. Solovej.

Videnskabelig medhjælper: C. Borregaard.

Eksterne lektorer: A. Bertelsen, I. Futtrup Christensen, B. Friis, Erik Hansen, Niels M. Hansen, Sten S. Hansen, L. Hebjørn, L. Stampe Jacobsen, H. Brandt Jensen, Ib Jørgensen, J. U. Lefmann, H. J. Ligeard, J. Lindstrøm, C. Boeck Petersen, L. Råvad, P. J. Trosborg, S. Vagner.

Undervisningsassistenter: J. Øst Hansen, A. Nygaard, M. Olsen, J. Kryger Sørensen.

TAP: Antal årsværk: 6.

D. Andersen, J. Bødker, N. Glarborg, L. Kørner, V. Madsen, L. Stegger, A. Tarnov, L. Winberg.

Eksakte videnskabers historie:

VIP: Antal årsværk: 1.

Professor: O. Schmidt (emeritus)

Lektor: J. Lützen.

Forskningsvirksomhed:

Instituttets forskning fordeler sig over et bredt spektrum af matematiske discipliner. Disse omfatter foru-

den centrale områder af ren matematik også anvendelser af matematikken i andre fag, især datalogi, sandsynlighedsteori og matematisk fysik.

1. *Talteori og gruppeteori*

1.1 Nogle irreducibilitetsproblemer for polynomier i flere variable er opklaret (Th. Bang i samarbejde med H. Tverberg, Bergen).

1.2 Arbejdet med anvendelser af modelteori på legemer fortsættes. I tilslutning hertil foretages undersøgelser med henblik på klassifikation af 2-udvidelser af legemer med karakteristisk forskellig fra 2 (C. U. Jensen).

1.3 Der er opnået et resultat om den afledte længde af visse endelige p-grupper, og det er påvist, at strukturteorien for sådanne p-grupper er tæt forbundet med centrale fænomener i teorien for endelige p-grupper af maksimal klasse (I. Kiming).

1.4 Der er arbejdet med blokteorien for overdækningsgrupperne af de endelige symmetriske og alternerende grupper, herunder med inddelingen af de irreducible karakterer i blokke og med blokkenes invarianter (J. Børling Olsson).

1.5 Arbejdet med zeta(3)-lignende problemer planlægges genoptaget, og ligeledes studiet af semiregulære kæder (A. L. Schmidt).

1.6 Undersøgelserne vedrørende thetafunktioner i hyperbolske rum planlægges genoptaget (A. L. Schmidt, A. Thorup).

2. *Algebraisk geometri*

2.1 Der arbejdes fortsat med fuldstændige korrelationer og med Koszul komplekset (A. Thorup i samarbejde med S. L. Kleiman, Cambridge, Massachusetts).

3. *Ring- og modulteori*

3.1 Studiet af ringhomomorfier af endelig svag homologisk dimension er videreført, og herunder er en del resultater, der hidtil kun var kendt for flade ringhomomorfier, blevet bevist for denne generelle klasse af ringhomomorfier (H.-B. Foxby i samarbejde med L. Avramov, Sofia).

3.2 Studiet af K-teori for visse kategorier af komplekser er videreført (R. Fossum, H.-B. Foxby).

3.3 Der undersøges automorfigrupper af visse ikke-kommutative ringe (S. Jøndrup).

4. *Generel topologi, målteori, og sandsynlighedsregning*

4.1 Studiet af sandsynlighedsmål er fortsat med henblik på at afklare forskellige problemer om uendeligt delbare mål og indeterminerede mål (C. Berg).

4.2 Der er opnået resultater vedrørende konvergensgenskaber for visse Markovkæder, der optræder i teorien for indlæringsmaskiner (J. P. Reus Christensen i samarbejde med J. Qommen, Ottawa).

4.3 Studier over geometrisk målteori er genoptaget (F. Topsøe i samarbejde med L. Mejlbro, DTH).

5. *Differentialligninger og matematisk fysik*

5.1 Det Dansk-Svenske Analyseseminar, som startedes i fjor, videreføres. Der blev holdt fem heldagsmøder i årets løb, skiftevis i København og i Lund (G. Grubb i samarbejde med L. Hörmander og A. Melin, Lund).

5.2 To klasser af regulariserede strengmodeller (eller statistisk mekaniske modeller for flader) er blevet undersøgt, både analytisk og numerisk. Generaliserede modeller for diffusionsprocesser er under udarbejdelse (B. J. Durhuus).

5.3 Arbejdet med en større monografi om pseudo-differentielle randværdiproblemer er færdiggjort, og bogen er netop udkommet. Der arbejdes med videre udviklinger af bogens resultater og anvendelser på bl.a. optimal kontrol (G. Grubb).

5.4 Arbejdet med kvantemekanik og spektralteori i faserummet videreføres (F. Hansen).

5.5 En væsentlig del af problematikken vedrørende unitariserbare højeste-vægt moduler for klassiske Lie superalgebraer er blevet afklaret (H. P. Jakobsen).

5.6 Der arbejdes med bestemmelsen af defektindices af formelt selvadjungerede differentialoperatorer defineret ved hjælp af Weyl-kalkylen. Endvidere arbejdes med den matematiske analyse af differentialligninger, der beskriver polymerisationsprocessers dynamik (N. J. Kokholm).

5.7 Studiet af Lorentz invariant kvanteteori er videreført. Poincaré invariant kvantefeltteori omfattes heraf. Specielt er studeret en art relativistisk generalisation af den mikrolokale analyse ved hjælp af harmonisk analyse på lyskegler (L.-E. Lundberg).

5.8 Der arbejdes med problemer vedrørende atomers stabilitet. Med udgangspunkt i Schrödingerligningen søges ad matematisk vej forklaret visse eksperimentelle kendsgerninger, som de f.eks. genfindes i det perio-

diske system (Jan Philip Solovej under vejledning af E. Lieb, Princeton).

6. Operatoralgebra og ikke-kommutativ harmonisk analyse

6.1 Nogle kohomologigrupper for algebraer med koeficienter i en injektiv von Neumann algebra er blevet beregnet (E. Christensen i samarbejde med E. Effros, Los Angeles og A. Sinclair, Edinburgh).

6.2 Der er opnået et resultat om den kanoniske form for en fuldstændig positiv afbildning mellem operatoralgebraer (E. Christensen i samarbejde med A. Sinclair, Edinburgh).

6.3 En følge af kontraktionsoperatorer på en von Neumann algebra er påvist at konvergere uniformt mod identiteten, hvis den konvergerer punktvis i norm. Endvidere er bestemt automorfgruppen for den glatte rotationsalgebra svarende til en generisk, irrational rotation (G. A. Elliott).

6.3.1 Tillige er bestemt de endeligdimensionale Lie undergrupper af denne automorfgruppe, og det er bemærkelsesværdigt at Heisenberg gruppen er en af disse (G. A. Elliott i samarbejde med O. Bratteli, Trondheim samt F. M. Goodman og P. E. T. Jørgensen, Iowa City).

6.4 Under studiet af kompakte abelske grupper og deres virkninger på en C^* -algebra er en lang række apriori helt forskellige egenskaber blevet udskilt og påvist at være ækvivalente (G. A. Elliott i samarbejde med O. Bratteli, Trondheim, D. E. Evans, Warwick og A. Kishimoto, Sendai).

6.5 Der er opnået resultater omhandlende en ny klasse af unitære repræsentationer af uendeligdimensionale Lie algebraer og Lie grupper (H. P. Jakobsen i samarbejde med V. Kac, Cambridge, Massachusetts).

6.6 Der studeres repræsentationer af distributive gitter som projektioner på et Hilbertrum, med henblik på tensorprodukter af refleksive algebraer med kommutativt gitter af invariante underrum (T. Bygalle Johansen).

6.7 Der arbejdes fortsat med lokalkompakte grupper og Lie grupper samt operatoralgebra (E. Kehlet).

6.8 Der er studeret en særlig type af C^* -dynamiske systemer, de såkaldt punktvis unitære virkninger på C^* -algebraer med kontinuert spor. Krydsprodukterne for sådanne virkninger har særlig let beskrivelige spektre (D. Olesen i samarbejde med I. Raeburn, New South Wales, Australien).

6.9 I forbindelse med en undersøgelse af topologisk stabil rang af en C^* -algebra er de ekstremales n -tupler blevet karakteriseret, og deres relation til unitære operatormatricer er blevet klarlagt (G. Kjærgård Pedersen).

6.10 Teorien for konvekse kombinationer af unitære operatorer er blevet udbygget, således at dens detaljerede resultater for von Neumann algebraer nu også gælder i en C^* -algebra. Et vigtigt hjælpemiddel har været en formel for en operators afstand til algebraens unitære gruppe (G. Kjærgård Pedersen, Mikael Rødam).

6.11 I forlængelse af et tidligere arbejde vedrørende nilpotente Lie grupper er der arbejdet på opstilling af en formel for de primitive idealer i en eksponentiel opløselig Lie gruppe. Der er desuden arbejdet med geometrisk kvantisering af nilpotente og af opløselige Lie grupper. I forbindelse hermed er udviklet og implementeret algoritmer til maskinel beregning af bl.a. coadjungerede baner og kanoniske koordinater på disse (N. Vigand Pedersen).

7. Funktionalanalyse og analyse i øvrigt

7.1 I studiet af klasser af uendeligt ofte differentiable funktioner er især deres singularitetsmængder og geometriske invarianter undersøgt (Th. Bang).

7.2 Der er foretaget en undersøgelse af funktioner med uendeligt mange negative kvadrater. Der er opnået afrundede resultater om følger med k negative kvadrater, idet det viser sig altid at være muligt at transformere en sådan følge til en momentfølge ved hjælp af et passende ikke-negativt polynomium af grad $2k$ (C. Berg, J. P. R. Christensen i samarbejde med P. H. Maserick, Pennsylvania).

7.3 Der er opnået resultater vedrørende en art lineær uafhængighed af de itererede til en hel transcendent funktion eller et polynomium af grad mindst 2 (J. P. Reus Christensen i samarbejde med P. Fischer, Guelph, Canada).

7.4 Ved en geometrisk undersøgelse er det blevet bevist, at enhver 3×3 stokastisk matrix med næsten ens rækker kan fremstilles som et produkt af 6 Poissonmatricer (B. Fuglede).

7.5 Inden for emnekredsen automatisk kontinuitet er især undersøgt den multiplikative struktur i kommutative Banach algebraer, herunder klassifikation af vægtede diskrete foldningsalgebraer ud fra strukturen af den underliggende monoide, samt beskrivelse af Banach modul-derivationer ved hjælp af disses værdier på multiplikative monoider (N. Grønbech).

7.6 En teori for visse algebraiske aspekter af en klasse af invariante underrum af et vektorrum (invariante m.h.t. virkningen af en given lineær operator) er blevet udviklet og anvendt på problemer i automatisk kontinuitet (K. Bagger Laursen).

8. Geometri

8.1 Der har fortsat været arbejdet med konvekse polytoper, bl.a. med tilrettelæggelse af en russisk udgave af en tidligere på engelsk udgivet monografi om konvekse polytoper (A. Brøndsted).

9. Differentialgeometri og algebraisk topologi

9.1 Forgrenede polynomiale overlejninger er blevet introduceret og deres basale egenskaber studeret. Det er bevist, at hvis en fibering har nilpotente fibre, er rummet af snit ligeledes nilpotent (J. Michael Møller).

10. Kombinatorik, datalogi, kodningsteori, kryptologi, informationsteori, forsikringsmatematik og matematisk økonomi

10.1 Arbejdet med klassifikation af kombinatoriske identiteter er fortsat i 1986. I året løb er klassificeret ca. 300 identiteter (E. Sparre Andersen, til dels med assistance af C. Borregaard).

10.2 Der er indledt forskning vedrørende kodningsteori og kryptologi under brug af datamaskiner (G. Forst, F. Hansen).

10.3 Der arbejdes med teorien for risikoanalyse og -vurdering på et informationsteoretisk grundlag (F. Hansen).

10.4 Term-systemet er implementeret i assemblerkode på en mikrocomputer (A. Jensen).

10.5 Der arbejdes fortsat med anvendelsen af dynamiske systemer og differentiaalligninger i nationaløkonomi (M. Esrom Larsen).

11. Eksakte videnskabers historie

11.1 Et internationalt symposium om den nyere matematiks historie blev afholdt ved Sandbjerg Slot 21.-26. august med 29 deltagere fra 8 lande. Foruden en række kortere indlæg blev der holdt tre heldagsforedrag: J. Grattau-Guinness: Applications of mathematics, the case of mathematical physics; T. Hawkins, The origins of the theory of the structure and representations of Lie algebras; J. Lützen: Joseph Liouville – a mathematician and his time (For arrangementet stod Kirsti Andersen (Aarhus Universitet) og J. Lützen).

Redaktion af videnskabelige tidsskrifter:

Lektor G. A. Elliott er medlem af redaktionen af Canadian Journal of Mathematics og af Canadian Mathematical Bulletin.

Professor B. Fuglede er medlem af redaktionen af Expositiones Mathematicae.

Gæster:

Professor T. Branson (Iowa), Professor R. M. Fossum (Illinois), Professor P. H. Maserick (Pennsylvania State Univ.) og Dr. Dinara Shaydayeva (Moskva) afsluttede i sommeren 1986 deres helårsophold ved instituttet.

Dr. T. Natsume (Saitama) opholder sig ved instituttet i det akademiske år 1986/87.

Professor S. L. Kleiman (M.I.T.) besøgte instituttet 20. juni-31. august. Professor P. C. Curtis Jr. (U.C.L.A.) besøgte instituttet 15. november-15. december 1986.

Desuden har instituttet i årets løb haft kortere besøg af en række udenlandske matematikere.

Rejser:

Th. Bang har deltaget i arrangementet af Fortress Study Group's besøg i Skalsstrup ved Roskilde, 21.-28. maj 1986.

Chr. Berg deltog i generalforsamlingen i Den internationale matematiske Union i Oakland, U.S.A., 31. juli-2. august og derefter i International Congress of Mathematicians i Berkeley, 3.-11. august.

E. Christensen deltog i Conference on Operator Algebras i Santa Barbara, U.S.A., 30. juli-2. august. Han deltog endvidere i Opening Workshop, Warwick Symposium on Operator Algebras 86/87 i Warwick, England, 18.-24. oktober. Endelig deltog han i et NATO Advanced Study Institute: Deformation Theory of Algebras and Its Applications i Pascoli, Italien, 1.-14. juni.

J. P. Reus Christensen deltog i Differentiability Properties of Real Valued Functions i Montréal, 2.-4. juni. Endvidere opholdt han sig ved Université de Guelph, Canada, 2. november-2. december.

G. A. Elliott var gæsteprofessor ved University of Toronto 1. januar-30. juni og opholdt sig der indtil 26. august. Han deltog i Conference on Operator Algebras i Santa Barbara, U.S.A., 30. juli-2. august, endvidere i Opening Workshop, Warwick, Symposium on Operator Algebras 86/87 i Warwick, England, 18.-24. oktober, og endelig i Annual Meeting of the Canadian Mathematical Society, Ottawa, 6.-8. december.

B. Fuglede deltog i Harmonic Measure and Potential Theory in Euclidean spaces i Toledo, U.S.A., 28. juli-1. august, samt i International Congress of Mathematicians i Berkeley, U.S.A., 3.-11. august.

K. Grove er fortsat knyttet som professor til University of Maryland, U.S.A. med orlov fra sin stilling ved Københavns Universitet.

G. Grubb deltog i Topics in Pseudo-Differential Operators i Oberwolfach, 2.-8. februar, og i Journées des équations aux dérivées partielles i Saint-Jean-de-Monts, Frankrig, 2.-6. juni.

H. Plesner Jakobsen deltog i Algebraic Groups and Representation Theory i Göttingen, 16.-20. april, samt i International Symposium on Topological and Geometrical Methods in Field Theory i Espoo, Finland, 8.-14. juni.

Chr. U. Jensen deltog i Ringe und Moduln i Oberwolfach, 27. april-3. maj.

T. Bygballe Johansen deltog i et NATO Advanced Study Institute: Deformation Theory of Algebras and Its Applications i Pascoli, Italien, 31. maj-15. juni.

S. Jøndrup deltog i et møde om ring- og modulteori i Leeds, 2.-12. juli.

M. Esrom Larsen deltog i The Eugene Strens Memorial Conference in Intuitive and Recreational Mathematics i Calgary, Canada, 27. juli-2. august.

K. Bagger Laursen deltog i 19th Functional Analysis Seminar i Jilemnice, Tjekkioslovakiet, 19.-26. maj, endvidere i Workshop on Radical Banach Algebras and Automatic Continuity i Berkeley, U.S.A., 21. juli-1. august, og endelig i International Congress of Mathematicians sammesteds, 3.-11. august.

L.-E. Lundberg deltog i et symposium over Lie grupper i København den 6. maj og i et symposium i Aarhus den 14. maj.

J. Lützen deltog i Svenska matematikersamfundets vintermøde i Lund d. 9. januar og Canadian Mathematical Society's Summer Seminar i Toronto, 14.-18. juli.

K. Lønsted har startet egen virksomhed med orlov fra sin stilling ved Københavns Universitet.

J. Michael Møller deltog i Barcelona Conference on Algebraic Topology, Barcelona, 2.-8. april.

D. Olesen besøgte University of New South Wales 9. januar-11. februar.

J. Børting Olsson deltog i AMS Summer Institute on Representation of Finite Groups i Avcate, U.S.A., 7.-25. juli.

G. Kjærgård Pedersen deltog i The North British Functional Analysis Seminar i Edinburgh, 27.-29. maj, endvidere i Conference on Operator Algebras i Santa Barbara, U.S.A., 28. juli-1. august, og endelig i Opening Workshop, Warwick Symposium on Operator Algebras 86/87 i Warwick, England, 19.-25. oktober.

N. Vigand Pedersen deltog i International Congress of Mathematicians i Berkeley, U.S.A. 3.-11. august.

M. Rørdam opholdt sig ved University of Pennsylvania 15. januar-15. maj. Han opholdt sig ved University of Warwick 29. september-1. december, og deltog herunder i Opening Workshop on Operator Algebras 20.-24. oktober 1986.

J. P. Solovej opholder sig fortsat ved Princeton University.

Desuden har de fleste af instituttets medarbejdere været på kortere besøg som gæsteforelæsere ved fremmede universiteter.

Publikationer:

Ambjørn, J., Durhuus, B., Fröhlich, J., Orland, P.: The Appearance of Critical Dimensions in Regulated String Theories. Nucl. Phys. B270(FS16), s. 457-82, Holland 1986.

—, Durhuus, B., Fröhlich, J.: The Appearance of Critical Dimensions in Regulated String Theories (II). Nucl. Phys. B275 (FS17), s. 161-84, Holland 1986.

Bang, T.: Om "rätlinjig pendelrörelse". Nordisk Matematisk Tidskrift Hefte 1, s. 49, Oslo 1986.

Berg, C.: Matematik 2 MA, I-III. 345 s., 1984.

Bruen, A., Jensen, C.U., Yui, N.: Polynomials with Frobenius groups of prime degree as Galois groups. Journal of Number Theory 24, s. 305-59, New York 1986.

Brydges, D., Giffen, C., Durhuus, B., Fröhlich, J.: Surface representations of Wilson loop expectations in lattice gauge theory. Nuclear Physics B 275, s. 459-87, Amsterdam 1986.

Brøndsted, A.: Continuous barycenter functions on convex polytopes. Expositiones Mathematicae 4, s. 179-87, Mannheim 1986.

—: Lineær algebra. Noter til Matematik D. Institutpublikation 1986, 120 s.

Christensen, E.: Similarities of II_1 factors with property gamma. Journal of Operator Theory 15, s. 281-88, Bucharest 1986.

Durhuus, B., Jónsson, T.: Planar random surfaces with extrinsic action. Physics Letters B 180, s. 385-89, Amsterdam 1986.

Elliott, G.A.: The diffeomorphism group of the irrational rotation C-star-algebra. Comptes Rendus Mathématiques de l'Académie des Sciences, la Soc. Royale 8, s. 329-34, Ottawa 1986.

—, Bratteli, O., Evans, D.E.: Locality and differential operators on C-star-algebras. Journal of Differential Equations 64, s. 221-73, New York 1986.

Elliott, G.A., Bratteli, O., Kishimoto, A.: The temperature state space of a C-star dynamical system, II. Annals of Mathematics 123, s. 205-63, Princeton, New Jersey 1986.

—, Bratteli, O., Robinson, D.W.: The characterization of differential operators by locality: dissipations and ellipticity. Publications of the Research Institute for Mathematical Sciences 21, s. 1031-49, Kyoto 1985.

—, Brown, L.G.: Universally weakly inner one-parameter automorphism groups of separable C-star-algebras, II. Mathematica Scandinavica 57, s. 281-88, København 1985.

Foxby, H.: Lineær Algebra. Institutpublikation 1986, 240 s.

—: Kommutative noetherske ringe. Institutpublikation 1985, 113 s.

Fuglede, B.: Value distribution of harmonic and finelley harmonic morphisms and applications in complex analysis. Annales Academiæ Scientiarum Fennicæ 1986, 1-10.

- nicæ Series A.I. *Mathematica* 11, s. 111-36, Helsinki 1986.
- Continuous selection in a convexity theorem of Minkowski. *Expositiones Mathematicae* 4, s. 163-78, Mannheim 1986.
 - Stability in the isoperimetric problem. *The Bulletin of the London Mathematical Society* 18, s. 599-605, London 1986.
- Grubb, G.: *Functional Calculus of Pseudo-Differential Boundary Problems*. Boston 1986, 512 s.
- Trace estimates for exterior boundary problems associated with the Schrödinger operator. *Schrödinger Operators Århus 1985, Lecture Notes in Mathematics*, vol. 1218, Erik Balslev, s. 136-50, Berlin 1986.
 - Singular perturbations and parameter-dependent pseudo-differential boundary problems. *Journées Equations Dérivées Partielles, Saint-Jean-de-Monts 1986, Ecole Polytechnique, Université de Nantes, Université de Rennes (eds)*, s. 8PP., Palaiseau, Frankrig 1986.
 - Moderne analyse med anvendelser. (Forelæsningsnoter til matematik 3 MA). Institutpublikation 1984, 204 s.
- Jakobsen, H.P.: *Conformal Covariants*. Publ. R.I.M.S 22, s. 345-64, Kyoto 1986.
- A spin-off from highest weight representations; conformal covariants, in particular for $0(3,2)$. *Conformal Groups and Related Symmetries. Physical Results and Mathematical Background*, A. O. Barut, H.-D. Doebner (eds), s. 253-66, Berlin, Heidelberg, New York 1986.
 - Basic covariant differential operators on hermitian symmetric spaces. *Ann.scient. Éc. Norm. Sup* 18, s. 421-36, Paris 1985.
- Jøndrup, S.: *Fixed point rings of some non noetherian rings*. *Communications in Algebra* 14, s. 109-24, New York 1986.
- *Noter til algebra og geometri*. (Forelæsningsnoter). Institutpublikation 1985, 138 s.
- Kehlet, E.T.: *Harmonisk analyse*. (Forelæsningsnoter). Institutpublikation 1984, 67 s.
- Banachalgebra og grupper. (Forelæsningsnoter). Institutpublikation 1985, 100 s.
 - Repræsentationer af lokalt kompakte grupper. (Forelæsningsnoter). Institutpublikation 1984, 100 s.
 - Lie grupper. (Forelæsningsnoter). Institutpublikation 1985, 148 s.
- Larsen, M.E.: *Forelæsningsnoter til Matematik A*, 1984-85. Institutpublikation 1985, 514 s.
- Larsen, M.E.: *Kryptiske Sider. Illustreret Videnskab* 2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12, 33 s. ialt, København, Oslo, Stockholm 1986.
- Hvorfor kan dette klassiske problem ikke løses? *Illustreret Videnskab* 5, s. 8, København, Oslo, Stockholm 1986.
- Møller, J.M.: *On the mod 2 cohomology of spaces of sphere and projective bundle sections*. *Topology Appl.* 23, s. 1-23, Amsterdam 1986.
- Olesen, D., Pedersen, G.K.: *Partially inner C^* dynamical systems*. *Journal of Functional Analysis* 66, s. 262-81, Bruges 1986.
- Olsen, C.L., Pedersen, G.K.: *Convex combinations of unitary operators in von Neumann algebras*. *J. Functional Analysis* 66, s. 365-80, Brügge, Belgien 1986.
- Olsson, J.B.: *Remarks on symbols, hooks and degrees of unipotent characters*. *Journal of Combinatorial Theory*, ser. A. 42, s. 223-38, New York, London 1986.
- Olsson, J.B.: *Lower defect groups in symmetric groups*. *Journal of Algebra* 104, s. 37-56, New York, London 1986.
- Broué, M.: *Subpair multiplicities in finite groups*. *Journal für die Reine und Angewandte Mathematik* 371, s. 125-43, Berlin 1986.
- Pedersen, G.K.: *SAW-star-algebras and corona C^* -star-algebras, contributions to non-commutative topology*. *J. Operator Theory* 15, s. 15-32, Bukarest 1986.
- Topsøe, F.: *Extending classical criteria for differentiation theorems*. *Mathematika* 32, s. 68-74, London 1986.
- *Mat D, Matematisk Analyse*. (Forelæsningsnoter). Institutpublikation 1986, 60 s.
 - *Mat 1 SS, Sandsynlighedsregning*. (Forelæsningsnoter). Institutpublikation 1984, 213 s.

Asmus L. Schmidt

3. Institut for matematisk Statistik

Historie:

Instituttet blev formelt etableret i 1960 efter oprettelsen af den statistiske kandidatgrad i 1958 og udnævnelsen af en professor i matematisk statistik i 1960. Professoratet blev besat med A. Hald, indtil da professor i statistik ved Det rets- og statsvidenskabelige Fakultet. Fra statistikstudiets oprettelse i 1958 var endvidere tilknyttet H. Brøns (afdelingsleder 1961, professor 1972).

Instituttet fik i begyndelsen tildelt lokaler i Skt. Pedersstræde 19, hvor også Statistisk Institut holdt til. I 1963 flyttede instituttet til H. C. Ørsted Institutet.

Undervisningen i forbindelse med det nye studium blev i starten varetaget af H. Brøns og A. Hald, med bistand af skiftende gæster fra indland og (især) udland. Fra begyndelsen af 60'erne til midten af 70'erne voksede den videnskabelige stab til 12 medarbejdere. Undervisningen udvidedes til at omfatte førstedels-

kurserne statistik 1 og 2 (som også benyttes af de aktuarstuderende) og et fuldt udbygget andendelsprogram. Med henblik på den stigende anvendelse af statistiske metoder i andre naturvidenskaber oprettedes endvidere servicekurset statistik A (hovedsageligt henvendt til matematik- fysik- og datalogistuderende, men også benyttet af andre). For nylig er en nødtørftig introduktion til statistikens problemstillinger indarbejdet i matematik 1, bl.a. på baggrund af at elementær statistik nu indgår i gymnasiets matematikundervisning.

Kandidatproduktionen har i mange år ligget ret konstant på ca. 5 om året. Der er næppe tvivl om, at markedet kan aftage flere.

Væksten i statistikens anvendelsesområde er et internationalt fænomen. Her i landet er der, både i offentligt og privat regie, oprettet mange stillinger på alle niveauer inden for de senere år.

Stab:

VIP: Antal årsværk: 9.

Professorer: H. Brøns.

Lektorer: S. Andersson, S. Asmussen, I. Henningsen, M. Jacobsen, S. T. Jensen, S. Johansen, H. Rootzén, T. Tjur.

Kandidatstipendiat: Niels Chr. Bang Jespersen.

TAP: Antal årsværk: 3.

Overassistent: Hanne Asmussen.

Assisterer: Vivi Arp, Ursula Hansen, Inge Johansen, Solveig Offersen.

Forskningsvirksomhed:

Instituttets forskningsområder er matematisk statistik og sandsynlighedsregning. For en historisk gennemgang af instituttets forskningsvirksomhed må henvises til tidligere årbøger. Her skal kun forsøges en generel beskrivelse af instituttets forskningsprofil, idet en enkelt mere konkret facet dog vil blive trukket frem, fordi den har haft betydning for den institutionelle udvikling.

I instituttets forskning inden for matematisk statistik ligger hovedvægten på studiet af statistiske modeller og disses relationer til hinanden, medens der i mindre grad er lagt vægt på emner som beslutningsteori, deskriptive metoder og ikke-parametrisk statistik.

Det nationale matematisk-statistiske miljø er præget af det høje matematiske niveau, som fra starten blev indbygget i statistikstudiet. I mange andre lande har man en mere markant forståelseskluft mellem, på den ene side anvendelsesorienterede statistikere, og på den anden side matematikere og sandsynlighedsteoretikere. Dette er uden tvivl en af årsagerne til, at danske statistikere har kunnet bidrage væsentligt til den internationale udvikling af faget. Det gælder både inden for snævert anvendelsesorienterede områder, hvor det matematiske overblik ofte giver det forspring, der skal

til for at sætte tingene på plads, og inden for mere teoretiske områder, hvor den anvendelsesmæssige ballast er afgørende for, at forskeren ikke lader sig fange ind af matematiske spidsfindigheder.

Effektiviteten af denne kombination af en solid matematisk baggrund med en veludbygget anvendelsesmæssig tradition illustreres udmærket af den udvikling, der er sket inden for analysen af overlevelsedata. Statistiske modeller for overlevelsedata er et relativt nyt felt i grænseområdet mellem statistik og sandsynlighedsregning, med store anvendelsesmuligheder inden for medicinsk forskning. Internationalt er der her sket en rivende udvikling i løbet af de sidste 10 år. Det danske bidrag har været af et sådant omfang, at København må anses for et af centrene i denne sammenhæng. Instituttets forskning inden for dette område er en væsentlig del af baggrunden for det femårige forskningsrådsinitiativ »Statistisk Forskningsenhed« (1978-84) under ledelse af en af instituttets medarbejdere (N. Keiding). Statistisk Forskningsenhed er nu etableret som Institut for Biostatistik ved Det lægevidenskabelige Fakultet.

1. Flerdimensional statistisk analyse

1.1 Sammen med John Marden, University of Illinois og Michael Perlman, University of Washington, Seattle, fortsættes arbejdet med normalfordelingsmodeller for skemaer af manglende observationer. Sammen med Michael Perlman studeres normalfordelingsmodeller givet ved parvis betinget uafhængighed. Formuleringen af disse modeller anvender teorien for endelige distributive gitter, og resultaterne vedrører inferens for såvel middelværdi som kovarians. Endelig anvendes gitterteorien til studiet af lineære modeller og varianskomponentmodeller (Steen Andersson).

1.2 Der arbejdes på problemet om estimation i modellen for proportionale kovariansmatricer i den flerdimensionale normale fordeling (Søren Tolver Jensen, Søren Johansen).

1.3 Der arbejdes på at udvikle en samlet matematisk teori for de flerdimensionale normale statistiske modeller omfattende bl.a. alle traditionelt anvendte modeller og alle modeller bestemt ved deres symmetriegenskaber (Hans Brøns).

2. Generelle transformationsmodeller

Der arbejdes fortsat på at opnå en fuldstændig klassifikation af de fulde eksponentielle transformationsmodeller (Søren Tolver Jensen).

3. Forsøgsplanlægning

En ny fortolkning af kontrastvarianserne i et (eventuelt ufuldstændigt) blok design, som modstande i et simpelt (elektrisk) netværk, er blevet studeret. Netværket dannes ganske enkelt ud fra designet ved til

hver blok (række) og hver behandling (søjle) i designet at lade svare et knudepunkt i netværket; for hver observation indføres en forbindelse mellem de to til blok og behandling svarende knudepunkter med en modstand lig med observationens varians. Det gælder så, at variansen på en estimeret behandlingskontrast (i designet under den sædvanlige additive model) er lig med modstanden i netværket mellem de to tilsvarende knudepunkter.

Denne fortolkning af kontrastvariansen kan i betydelig grad øge forståelsen for hvordan et »godt design« (dvs. et med små kontrastvarianser) skal se ud. For små designs kan man i mange tilfælde beregne kontrastvarianserne direkte ved at tegne det tilsvarende netværk og anvende de sædvanlige regler for parallel og seriell kombination af modstande. Der arbejdes i øjeblikket med algoritmer til konstruktion af optimale designs baseret på disse ideer (Tue Tjur).

4. Markovprocesser

Arbejdet med teorien for stidekompositioner er fortsat. Specielt forsøges stidekompositioner brugt til at konstruere sammenkoblingen af to processer (Martin Jacobsen).

5. Tælleprocesser og overlevelsesdata

5.1 Et arbejde om strukturen af censureringsmønstre, der tillader brug af de klassiske estimatorer ved estimation af en ukendt overlevelsesfordeling på grundlag af observation af censurede overlevelsestider, er afsluttet (Martin Jacobsen).

5.2 Sammen med R. D. Gill, Amsterdam, arbejdes der på en fremstilling af teorien for produktintegraler og deres anvendelser i statistikken (Søren Johansen).

6. Ekstremværdier

6.1 En oversigtsartikel om ekstreme værdier af stationære stokastiske processer og deres anvendelser inden for teknikken er færdiggjort (Holger Rootzén og Georg Lindgren, Lunds Universitet).

6.2 Der arbejdes videre med stiegenskaber og ekstreme værdier for filtrerede Poissonprocesser og ekstreme værdier for løsninger til stokastiske differentiaalligninger (Holger Rootzén).

7. Anvendt sandsynlighedsregning og køteori

7.1 Et resultat om »large deviations« for den tidsafhængige opførsel af Markovkæder med matrix-geometrisk stationær fordeling er vist (Søren Asmussen og Herman Thorison, Göteborgs Universitet).

7.2 Tillige er der for en noget bredere modelklasse opnået en reflekterende Brownisk grænse (Søren Asmussen).

7.3 Der er foretaget et bredt studium af ruinproblemer og køsystem af Markovmodul M/G/1 type. Resultaterne omhandler såvel endelig som uendelig horisont, og er dels eksakte og dels asymptotiske (Søren Asmussen).

7.4 Der arbejdes med asymptotiske egenskaber hos adaptive rekursive algoritmer for estimation, filtrering og kontrol (Holger Rootzén).

8. Økonometriske modeller

I forlængelse af arbejdet med fejlkorrektionsmodeller arbejdes der for tiden med en række statistiske begreber i økonometrien: exogenitet, encompassing etc. Disse begreber er indført af økonometrikerne og er muligvis af væsentlig betydning også i generel statistisk sammenhæng (Søren Johansen).

9. Tekniske anvendelser

Et arbejde om stokastiske egenskaber ved materialestyrker er færdiggjort. Der arbejdes videre indenfor området (Holger Rootzén, Allan Deis).

10. Anvendt statistik/projekter

I samarbejde med Bjarne Westergaard, Zoofysiologisk Centralinstitut, har der været arbejdet med grafisk analyse og statistisk modelopstilling for data vedrørende tandsætudviklingen hos krybdyrfostre (Tue Tjur).

11. Medicinske og biologiske anvendelser

11.1 Der arbejdes med en bestemmelse af prognostiske faktorer ved vurdering af kompliceret fødsel og neonatal morbiditet (med Læge Kirsten Holst), samt opstilling af en model for beregning af gestationslængde der er baseret på variation i væksthypighed for fostre (Inge Henningsen).

11.2 Der arbejdes med modeller for spredning af AIDS, der inddrager populationsinhomogenitet (Inge Henningsen).

12. Statistikkens historie

Studiet af sandsynlighedsregningens, statistikkens, og forsikringsmatematikens historie i den første halvdel af det 18. århundrede fortsættes. En afhandling med titlen »On the early history of life insurance mathematics« er afsluttet (Anders Hald).

Instituttets preprintserie:

På grund af den betydelige forsinkelse i forbindelse med udgivelse af tidsskriftsartikler foregår en stor del af den internationale statistiske frontforskningskommunikation ved hjælp af fotokopierede manuskripter og preprints. Institut for matematisk Statistik bidrager hertil med sin preprintserie. Preprints udsendes til større statistiske forskningsinstitutter i Europa og

USA, til nordiske broderinstitutter og til personer, som forfatterne korresponderer med. De fleste preprints publiceres senere (i revideret, ofte forkortet form) som tidsskriftsartikler. Institutet har i 1986 udgivet 6 preprints. Som redaktør for preprintserien fungerer p.t. Søren Asmussen.

Gæster:

Mario Comelli, Università degli studi di Pavia, besøgte instituttet fra 22.9.-29.11., Peter Franken, Humboldt Universität, besøgte instituttet fra 17.11 og en måned frem, Halina Frydman, New York Business School, besøgte instituttet i efterårssemesteret og Michael Perlman, University of Washington, Seattle, besøgte instituttet i perioden 5.10-12.11.

Rejser:

Søren Asmussen har besøgt Dept. of Operations Research, Stanford University, USA, i perioden 1.2-1.8. 1987. Herunder har han efter invitation holdt foredrag ved University of California, Berkeley, University of California, Santa Barbara og IMS Meeting, Seattle med titlerne: »Topics related to Lindley processes«, »On Markov-modulation in queueing theory« og »On random walks on Markov chains and their queueing applications«. Søren Asmussen har tillige besøgt Department of Applied Mathematics, Twente Technical University, Enschede, Holland, 19.-21.11 og holdt et foredrag med titlen »Discrete matrixapproximations in queueing theory«.

Anders Hald har den 22.9. holdt foredrag i Royal Statistical Society, London, om »Galileo's statistical analysis of astronomical observations«.

Martin Jacobsen har ved den 11. nordiske konference i matematisk statistik ved universitetet i Uppsala holdt et contributed foredrag om »Duale stoppetider og den duale stærke Markovegenskab«. Efter invitation har han deltaget i en AMS-IMS-SIAM joint Summer Research Conference in the Mathematical Science over temaet »Time reversal of Markov processes and potential theory«, University of California, Santa Cruz, 6.7.-12.7.

Søren Johansen har deltaget i Seminaire de 3. cycle, Université de Genève, 17.-21.3 og holdt 6 forelæsninger om »Mathematical methods in survival analysis«. Fra den 26.11-2.12 besøgte han universitetet i Heidelberg og universitetet i Mainz og holdt foredrag med titlerne »Prediction regions for random coefficient models« og »Some simple random coefficient models«.

Holger Rootzén holdt ved den 11. nordiske konference i matematisk statistik sammen med Georg Lindgren, Lunds Universitet et foredrag om »Extreme values - theory and technical applications«.

Anden virksomhed:

Hanne Asmussen: Medlem af konsistorium, konsistoriums budget- og forretningsudvalg, valgudvalg, ud-

valget for internationale anliggender, udvalget vedr. fælles service og administration, ad hoc udvalgene vedr. indtægtsdækket virksomhed og kompensation for arbejde i de styrende organer samt medlem af hovedsamarbejdsudvalget.

Inge Henningsen: Medlem af konsistorium, konsistoriums budget- og forretningsudvalg, valgudvalg samt ad hoc udvalgene vedr. indtægtsdækket virksomhed og kompensation for arbejde i de styrende organer.

Søren Johansen: Formand for programkomiteen for International Statistical Institute's møde i Tokyo i august 1987 og redaktør af Scandinavian Journal of Statistics.

Publikationer:

Asmussen, S.: On ruin problems and queues of Markov-modulated M/G/1 type. Preprint Series 4, s. 35, København 1986.

—: The heavy traffic limit of a class of Markovian queueing models. Preprint Series 5, s. 8, København 1986.

Asmussen, S.: Estimation theory for multitype branching processes. Semi-Markov Models. Theory and Applications, J. Jansen (ed.), s. 385-95, Plenum, New York 1986.

—, Thorisson, H.: Large deviation results for time-dependent queue length distributions. Technical Report 251, Department of Statistics, Stanford University, June 1986, s. 16, Stanford, California 1986.

—, Johansen, H.: Über eine Stetigkeitsfrage betreffend das Bedienungssystem GI/GI/s. Elektron. Inf. Vorarb. Kybernetik 22, s. 565-70, Østtyskland 1986.

Hald, A.: Galileo's statistical analysis of astronomical observations. International Statistical Review Vol. 54, No. 2, s. 211-20, Holland 1986.

Hougaard, P.: Survival models for heterogeneous populations derived from stable distributions. Biometrika Vol. 73, No. 2, s. 387-96, London 1986.

—: Covariance stabilizing transformations in non-linear Regression. Scandinavian Journal of Statistics Vol. 13, No. 3, s. 207-10, Stockholm 1986.

Jacobsen, M.: Co-optimal times and invariant measures for transient Markov chains. Analytic and Geometric Stochastics, Papers in Honour of G. E. H. Reuter, The Applied Probability Trust and the London Mathematical Society (eds), s. 49-58, England 1986.

Jensen, E.L., Rootzén, H.: A note on de Moivre's limit theorems-easy proofs. Statistics and Probability letters 4, s. 2, Amsterdam 1986.

Jespersen, N.C.B.: Dichotomizing a continuous covariate in the Cox regression model. Preprint Series 3, s. 25, København 1986.

Rootzén, H.: Extreme value theory for moving average processes. The Annals of Probability 14, s. 612-52, Hayward, California 1986.

-, Leadbetter, M.R.: Extremal theory for stochastic processes. Technical Report 124, s. 84, USA 1986.

Steen Andersson

4. Datalogisk Institut

Historie:

Datalogisk Institut blev oprettet i 1970. Først havde instituttet lokaler på H. C. Ørsted Instituttet. 1973 flyttede instituttet til Sigurdsgade 41, tæt ved RECK-U. Moderniseringen af Universitetsparken 1-3, det tidligere Medicinsk Anatomiske Institut, er påbegyndt, og instituttet vil fra sommeren 1986 have til huse der.

Lokaleforhold:

August 1986 flyttede Datalogisk Institut ind i de nyindrettede lokaler i Universitetsparken 1. Foruden kontorer og undervisningslokaler rummer bygningen en maskinstue med den nødvendige køling, et bibliotek, en kantine samt læsepladser for studerende. I bygningen er installeret et lokalnet som forbinder instituttets større datamater sammen. Enhver skærmterminal i hele bygningen kan via dette net kobles til en vilkårlig datamat.

Stab:

VIP: Antal årsværk: 30.

Professorer: P. Brinch Hansen, P. Johansen, P. Naur. Lektorer: N. Andersen, J. D. Andersen, B. Appelbere, H. Clausen, J. Clausen, P. Darvas, K. Hansen, N. D. Jones, G. Koch, L. B. Kovács, J. Krarup, B. Pedersen, J. Sand, S. Skelboe, E. Sveinsdottir, T. U. Zahle.

Adjunkter: J. Bansler, E. Frøkjær, P. Galle, K. Grue, U. Grolin, E. Jul, H. Tucker, P. Winter.

Kandidatstipendiater: J. Arnsprang, K. Danielsen, C. P. Lunau, T. Mogensen, S. Olsen, E. R. Pedersen, M. Tofte.

Eksterne lektorer: E. Bruun, J. U. Dalgaard, T. J. Goldman, P. R. Hansen, P. Holm, H. S. Jensen, P. Lindgreen, K. Madsen, B. Rosenkrands, T. Skovgaard, C. Topsøe-Jensen.

Undervisningsassistenter: B. J. S. Andersen, J. Erlandsen, N. C. K. Holst, M. Jensen, N. C. Juul, A. H. Jørgensen, S. Lauesen, J. L. Lauritsen, H. Olsen, G. S. Pedersen, F. S. Sørensen, P. Vestergaard.

TAP: Antal årsværk: 24.

S. Amundsen, P. B. Andersen, P. U. Freiberg, N. Garde, H. Gundermann, S. Hansen, B. Hougaard, G. Howard, E. Jacobsen, C. Jellinggaard, I. Jørgensen, L. Jørgensen, M. Knudsen, S. Laursen, P. A.

Kaastrup, V. Læssøe, R. Løvgreen, J. Marquard, L. Mathiesen, E. M. Nielsen, L. Olsen, K. Outzen, J. Palludan, K. R. Pedersen, L. Povlsen, P. Rasmussen, M. Rycko, P. Sande, N. Schachtschabel, R. Seindal, K. J. Simonsen, V. Strobel, J. B. Sørensen.

Forskningsvirksomhed:

1. Programudvikling som menneskelig aktivitet

Studierne over aspekter af programudvikling som en menneskelig aktivitet er fortsat med et studium over modelbegrebet samt en analyse af Turings klassiske arbejde over tænkningens væsen (Peter Naur).

2. Systemarbejds teorihistorie

I det forløbne år blev projektet »Centrale tankefigurer i systemudviklingens historie« afsluttet. Den endelige rapport fra projektet vil udkomme i bogform foråret 1987.

Emnet for rapporten er den historiske udvikling af forskellige teoretiske »skoler« eller traditioner inden for forskningen i systemarbejde i Skandinavien. Når man betragter den historiske udvikling af systemarbejdsforskningen over de sidste 25-30 år viser det sig, at de mange forskellige teoretiske bidrag og forslag til systemudviklingsmetoder, grupperer sig i tre forskningstraditioner: Den informationsteoretiske tradition, den socio-tekniske tradition og den fagpolitiske tradition. Der er fundamentale ideologiske og holdningsmæssige forskelle på de tre forskningstraditioner især med hensyn til deres syn på, hvad en virksomhed er, samt med hensyn til deres opfattelse af de sociale relationer i arbejdslivet. Hvorfor disse forskelle eksisterer, og hvordan de er opstået, kan ikke forstås og forklares inden for det videnskabelige univers alene. Forskningen foregår ikke isoleret fra verden iøvrigt og forskerne er ikke upåvirkede af ideologiske og politiske strømninger i samfundet. I rapporten lægges der derfor vægt på at diskutere og præsentere de tre forskningstraditioner i den historiske og samfundsmæssige sammenhæng, hvori de er opstået (Jørgen P. Bansler).

3. Datamatstøttet tomografi

Der arbejdes fortsat med datamatstøttet tomografi, d.v.s. billeddannelse i to eller tre dimensioner af legemers indre. Der er særlig vægt på udformning af billedsystemet, så det interaktivt støtter lægen i patientundersøgelsessituationen og den efterfølgende præsentation af resultater fra undersøgelser til diagnoseformål og medicinsk forskning. Et aktuelt projekt er at udvikle programmet til brug for kirurger til tredimensionale undersøgelser af organer i det menneskelige legeme, p.t. hjernen, således at organet fremvises med de ønskede indsnit. Billedannelsen foretages på grundlag af dataopsamling baseret på kernemagnetisk resonans (Edda Sveinsdottir).

4. Interaktion i menneske-maskine systemer

Vi undersøger opbygning af datamatbaserede systemer, der så direkte som muligt understøtter fagfolk i deres problemløsnings- og læreprocesser. Der lægges særlig vægt på muligheder for individuel udformning og anvendelse af systemerne. Det stiller krav om specialudviklede edb-værktøjer, der arbejder med begreber og baseres på viden fra det aktuelle fagområde. Vi har kontakt med læger, undervisere og sagsbehandlere. Der er etableret et laboratorium for interaktive systemer for eksperimenter på området (Edda Sveinsdottir, Erik Frøkjær).

5. Systemudviklingsmetoder og prototypeudvikling

Der er gennemført en række forsøg med anvendelse af udvalgte systemudviklingsmetoder til opbygning af administrative edb-systemer. Herunder er der især søgt indvundet erfaringer med teknikker og værktøjer til prototypeudvikling. Ved prototypeudvikling forstås en udviklingsform, hvor edb-systemet opbygges via et antal prototyper (forenklede edb-modeller af det ønskede system), som efter afprøvning i det lokale arbejdsmiljø videreudvikles i direkte samarbejde mellem de kommende brugere og edb-fagkyndige, indtil et tilfredsstillende resultat er opnået. Værktøjerne får i denne form for systemudvikling en fremtrædende betydning, bl.a. som et middel til at opnå en hurtigere og mere direkte kommunikation mellem brugere og systemudviklere om alternative muligheder for udformning af edb-systemer. Der er gennemført en undersøgelse af seks udvalgte værktøjer til systemudvikling via prototyper (DIKU rapport 86/4). Undersøgelsen har dannet baggrund for et igangværende projekt med sigte på udvikling af et modulopbygget programmeringsværktøj til interaktiv konstruktion af administrative edb-systemer, arbejdstitel Nimbus.

Prototypeudvikling rejser behov for nye samarbejdsformer mellem systemudviklere og brugere. Undersøgelser heraf foregår bl.a. i samarbejde med Danmarks Forvaltningshøjskole, hvor der har været afholdt et seminar (Edda Sveinsdottir, Erik Frøkjær).

6. Projekt med sigte på videnhjemtagning om ekspertsystemer på mikrodatamater

Projektet er gennemført i et samarbejde mellem deltagerne fra Cowiconsult, DIKU, MaCo, Prolog Development Center, Prolog Software og Regnecentralen og er støttet af Teknologistyrelsen. Resultaterne fra en studietur i USA er fremlagt i en rapport af november 1986, og der har været afholdt et seminar på DIKU for 140 mennesker fra dansk industri (Edda Sveinsdottir, Erik Frøkjær).

7. Præstationsvurdering

Arbejder med datamatiske systemers præstation og ydeevne med henblik på forbedring af driftsform eller konfiguration (Bent Pedersen).

8. Design af et multi-dimensionalt spread sheet

Projektets mål er at designe og implementere en prototype af et multi-dimensionalt spread sheet, som også vil kunne anvendes som 4. generationsværktøj (Kaare Danielsen).

9. Kombinatoriske algoritmer til paralleldatamat

I forbindelse med paralleldatamaten iPSC anskaffet i samarbejde med Per Brinch Hansen og Stig Skelboe er der igangsat undersøgelser af sammenhængen mellem teoretiske modeller for parallelle arkitekturer og algoritmer baseret herpå, og de tilsvarende implementationer på en konkret paralleldatamat. I første omgang fokuseres på de såkaldte grafalgoritmer (Jens Clausen).

10. Numeriske algoritmer til paralleldatamat

Der arbejdes med udvikling af effektive numeriske algoritmer til paralleldatamat. Algoritmer afprøves på DIKU's paralleldatamat iPSC.

I første omgang koncentrerer arbejdet om metoder til parallel løsning af systemer af lineære ligninger, idet talrige numeriske metoder er afhængige af effektive algoritmer til løsning af lineære ligninger. Der er udviklet en lovende algoritme til løsning af systemer med båndstruktur (Stig Skelboe).

11. Programmering af paralleldatamater

Der er opfundet et nyt programmeringssprog kaldet Joyce for paralleldatamater, der er opbygget som et netværk af mikrodatamater forbundet med datakanaler. Til Joyce er der udviklet en oversætter og systemkerne, således at sproget nu kan bruges på en IBM Personal Computer. Der arbejdes nu på at flytte Joyce til DIKU's nye paralleldatamat – den såkaldte Intel Hyperterning iPSC der består af 32 mikrodatamater (Per Brinch Hansen).

12. Forbedring af indlejrede databasesprog

Der arbejdes på at gøre programmer skrevet på et indlejret database sprog lige så kompakte og letlæselige som tilsvarende programmer skrevet i forespørgselsprog. Arbejdet udføres sammen med Anker Christensen (Torben Ulrik Zahle).

13. Navne og semantik ved begrebsmæssig modellering

En række semantiske problemer knytter sig til brug af navne i databaser. Disse er søgt afklaret i et arbejde sammen med R. M. Lee (Torben Ulrik Zahle).

14. Emerald: et objektorienteret, fordelt system

I de senere år er det blevet nemt og billigt at sammenkoble en række datamater via et lokalnet. Programmeringen af sådanne systemer er derimod stadig vanskelig. Emerald projektets mål er at simplificere programmeringen af fordelte systemer ved at definere et

nyt programmeringssprog, Emerald, der er specielt egnet hertil.

Sproget udmærker sig ved:

- at det er objektorienteret, idet al data repræsenteres som objekter uanset størrelse – selv simple heltal er objekter.
- at faciliteter til fordelt databehandling er medtaget som en integreret del af sproget. Blandt andet kan objekter frit flyttes fra datamat til datamat.
- at det i modsætning til tidligere objektorienterede sprog, såsom Smalltalk, har et veludbygget typesystem.
- at sproget er designet med henblik på effektiv implementation – simple operationer skal kunne udføres lige så hurtigt som i traditionelle sprog til sekventiel programmering, f.eks. Pascal.

Emerald er udviklet ved University of Washington i samarbejde med Andrew Black, Henry Levy og Norman Hutchinson (Eric Jul).

15. Typning og arvelighed i objektorienterede systemer

Anvendelse af objektorienterede programmeringssprog er stærkt stigende. Dette hænger sammen med at de efterhånden er tilgængelige på mindre maskiner. En af fordelene ved at anvende et objektorienteret sprog er en besparelse af den mængde af programlinier den enkelte programmør, selv skal skrive (op til 370 % besparelse) på grund af arvelighedsmekanismer i sproget.

De fleste objektorienterede sprog er stadig utrolig langsomme. Dette skyldes »late binding« af procedure kald, samt lageradministration ved oprettelse og nedlæggelse af objekter. Projektet går ud på at indføre et typesystem, der tager hensyn til arvelighedsmekanismerne. Typesystemet implementeres så tidsforbrug til »late binding« reduceres, uden at fleksibiliteten i objektorienteret programmering formindskes (Charlotte Pii Lunau).

16. Opbygning af kommunikationsfaciliteter

Dette projekt under FTU har tre mål:

1. Etablering af moderne faciliteter mellem de data-tekniske institutter i Danmark, og til udlandet.
2. Indhøstning af erfaringer, specielt med elektronisk post.
3. Forskning inden for de øvre lag i ISO's OSI model, specielt med henblik på en systematisk realisering (Klaus Hansen).

17. Effektive formelle teorier

Formelle beviser er ofte så lange, at selv datamater ikke kan behandle dem. Projektets mål er at definere en formel teori med den egenskab, at man kan bevise selv komplekse udsagn med formelle beviser af rimelig længde. Målet søges nået ved at muliggøre metaræsoneren inden for den formelle teori (Klaus Grue).

18. Semantikbaseret programbehandling

Der har været en næsten eksplosionsagtig vækst i brugen af datamaskiner over de sidste 20 år og specielt over det sidste tiår p.g.a. mikrodatamaterns ankomst. På den anden side har væksten i antal af kvalificerede dataloger været meget mindre. Resultatet er den nu velkendte »programmelkrise«.

En måde at lette problemet er at muliggøre programmering i specialiserede problemorienterede sprog, som henvender sig til hver sin klasse problemer og brugerkreds. Et alternativ er at bruge selve datamaskinen som redskab til automatisk produktion af programmer. Forskningsprogrammet drejer sig om både teoretiske undersøgelser og praktiske eksperimenter, der er relevante til begge metoder til at afhjælpe programmelkrisen (Neil Jones).

19. En ny algoritme til partiel evaluering

Der undersøges en algoritme til partiel evaluering, som løser nogle af de problemer man stødt på i MIX-projektet, specielt med hensyn til graden af automatik (Torben Mogensen).

20. Programtransformation

Projektets formål er at udvikle et programmeringssprog, der med et fåtal af styrende anvisninger fra brugeren kan omsætte en problemnær (og derfor korrekt) specifikation til et effektivt maskinprogram.

Undersøgelserne har drejet sig om at udvide de kendte metoder i to retninger: Dels med hensyn til rækkevidden af de transformationer, der kan foretages automatisk, og dels med hensyn til det sprog, hvori programmerne skal udtrykkes.

På det sidste punkt arbejdes der med programmeringssprog af højere orden og med vilkårlige genskrivningssystemer (»term rewriting systems«). I samarbejde med Neil D. Jones er opnået et delresultat i forbindelse med approximation af genskrivningssystemer med træ-grammatikker (Nils Andersen).

21. Lineær programmering

LP-problemer kan betragtes som generelle problemer om programmering på såkaldt orienterede matroider. Herved opnås et samspil, hvor LP-teori bidrager til forståelsen af matroide-programmeringsproblemer og vice versa.

Dette samspil har udmøntet sig i en såkaldt anticyklings pivoteringsregel for LP-problemer. Ved at generalisere begrebet objektionsværdi kan den tilsvarende matroide-pivoteringsregel vises at opfylde et generelt krav svarende til primal mulighed af basisløsninger for en stor klasse af orienterede matroider (Jens Clausen).

22. Kombinatorisk optimering

Danmarks Lærerhøjskole stillede en opgave i »Data-logisk Praktik« om udvikling af diverse visuelle hjælp-

permidler til brug for matematikundervisningen på folkeskolens laveste klassetrin. I forbindelse hermed afledtes et kombinatorisk problem, som ved nærmere undersøgelse viste sig at rumme særdeles interessante perspektiver. Groft sagt bestod opgaven i at finde en matrix af ikke-negative heltal med givne række- og søjlesummer. Vi har anvist en »grådig« algoritme, der enten finder et sådant arrangement af heltal eller stopper fordi problemet ikke har løsninger. Algoritmen søges nu udvidet til at omfatte datatilfælde med givne øvre grænser for størrelsen af hvert element i matricen. I så fald – men det vides endnu ikke – vil man bl.a. kunne finde en maksimal parring i en todelte graf og dermed, mere effektivt end hidtil, kunne løse et klassisk optimeringsproblem med mange omvendelser. Nogle præliminære resultater blev forelagt ved et seminar i Graz (Jens Clausen og Jakob Krarup).

En artikel om vurdering af approximative algoritmer – specielt om risikoen ved at finde vildledende svar på grundlag af differenser mellem to næsten lige store tal – er i årets løb afsluttet og udgivet (Jakob Krarup, Peter Pruzan).

23. Lokalisering

I flertallet af normative modeller til formulering og løsning af lokaliseringsproblemer vurderes planers godhed efter kriterier som: Minimer summen af kundernes (vægtede) afstande til de etablerede faciliteter eller minimer den største afstand mellem nogen kunde og den dertil knyttede facilitet. Studier af modeller, hvor kunder eller brugere af et system fordeler flere besøg mellem en række faciliteter kan imidlertid ofte være mere relevante i praksis. Tilsvarende situationer forekommer ved trafikfordeling på et vejnet under hensyntagen til belastningen af de enkelte strækninger og dermed den forventede køretid. Vi har foreløbig udviklet 4 modeller og påvist at lokaliseringsmønstrene kan afhænge af kundernes adfærd. I forbindelse med et speciale (Vagn Ro Knudsen) er anvist en eksakt algoritme, der eksplicit tager hensyn til en fordeling af kunder efter ligevægtsprincippet (Jakob Krarup, Jacques Thisse).

24. Simplexalgoritmen med to anvendelser anskuet geometrisk

Foregående års undersøgelser af simplexalgoritmens geometriske egenskaber er afsluttet, og på baggrund heraf er der arbejdet med de geometriske egenskaber for to anvendelser af simplexalgoritmen, branch-and-bound og specielt snitplansteknik. Det forventes, at undersøgelserne munder ud i en klassificering og delvis rangordning af de forskellige typer af snitplaner (Ulla Grolin).

25. Netværkssyntese

Netværkssyntesen handler om konstruktion af netværk (for eksempel til energiforsyning eller data kom-

munikation), der opfylder visse formål, og som på en eller anden måde er optimale eller efficiente. Problemer inden for netværkssyntesen kan ofte formuleres som optimeringsproblemer på abstrakte netværk (vægtede grafer). Et flertal af disse optimeringsproblemer er af kombinatorisk karakter og kan løses v.h.a. heltalsprogrammeringsteknikker.

I det forløbne år har arbejdet koncentreret sig om udvikling og analyse af algoritmer for optimeringsproblemer relevante for netværkssyntesen. En oversigtsartikel om netværkssyntesen i heltalsprogrammeringsregi er blevet afsluttet (Pawel Winter).

26. Kontrolstrategier for videnbaserede systemer

Videnbaserede systemer løser problemer ved at udlede en sekvens af logiske slutninger inden for et bestemt domæne. Under hver problemløsningscyklus er der som regel flere alternative »veje« at vælge imellem. Kontrolstrategien skal afgøre hvilken af dem skal følges. De fleste eksisterende videnbaserede systemer bruger ret simple, på forhånd fastlagte, kontrolstrategier. Mennesker derimod udnytter i høj grad evnen til at konstruere og modificere kontrolstrategier dynamisk under problemløsningen. Også vores formåen til at fokusere på bestemte delproblemer og til at håndtere alternative partielle løsninger synes at være af afgørende betydning.

I det forløbne år har arbejdet koncentreret sig omkring funktionel specifikation af en overordnet paradigme for videnbaserede systemer hvor domæneviden og kontrolstrategier kan integreres på en naturlig måde. En prototype som vil blive afprøvet i forbindelse med et videnbaseret system til diagnose af procesanlæg er under udvikling (Pawel Winter).

27. Videnbaserede systemer i PROLOG anvendt til bygningsplanlægning

Der er udviklet et system til bygningsplanlægning baseret på logikprogrammeringssproget PROLOG. Der er opnået følgende resultater.

- Rektangulære designproblemer kan beskrives, og ved løsning af opgaver inden for bygningsplanlægning kan effektiviteten forøges ved udnyttelse af specifik viden inden for området.
- Alle egentligt forskellige løsninger genereres ved hjælp af en leksikografisk metode netop en gang. (Dette princip er anvendeligt ved en stor problemklasse).
- Systemet kan udvides incremental, idet nye funktioner kan tilføjes uden at omskrive systemet, men blot ved at tilføje mere viden.
- Systemet er effektivt og fleksibelt, idet løsninger kan genereres i ønsket rækkefølge eller grupper, yderligere forespørgsler kan besvares osv.
- Der er udført eksperimenter med delvis automatisk problemløsning. (László Béla Kovács).

28. Kombinatorisk EDB-generering af bygningsplaner

Projektet, der afsluttes i begyndelsen af 1987, har haft til formål at udvikle teorien for og i praksis afprøve et interaktivt system (»FLOP 2«) til skitsemæssig design af en bygningsgrund- eller etageplan, eller design af bebyggelsesplaner. En prototypeversion (ca. 7000 linier C) er under afprøvning på realistiske arkitektoniske problemer og synes i alt væsentligt at indfri forventningerne. F.eks. har FLOP 2 uden vanskelighed løst et designproblem med en villa af arkitekt Bertel Udsen blandt løsningerne, og har som ventet dannet en række variationer over Udsens tema. Systemet har således vist sig som et potentielt værdifuldt hjælpeværktøj for en arkitekt under skitseringsarbejdet i de tidlige faser af designprocessen.

Under forarbejdet er udviklet en ny søgealgoritme, kaldet »Branch & Sample«, der kan søge systematisk i et løsningsrum på en måde hvor såkaldt »kombinatorisk eksplosion« håndteres uden brug af optimeringsmetoder. Algoritmen fungerer efter hensigten i FLOP 2, men er formuleret generelt, så den også kan bruges til andre opgaver.

Et andet princip, der er udviklet til, og med held afprøvet i FLOP 2, er en metode til trinvis forfining af tilnærmede skitseløsninger. Dette kan være af betydning hvor en løsning af et designproblem med fuld præcision vil skabe for mange og for ensartede løsninger (Per Galle).

29. Logikprogrammering og datalingvistik

Inden for logikprogrammering og datalingvistik har der i indværende år i samarbejde med J. F. Nilsson, DTH, og H. S. Jensen, AUC, (og i forbindelse med en midlertidig ansættelse som forskningsmedarbejder på DTH) været arbejdet med situationssemantik, med en monografi om logikprogrammering og sproglig databehandling, med implementeringsproblemer for Montague-grammatikker samt med logisk implementering af leksikal-funktionelle grammatikker (LFG).

Desuden er et større arbejde (en disputats) under udarbejdelse vedrørende halv- eller helautomatiserbare metoder til konstruktion af logiske programmer til semantisk analyse og oversættelse til et bredt udpluk af mulige logiko-semantiske repræsentationer (Gregers Koch).

30. Multirate integrationsmetoder

En af de nyeste og mest lovende metoder til simulering af digitale integrerede kredsløb er den såkaldte bølgeform relaxation. Til diskretisering af differentialligningerne benyttes implicite multirate integrationsmetoder. Disse metoders stabilitetsegenskaber er blevet analyseret og på basis af eksperimentelle og analytiske undersøgelser er der formuleret et »conjecture« som gør rede for disse metoders stabilitetsegenskaber (Stig Skelboe).

31. Sensorbaseret robotstyring

Sensorbaseret styring er påkrævet, når robotter og datamatstyrede værktøjsmaskiner skal arbejde med emner med ukendt geometri og/eller position. Desuden kan sensorbaseret styring være nødvendig til kollisionsafværgning og af sikkerhedsmæssige grunde.

Ved simulering og i praksis i instituttets billedbehandlingslaboratorium undersøges algoritmer (til sædvanlige von Neuman datamater samt til massivt parallelle datamater) som kan udføre objektgenkendelse, positionsbestemmelse, baneplanlægning og banekorrektur ud fra sensoriske data (billeddata). Desuden arbejdes med problemet at samordne data fra forskellige kilder, dels ekstraheret fra billeder ved forskellige metoder, dels informationer indhentet fra andre sensorer (afstandsmåling). Ved integration af data fra flere forskellige kilder skal der tages hensyn til pålideligheden af data samt muligheden for at indordne dem i en samlet modelbaseret fortolkning af den totale information. Hertil kan bl.a. anvendes metoder fra forskningsfeltet vidnbaserede systemer (Jens Damgaard Andersen).

32. Datamatsyn-geometrisk beskrivelse af 3-dimensionel scene

Formålet med projektet er at opdele en scene i objekter og at bestemme disse objekters bevægelse. Der anvendes til kameraer til at optage billeder af scenen. Billederne analyseres med henblik på at finde en beskrivelse af scenen (Peter Johansen, Knud Henriksen).

33. Udviklingen af stereotalgoritme for satellitbilleder

Til at beregne højdeinformation fra to satellitbilleder taget fra forskellige baner, vil vi forsøge at kombinere en korrelationsbaseret metode og en kantbaseret metode (Søren Olsen, Peter Johansen).

34. Fingeraftryk

Der arbejdes med en repræsentation af båndbegrænsede signaler kaldet »Fingeraftryk«. Fingeraftryk er interessante derved, at signaler repræsenteres ved koordinaterne for en liste af toppunkter, hvor toppunkterne kan sorteres efter hvor betydende de er. Signalbehandlingsudstyr med begrænset datakraft kan udnytte dette ved kun at betragte de mest betydende toppunkter (Peter Johansen, Klaus Grue).

35. Visuel bestemmelse af fladers geometri, position og bevægelse

Datamatsyn er en tværfaglig disciplin, der sigter på at etablere datamatiske systemer, der kan 'se'. Bestemte anvendelser påtænkes ikke, men findes allerede industrielt.

Et centralt problem er bestemmelse af fladers position, geometri og bevægelse, herunder evt. deformation. I dette projekt udvikles en matematisk-fysisk teori for de tilhørende geometrier og bevægelser

i en billedsekvens af fladen, fremstilling af algoritmer til bestemmelse heraf i billedsekvensen samt derudfra eller eventuelt direkte en bestemmelse af de rumlige originalgeometrier og bevægelser (Jens Arnspring).

36. *Interpolation af stereobilleder*

Forskningsprojektet omhandler hvorvidt/hvordan interpolation (eller flade-rekonstruktion) med fordel kan udføres under løsningen af stereo korrespondanceproblemet (Søren Olsen).

37. *Klassifikation af integrerede interaktive grafiske systemer*

Projektets mål er at etablere en begrebsmæssig ramme til brug ved diskussion og udvikling af integrerede interaktive grafiske systemer samt at udvikle en metodik til design af anvendelsesprogrammer baseret på den begrebsmæssige ramme.

I projektets første del er der udviklet klassifikationsprincipper for systemarkitektur baseret på eksisterende systemer. De benyttede eksempler er hovedsageligt hentet fra CAD/CAM, billedbehandlingssystemer og elektronisk publicering.

I projektets anden del som forventes færdigt i maj 1987 arbejdes med klassifikation af opgaverne på et grafisk system (Hugh A. Tucker).

38. *Struktureret tekst og grafisk produktion*

Projektets mål er at udvikle en datastruktur og en database til lagring og genfindning af struktureret tekst og grafik. Endvidere planlægges en integrering af systemet med et formatteringssystem som f.eks. troff, TEX eller LASER-PLUS (Hugh A. Tucker).

39. *Polymorfe typesystemer, sproget ML og operationel semantik*

Arbejdet omhandler operationel semantik for programmeringssprog. Det demonstreres hvorledes operationel semantik kan benyttes til at give præcise definitioner af ikke-trivielle semantiske aspekter af programmeringssprog. Disse aspekter isoleres i et demonstrationssprog hvis statiske og dynamiske semantik defineres. Desuden er der udviklet bevismetoder som kan benyttes til at bevise egenskaberne for de sprog der studeres. De udviklede teknikker er anvendt på programmeringssproget ML (Mads Tofte).

Anden virksomhed:

Næstformand i Institute of Electrical and Electronics Engineers Denmark Section (Jens Damgaard Andersen).

Dansk repræsentant udpeget af Forskningssekretariatet i det europæiske samarbejde om akademiske netværksfaciliteter, kaldet RARE (Klaus Hansen).

Referent for ESPIT projektet GENESIS. Medlem af programkomiteerne for konferencerne »Principles

of Programming Languages« og »Parallel Languages and Architectures Europe« (Neil Jones).

Aktiviteter inden for EURO (Association of European Operational Research Societies): Programkomittemedlem for EURO VIII, formand for bedømmelsesudvalget ved uddeling af EURO Gold Medal 1986, valgt til kommende præsident for EURO samt medtilrettelægger af 4th EURO Summer Institute. Medlem af programkomiteen for »International Symposium on Locational Decisions«. Tilrettelæggelse af session ved International Federation of Operational Research Society kongressen IFORS XI samt medlem af »International Program Committee« for 13th Mathematical Programming Symposium (Jakob Krarup).

Medlem af »International Programme Committee« for Eurographics 1986 samt medlem af programkomiteen for »Workshop on User Interfaces«, IFIP W.G. 5.2 (Hugh Tucker).

Medlem af IFIP W.G. 2.6 om databaser (Torben Zahle).

I 1984-85 udarbejdedes en række dokumenter i forbindelse med forslag til en ny planlægningsuddannelse ved Københavns Universitet. Som afslutning på dette projekt er redegjort for en spørgeskemaundersøgelse, der gennemførtes som led i en vurdering af behovet for nye uddannelseselementer på dette område (Jakob Krarup, Peter Pruzan, Kim Radmer).

Hæderspriser:

Peter Naur er udnævnt til Computer Pioneer af Institute of Electrical and Electronics Engineers' Computer Society for hans bidrag til udviklingen af programmeringssprog.

Udgivervirksomhed m.v.:

Jens Clausen er medredaktør af COAL Newsletter (Committee on Algorithms, Mathematical Programming Society) samt referent for BIT, European Journal of Operations Research og Mathematical Programming.

Per Brinch Hansen er medredaktør af tidsskrifterne Acta Informatica, Lecture Notes in Computer Science samt Software-Practice and Experience.

Jakob Krarup er medredaktør af European Journal of Operational Research, Annals of Operations Research, Advances in Management Studies, OR Spectrum, Discrete Applied Mathematics samt JORBEL.

Peter Naur er områderedaktør ved BIT inden for området datalogi.

Stig Skelboe er medredaktør af BIT samt referent for IEEE Transactions on Circuits and Systems og IEEE Transactions on Computer - Aided Design of Integrated Circuits and Systems.

Rejser og gæster:

Jørgen Bansler har besøgt prof. Philip Kraft, University Center at Binghamton, New York, USA, for at

fortsætte samarbejdet med henblik på at belyse de forskellige betingelser for systemudvikling i Skandinavien og USA.

Erik Frøkjær og Edda Sveinsdottir var sammen med en større gruppe på studietur i USA for at indsamle viden om programmer og teknikker til opbygning af ekspertsystemer.

Neil Jones har holdt foredrag på ialt 6 universiteter i Beijing, Nanjing og Shanghai, Kina. Han har desuden holdt foredrag på 3 universiteter i Frankrig og 4 i USA. Foredragene havde følgende titler: »Programs as data objects: semantics-based program synthesis, analysis and transformation«, »MIX: compiler generation by partial evaluation«, »Abstract interpretation, semantics and program flow analysis«, »Static program analysis for a lazy higher-order functional language«, »PROLOG: stepwise development of operational and denotational semantics« samt »PROLOG: abstract interpretation and program analysis«. Neil Jones har desuden været gæsteprofessor en måned ved Université de Paris, Frankrig.

Jakob Krarup har besøgt J.v. Neumann Society i Budapest, Ungarn samt University of Mining and Metallurgy, Krakow, Polen.

Jens Damgaard Andersen holdt foredraget »Robot control based on neighborhood image operations« ved 1st IFAC Workshop on Digital Image Processing in Industrial Applications: Vision Control, Helsingfors, Finland samt foredraget »The use of systolic arrays in robot vision« ved Second International Conference on Computer Applications in Production and Engineering, København.

Jens Damgaard Andersen holdt foredraget »A parallel algorithm for path planning«, Jens Arnspar holdt foredragene »Dynamics of surface vision« samt »Solution formulas to uniform optical flow« og Peter Johansen holdt foredraget »Representation of images in scale space«, alle ved 2nd Aalborg Symposium on Vision: Robot Vision '86, Aalborg.

Jens Clausen holdt foredraget »Implementation of discrete optimization algorithms on an iPSC hypercube computer« ved EURO VIII konferencen i Lissabon, Portugal.

Neil Jones holdt foredraget »Applications of partial evaluation to Automatic program transformation« ved Workshop on Program Transformation, Harvard University, Boston, USA samt foredraget »Flow analysis of applicative programs using minimal function graphs« ved konferencen ACM Principles of Programming Languages, St. Petersburg, Florida, USA.

László B. Kovács holdt foredraget »Combinatorial and logic programming aspects of the flat design problem« og Jakob Krarup holdt foredraget »Arranging apples on an array« ved DAPS-86, 7th Eu-

ropean Operational Research Seminar, Graz, Østrig.

Gregers Koch holdt foredraget »Computational logics of Montague grammars« ved konferencen SA-IS 86 i Linköping, Sverige.

Jakob Krarup holdt foredraget »EURO gold Medal 1986: A parable on two-level parallelism« (opening plenary address) ved kongressen EURO VIII i Lissabon, Portugal.

Peter Naur holdt foredraget »Models and the world« (keynote speaker) ved kongressen Software Engineering '86, Southampton, England.

Søren Olsen holdt foredraget »Concurrent solution of the stereo correspondence problem and the surface reconstruction problem« og Peter Johansen holdt foredraget »Representing signals by their toppoints in scale space« ved Eighth International Conference on Pattern Recognition, Paris, Frankrig.

Stig Skelboe holdt foredraget »Stability properties of linear multirate formulas« ved 1986 ODE Conference, Albuquerque, New Mexico, USA.

Hugh Tucker holdt foredraget »Software infrastructure and interfaces for graphic systems« ved International Electronic Image Week, Nice, Frankrig.

Pawel Winter holdt foredraget »Topological network synthesis« ved Summer School on Combinatorial Optimization, Como, Italien.

Olivier Danvy begyndte et 1-årigt gæsteophold ved DIKU sommeren 1986.

Publikationer:

- Andersen, J.D.: The use of systolic arrays in robot vision. Computer vision for robots, O. D. Faugeras, Robert Kelley, s. 264-71, Bellingham, Washington 1986.
- : Scale-space representation of the ECG. Computer ECG analysis: towards standardization, J.L. Wilens, J. H. van Bommel, C. Zywiets, s. 145-48, Amsterdam 1986.
- Clausen, H.: EDB-teknologien – strukturanalysens teknologi. Danmark 1985, 183 s.
- Clausen, J., Krarup, J.: Combinatorial optimization: Challenges and trends. Operations Research Proceedings, L. Streitferdt et al, s. 24-46, Berlin/Heidelberg/New York/Tokyo 1986.
- Galle, P.: Abstraction as a tool af automated floorplan design. Environment and Planning B: Planning and Design Vol. 13, s. 21-46, London 1986.
- Johansen, P., Skelboe, S., Grue, K., Andersen, J.D.: Representing Signals by Their Topoints in Scale Space. Proceedings of the Eight International Conference on Pattern Recognition, Paris s. 3, Paris 1986.
- Jones, N.D., Mycroft, A.: A relational approach to program flow analysis. Programs as data Objects, H. Ganzinger, N. Jones, s. 17, Berlin 1986.

- , Ganzinger, H.: Programs as Data Objects. (Workshop proceedings). Berlin 1986, 324 s.
- , Søndergaard, H., Sesto, P.: An experiment in partial evaluation: the generation of a compiler generator. Rewriting Techniques and Applications. Lecture Notes in Computer Science, Pierre Jouannaud, s. 27, Berlin 1985.
- Kovacs, L.B., Boros, E., Inotay, F.: A two-stage approach for large-scale sewer system design with application to the lake Balaton resort area. European Journal of Operations Research 23, s. 169-78, Amsterdam 1986.
- Krarup, J., Pruzan, P.M.: Assessment of approximate algorithms: The error measure's crucial role. BIT Bind 26, s. 284-94, Lund, København 1986.
- , Lesourne, J., Welling, H.: Editorial to 'Letters from The IFORS President'. European Journal of Operational Research 25, s. 421-22, Amsterdam 1986.
- , DIKU's internationale videnskabelige kontakter i 1985. DIKU-Rapport 2, s. 21 s, København 1986.
- , Pruzan, P.M., Radmer, K.: Nogle resultater af projektet: Planlægning af en planlægningsuddannelse. Økonomi & Politik 2, 59 årgang, s. 96-111, Odense 1986.
- , Euro Gold Medal 1986: A parable on two-level parallelism. DGOR Bulletin 34, s. 9, Wilhelmsfeld, Vesttyskland 1986.
- Naur, P.: Thinking and Turing's test. BIT Hefte nr. 2, Bind 26, s. 175-87, København 1986.
- Olsen, S.I.: Concurrent Solution of the Stereo Correspondence Problem and the Surface Reconstruction Problem. Proc & int. conf. on Pattern Recognition Vol 2, s. 1038-40, USA 1986.
- Sand, J.: Circle Contractive Linear Multistep Methods. BIT 26, s. 114-22, København 1986.
- Tucker, H.A.: Software infrastructure and interfaces in CAD/CAM. Second Image Symposium Proceedings, Cesta: Centre J'etudes des systemes et des Technologies Avancées, s. 848, Frankrig 1986.
- Winter, P.: An algorithm for the enumeration of spanning trees. BIT 26, s. 44-62, København 1986.

Stig Skelboe

Biologi

1. Institut for biologisk Kemi B

Historie:

Institut for biologisk Kemi B etableredes i 1967 som en delvis selvstændig afdeling af Institut for biologisk Kemi.

Stab:

VIP: Antal årsværk: 13.

Professor: Agnete Munch-Petersen.

Lektorer: Karin Hammer, Jesper Hoffmeyer, Kaj Frank Jensen, Bente Mygind, Jan Neuhaard, Per Nygaard.

Adjunkt: Bjarne Hove-Jensen.

Stipendiater: Alfonsus Bonekamp, Gert Dandanell, Claus Emmeche, Li Mei Meng, Peter Poulsen, Hans Henrik Saxild, Michael Theisen.

TAP: Antal årsværk: 7 (heraf 1 elev).

Jenny Christensen, Jesper Damgaard, Tonny Dedenroth Hansen, Nina Jensen, Inge Mauritzen, Edith Pedersen, May Britt Prahm, Lise Schack, Peter Schmidt, Elisabeth Stauning.

Tekniske assistenter: Anny Bühring, Lizzie Ekeløf.

Forskningsvirksomhed:

Instituttets forskning har som samlende mål en kortlægning af cellernes nukleosid- og nukleotidstofskifte. Nukleotiderne er forstadier til cellens nukleinsyrer, RNA og DNA. Vi forsøger at belyse dette stofskifte og dets kontrol både på et genetisk, biokemisk, et molekylærbiologisk og et fysiologisk niveau. Således opreenser og karakteriserer vi de involverede proteiner (enzymer, regulatoriske proteiner, transport proteiner), undersøger bindingen mellem de regulatoriske proteiner og DNA, samt bestemmer den cellulære lokalisation af transport proteinerne. Specifikke gener, strukturelle såvel som regulatoriske, klones og kortlægges fysisk, og deres primære struktur bestemmes ved DNA sekventering. De områder af generne, som er af betydning for deres expression, identificeres ved transkriptionsanalyser in vivo og in vitro, ved subkloning af udvalgte områder af generne i specifikke expressionsvektorer, og ved site-directed mutagenese. Endelig søges resultaterne af disse undersøgelser af de klonede gener bekræftet ved fysiologiske og genetiske studier af de oprindelige bakterier, hvori de undersøgte gener findes som enkelt kopier på kromosomet i deres native form.

Som modelorganisme anvender vi såvel de gram-negative bakterier: *Escherichia coli* og *Salmonella typhimurium* som de gram-positive bakterier: *Bacillus subtilis* og *Bacillus caldolyticus*. Sidstnævnte organisme

er ekstremt termofil med vækst optimum ved ca. 70°C.

Resultaterne af vores forskning har ikke blot bidraget til en bedre forståelse af, hvordan bakterier afpasser deres indhold af nukleinsyre byggesten i overensstemmelse med det til enhver tid eksisterende behov for disse forbindelser, men de har også været med til at uddybe kendskabet til de kontrolmekanismer, prokaryote celler har til rådighed for at regulere komplekse stofskifteveje.

Sideløbende med disse eksperimentelle studier er der etableret et teoretisk forskningsprojekt, hvis overordnede sigte er at kaste lys på de forandringsprocesser, som et nyt naturgrundlag baseret på bl.a. kendskabet til biologiske informationsteknikker må forventes at sætte igang. Centralt står her den vestlige kulturs fremherskende natursyn, der igen sætter rammen for dets teknologi og videnskab. Socialhistoriske, teknologihistoriske og videnskabshistoriske perspektiver søges koblet sammen med analyse af de biologiske teoridannelsers aktuelle situation. Særlig interesse har her den begyndende fremvækst af synsmåder, der betoner den levende natur som et kommunikativt system.

1. Pyrimidin nukleotid biosyntesens regulation

Pyrimidin-nukleotid biosyntesen katalyseres af seks enzymer, der kodes af generne *pyrA* (eller *carAB* i *E. coli*) og *pyrB*, *C*, *D*, *E* og *F*. I gramnegative organismer er de seks *pyr*-gener ukoblede på kromosomet, medens de tilsvarende gener i *Bacilli* tilsyneladende er tæt koblede. I *E. coli* og *S. typhimurium* er syntesen af hvert af de seks enzymer reguleret på en kompleks måde af de intracellulære nukleotidkoncentrationer. I *Bacilli* kender man på nuværende tidspunkt næsten intet til disse geners regulation.

Følgende delprojekter, som alle beskæftiger sig med opklaringen af de molekylære mekanismer, der ligger til grund for regulationen af disse geners aktivitet såvel i gram-positive som gram-negative organismer, pågår i øjeblikket:

- Effekt af cellulære UTP og GTP koncentrationer på attenuering ved *pyrE* genet.
- E. coli* RNA polymerase mutanter isoleret som resistente til overproduktion af *lambda cII* protein.
- Regulering af *pyr*-gen ekspresion i *E. coli* celler med langsomme ribosomer.
- NusA* genprodukt og regulering af koblingen mellem transkription og translation.
- Kodon brug og translations effektivitet.
- orfE* proteinets funktion.
- Det regulatoriske område af *pyrC* genet fra *S. typhimurium*.
- Strukturen af *pyrF* genet fra *S. typhimurium*.
- Regulering af *pyrA* genets aktivitet i *S. typhimurium*.
- Struktur og funktion af *orfC* genet.

k) Pyr-genernes organisation i *B. caldolyticus*. (K. F. Jensen, P. Poulsen, F. Bonekamp, J. T. Andersen, K. Hammer, J. Neuhaard, M. Kilstруп, M. Theisen, P. Stephensen, K. Sørensen).

2. Purin nukleotid biosyntesen og dens regulation

Purin nukleotid biosyntesen katalyseres af 13 enzymer, der kodes af 13 gener. To af disse gener ligger separat på *B. subtilis* kromosomet, medens resten ligger tæt koblet. På *E. coli* kromosomet ligger de fleste af generne spredt. I både *E. coli* og *B. subtilis* reguleres genernes aktivitet af cellernes purin nukleotid indhold. Som følge af genernes forskellige organisation, reguleres de forskelligt i de to organismer. Vores studier indenfor purin stofskiftet omfatter derfor sammenlignende undersøgelser over dette stofskiftes regulation i de to organismer:

- Organisation af pur-generne i *B. subtilis*.
- Purin salvage stofskiftet i *B. subtilis*.
- Regulation af gener der koder for purin biosyntesen i *E. coli*.

(P. Nygaard, H. H. Saxild, P. Duckert, L. M. Meng).

3. Regulation af syntesen af fosforibosylpyrofosfat (PRPP) i bakterierne *Escherichia coli* og *Bacillus subtilis*

Syntesen af PRPP katalyseres af enzymet PRPP syntetase, der kodes for af *prs*-genet: ribose-5-fosfat + ATP $\rightarrow$ PRPP + AMP. PRPP er et absolut nødvendigt forstadium ved biosyntesen af purin-, pyrimidin- og pyridinnukleotider, samt i biosyntesen af aminosyrer histidin og tryptofan. I alt ti enzymer udnytter PRPP som substrat. En forståelse af, hvorledes cellens indhold af PRPP reguleres, er derfor essentiel for en forståelse af såvel pyrimidin som purin nukleotid syntesens regulation. Følgende forskningsprojekter med relation til dette emne foregår i øjeblikket ved instituttet:

- Fysiologiske studier af *E. coli* mutanter med defekter i *prs*-genet.
- Strukturelle undersøgelser af det klonede *prs* gen fra *E. coli*.
- Kloning og karakterisering af *prs*-genet fra *B. subtilis*.

(B. Hove-Jensen, Dan Nilsson).

4. Regulering af nukleobase og nukleosid stofskiftet

Præformerede nukleobaser og nukleosider omsættes meget hurtigt i de fleste bakterier. Nukleosiderne nedbrydes preferentielt til nukleobaser og et sukkerfosfat. Sidstnævnte udnyttes som energikilde af cellerne, medens nukleobasen anvendes ved syntesen af nukleotider. Til rådighed for dette stofskifte har cellerne dels en række enzymer, der katalyserer omsætning af disse forbindelser, og dels en række transportsystemer der er ansvarlige for optagelse af nukleobaser og nukleosider fra vækstmediet. I *E. coli* og *S. typhimurium* er så-

vel syntesen af enzymerne som syntesen af transportsystemerne underkastet en kompliceret regulation, der involverer mindst tre regulatoriske proteiner DeoR, CytR og CRP. Denne regulation er genstand for en stor del af instituttets forskning:

- Kooperativ binding af deoR repressoren til to operator områder på DNA.
- Regulering af deoP2 promotoren i *E. coli*.
- Oprensning og karakterisering af deoR repressoren.
- Karakterisering af cytR regulerede promotere i *E. coli*.
- Karakterisering af nupC og nupG transportsystemerne i *E. coli*.
- Karakterisering af upp genet fra *E. coli*.
- Karakterisering af cdd genet fra *B. subtilis*.

(K. Hammer, G. Dandanell, B. Mygind, A. Munch-Petersen, J. Neuhaard, L. Mortensen, P. S. Andersen, S. E. W. Hansen, C. G. Thomsen).

5. Naturens semiotik

Samspillet mellem måden, samfundet bruger naturen på (naturgrundlaget), og måden samfundsmedlemmerne oplever og forstår naturen på (natursynet) anskues i historisk perspektiv. Introduktionen i disse år af biologiske og kulturelle informationsteknikker indebærer, at fremtidens naturgrundlag og dermed natursynet vil undergå forandringer. Undersøgelser af hvilke konsekvenser dette kan få for den biologiske videnskabs grundlæggende teorier og forskningsstrategier fortsættes. Centralt for dette arbejde er den stigende anvendelse i biologien af betragtningmåder og termer, som er blevet udviklet inden for sprogforskningen eller mere bredt semiotikken (videnskaben om »tegn«) (J. Hoffmeyer).

6. Det biologiske informationsbegreb

Der arbejdes videre med en videnskabsteoretisk undersøgelse af begreber om information, kodning, tegn og kommunikation i biologiske systemer. Det undersøges, hvilken status og betydning de kommunikative begreber i teoretisk biologi må tillægges. Grænserne for gyldigheden af computerbaserede modeller af formedannelse undersøges i relation til problemer i den neodarwinistiske evolutionsteori.

I forlængelse af undersøgelsen af informationsbegrebet arbejdes der med den videnskabsteoretiske betydning af metaforer og analogier i sammenhæng med fænomener på højere organisationsniveau (f.eks. kommunikation mellem dyr) og med studier af sprogvidenskabelige modeller for tegndannelse som bidrag til det nybrud mod en mere systemisk og »relationel« naturforståelse, der manifesterer sig i disse år. Endelig har vi et tværfagligt projekt om reduktionistiske og holistiske teorier og fejlslutninger i samarbejde med en økolog (DLH) og en idehistoriker (ÅUC). Konsekvenserne af en »kritisk holisme« for vurderingen af

de biologiske informationsteknikker søges klarlagt (C. Emmeche).

Kollegiale organer, redaktionsvirksomhed m.v.:

Lektor Kaj Frank Jensen har i 1986 været formand for Biokemisk Studienævn.

Prof. Agnete Munch-Petersen er medlem af Statens naturvidenskabelige Forskningsråd.

Lektor Jan Neuhard har været Institutbestyrer.

Lektor Per Nygaard er medlem af Advisory Board for tidsskriftet *Physiologica Plantarum*, bestyrer for Molekylærbiologisk Centralinstitut (indtil 1/5 1986), medlem af fakultetets byggeudvalg og medlem af konsistorium.

Lektor Jesper Hoffmeyer har sammen med Niels Bonde og Henrik Stangerup redigeret: *Naturens Historiefortællere*. Har deltaget i redaktionen af tidsskriftet *Naturkampen*.

Gæster:

Prof. Bang-Ho Song afsluttede den 1.7.1986 et 8 måneders studieophold ved instituttet.

Rejser og foredrag:

Lektor K. F. Jensen har i oktober 1986 været inviteret til at holde foredrag på Biomedicinsk Centrum, Uppsala.

Lektor J. Neuhard tilbragte i august 1986 2 uger som gæsteforsker hos prof. R. A. Kelln, University of Regina, Canada.

Lektor K. Hammer tilbragte 4 uger i november-december 1986 som gæsteforsker ved Institut Pasteur, Paris. Inviteret foredragsholder: Cold Spring Harbor, USA, Institut de Physico-Chimique og Institut Pasteur, Paris.

Publikationer:

Dandanell, G., Court, D.L., Hammer, K.: A single-copy galK promoter cloning vector suitable for cloning strong promoters. *Gene-Analysis Techniques* 3, s. 102-11, New York 1986.

Emmeche, C.: Information, viden og refleksion. Hovedområdet 7, s. 6-8, København 1986.

–: Komplementaritet og information i biologien. *Slagmark*, Tidsskrift for Idehistorie 6, s. 124-30, Århus 1986.

–: Bioinformatik (II) – vil fusionen mellem bioteknik og kunstig intelligens løse kompleksitetens problem? *Gaia*, Tidsskrift for Natur, Produktion og Ernæring 11, s. 8-14, København 1986.

–: Dialektisk reduktionisme? en anmeldelse af Niels Engelsted: springet fra dyr til menneske, Dansk Psykologisk Forlag 1984. *Biologi Debat* 5, s. 20-25, København 1986.

–: Den økologiske retorik. En anmeldelse af Thomas Söderqvist: *The Ecologists – From Merry Natura-*

lists to Saviours of the Nation. 1986, Stockholm. Hovedområdet 10, s. 6-7, København 1986.

Hoffmeyer, J.N.: Historisk naturalisme. *Naturens bog*, Svend Andersen (red.), s. 145-55, Århus 1986.

–: En ny bio-kultur? Bioteknologi i dansk industri, Jens Holdgaard (ed.), s. 66-68, København 1986.

–: Hvilken fred? – Hvilket Europa? *Fredag* 7, s. 78-85, Gyldendal 1986.

–: Forsvarlig handlemåde og mulighederne i moderne teknologi. *Grænser?* Hans Henrik Sass (red.), s. 167-96, København 1986.

–: Naturen og historien. *Den jyske Historiker* 35-36, s. 96-101, Århus 1986.

Hove-Jensen, B., Harlow, K.W., King, C.J., Switzer, R.L.: Phosphoribosylpyrophosphate synthetase of *Escherichia coli*. Properties of the purified enzyme and primary structure of the *prs* gene. *The Journal of Biological Chemistry* Vol. 261, s. 6765-71, USA 1986.

Jensen, K.F., Fast, R., Karlström, O., Larsen, J.N.: Association of RNA polymerase having increased K_m for ATP and UTP with hyperexpression of the *pyrB* and *pyrE* genes of *Salmonella typhimurium*. *Journal of Bacteriology* Vol. 166, No. 3, s. 857-65, USA 1986.

–, Bonekamp, F., Poulsen, P.: Attenuation at nucleotide biosynthetic genes and amino acid biosynthetic operons of *Escherichia coli*. *Trends in Biochemical Sciences* 11, s. 362-65, Amsterdam 1986.

Neuhard, J., Kelln, R.A., Stauning, E.: Cloning and structural characterization of the *Salmonella typhimurium pyrC* gene encoding dihydroorotase. *Eur. J. Biochem* 157, s. 335-42, Belgien 1986.

Nygaard, P.: On the role of cytidine deaminase in cellular metabolism. Purine and pyrimidine metabolism in man V, W. L. Nyhan, L. F. Thompson, R. W. E. Watts, s. 415-20, New York 1986.

–, Nielsen, K.B., Tommerup, N., Jespersen, B., Kleif, L.: Segregation of a t(3;20) translocation through three generations resulting in unbalanced karyotypes in six persons. *Journal of Medical Genetics* 23, s. 446-51, London 1986.

Rasmussen, U.B., Mygind, B., Nygaard, P.: Purification and some properties of uracil phosphoribosyltransferase from *Escherichia coli* K12. *Biochim Biophys Acta* 881, s. 268-75, Amsterdam 1986.

Jan Neuhard

2. Genetisk Institut A

Historie:

Genetisk Institut blev oprettet ved tildeling af et ekstraordinært professorat til Mogens Westergaard pr. 1. april 1949.

Genetisk Institut fik egne lokaler ved indflytning i

Biologisk Institut, Øster Farimagsgade 2A, pr. 1. december 1959. Man havde indtil dette tidspunkt lånt lokaler hos Institut for Sammenlignende Anatomi, Universitetsparken 3.

Genetisk Instituts kursusfaciliteter var i perioden 1971-1984 indrettet i August Krogh Institut, Universitetsparken 13. Den 15. januar 1985 blev nye øvelseslokaler taget i brug efter ombygning i kælder, Gøthersgade 140.

Endvidere efter ombygning har instituttet pr. 1. februar 1984 taget nye laboratoriefaciliteter i brug på 5. sal i bygningen Øster Farimagsgade 2A. Omfattende arbejder er foretaget i efteråret 1985 for at installere et erstatningsluftanlæg i forbindelse med en genetablering af effektive stinkske i bygningen.

Stab:

VIP: Antal årsværk: 11,58.

Professor: R. Egel.

Lektorer: E. Bahn, A. Kahn, T. Nilsson-Tillgren K. Sick, L. Søndergaard, P. von Wettstein.

Forskningsskoleassistenter: B. Borkhardt, T. Kjær, O. H. Nielsen, M. Bohl Pedersen, J. R. Winther, X. Wang.

Ingeniør: C. Barr.

TAP: Antal årsværk: 11,17 (heraf 1 elev).

G. Andersen, U. Eden, P. Eriksen, T. Friis, J. V. Hansen, M. Hansen, I. Larsen, L. Larsen, M. Mortensen, S. Møller, G. Pedersen, L. Svarth, C. Wedell-Neergaard, V. Ørsøe.

Forskningsvirksomhed:

Instituttets forskningsindsats har en betydelig bredde og dækker flere områder inden for genetikken med studier rækkende fra genernes molekylære finstruktur til deres umiddelbare indflydelse på individets adfærd. Det er forskningsarbejdets overordnede mål i detaljer at beskrive den arvelige styring af de basale livsprocesser, der er fælles for alle celler. Et arbejde, som vil give basisviden, der er en helt nødvendig forudsætning for forståelsen og løsningen af en lang række biologiske/medicinske problemer. For at nå dette mål anvendes de adækvate, moderne molekylærbiologiske metoder fra de nyeste gensplejningsteknikker til elektronmikroskopi. Ligesom instituttet har etableret et udstrakt samarbejde med Fysiologisk Afdeling, Carlsberg Forskningscenter, og tætte kontakter til udlandet: USA, England, Frankrig, Tyskland og Sverige.

1. Gærgenetik

Instituttet lægger et betydeligt arbejde inden for gærgenetikken, hvor der arbejdes såvel med *Schizosaccharomyces* (spaltegær) som *Saccharomyces* (gær).

1.1 Parringstypeskiftsystemet hos spaltegær undersøges som et eksempel på, at forflytning af specificerede DNA-afsnit kan spille en afgørende rolle i livscyklus af

en organisme. De to parringstyper (+) og (-) hos spaltegær styres af henholdsvis *P* og *M* gener, hvoraf dog kun det ene eller det andet kan komme til udtryk på samme kromosom. Ud over det til enhver tid aktive gen findes der tavse udgaver af begge slags gener opmagasineret et andet sted. Disse aktiveres kun under skift ved at lave en ny kopi og overflytte denne »kassette« hen til det aktive sted, hvor den så erstatter den gamle kassette for den modsatte parringstype. Alle de involverede kassetter foreligger som klonede DNA-fragmenter med kendt basesekvens. Ud fra disse er der blevet fremstillet mindre stykker, der udelukkende indeholder *P* og *M*-specifikke afsnit. Disse bruges som »prober« til mere nøjagtige målinger i forskellige stammer. Endvidere er nogle ved gensplejsning fremstillede deletioner (tab af visse afsnit) ført tilbage til kromosomet.

1.1.1 Vore aktuelle forskningsprojekter går ud på nærmere at karakterisere det dobbeltstrengsbrud i DNAet, der indleder hvert parringstypeskift. Til fremstilling af syntetiske oligonukleotider med delvis muteret sekvens i det interessante område er der indgået samarbejde med Kemisk Laboratorium II (O. Dahl) (R. Egel, O. Nielsen, Unnur Stykarsdottir).

1.2 Et sideprojekt sigter på også fra spaltegær at isolere et gen med en inducerbar promotor. Et sådant redskab findes endnu ikke for denne gærart, men vil have stor betydning for fremtidige genfysiologiske studier. Til dette formål er isoleret en række mutanter, der ikke længere kan udnytte aminosyren serin som eneste kvælstofkilde, idet der i første omgang sættes på at finde genet for en inducerbar serin-deaminase (R. Egel).

1.3 Hovedvægten i instituttets projekter med almindelig gær (*Saccharomyces*), som foregår i tæt samarbejde med Carlsberg Forskningscenters Fysiologiske Afdeling, er lagt på en række problemstillinger, hvor de nu veludviklede gensplejningsmetoder for gær kan bidrage til nye landvindinger. Især gennemføres en detaljeret kortlægning af isoleucin-*valin* syntesevejen i gær. Til dette formål er flere nye mutanter isoleret. Disse kortlægges, karakteriseres og bruges som recipienter ved molekylære forsøg på – ved hjælp af transformation – at isolere de gener, der er involveret i syntesevejen (T. Nilsson-Tillgren, M. Kielland-Brandt, J. Litske Petersen, S. Holmberg, C. Gjermansen, C. Bornæs, Trine Lindegaard Nielsen).

1.4 I modsætning til bagerigær (*Saccharomyces cerevisiae*) er bryggerigær (*Saccharomyces carlsbergensis*) genetisk dårligt karakteriseret og vanskeligere at arbejde med. Her er der udviklet en metode til at overføre enkelte kromosomer fra den ene art til den anden, således at disse kan undersøges videre på kendt baggrund. Ad denne vej er en grov karakterisering af alle

bryggerigærens kromosomer næsten færdiggjort (T. Nilsson-Tillgren, M. Kielland-Brandt, J. Litske Petersen, S. Holmberg, C. Gjermansen, C. Bornæs, Trine Lindegaard Nielsen).

1.5 Det har vist sig, at bryggerigær er »allopolyploid« med et sæt kromosomer, der stort set er homologt med et *Cerevisiae*-genom, og et andet (»homølogt«) sæt, der må stamme fra en anden, kun lidt beslægtet gærart. De tilsvarende geners rækkefølge er bevaret i begge genomer, men de lokale sekvensforskelle er blevet så store, at der ikke længere forekommer meiotisk rekombination imellem de homøologe kromosomer. Med dette materiale er instituttet godt på vej til med et modelsystem i gær at kunne undersøge det minimale afsnit af DNA omkring et givet gen, der muliggør meiotisk parring samt overkrydsning, når det pågældende område er sat ind i et tilsvarende kromosom fra en anden gærart, som ellers ikke længere viser nogen kromosom-homologi med den første. Gensplejsningsteknikkerne gør det muligt at foretage sådanne indgreb, og således kan man eksperimentelt variere længden af et homologt område, som befinder sig i ikke-homologe omgivelser til begge sider. Forhåbenlig vil man derved kunne klonе og karakterisere de DNA sekvenser, der træder i direkte kontakt med det synaptonemale kompleks (som også findes i gær) (T. Nilsson-Tillgren, M. Kielland-Brandt, J. Litske Petersen, S. Holmberg, C. Gjermansen).

1.6 Endvidere pågår en undersøgelse af suppression af his4-260 (opal, stop codon) hos bagerigær. Revertanter, der ikke længere er histidin-krævende, induceres og isoleres. Mutationer uden for his4 genet undersøges for allelforhold. Hidtil er der konstateret et minimum på 5 suppressor loci, og tallet vil utvivlsomt stige. Suppressor-genernes evne til at suppressere andre suppressible gener undersøges (A. Kahn).

1.7 Endelig arbejdes med en non-mendelisk suppressor af en *ura2* allel hos bagerigær, *Saccharomyces cerevisiae*. Arten af en nyopdaget genetisk faktor for suppression af (*ura2-3NS*) undersøges. Faktoren ligger hverken i kromosomer eller i mitokondrielt DNA. Præliminære resultater viser, at behandling med guanidinium klorid udrydder suppressor-bærende DNA fra cellerne. Resultatet skal bekræftes og DNAens art undersøges (A. Kahn).

2. Plantegenetik

I plantegenetikken søges en forståelse af planternes grønkornsudvikling specielt med henblik på den genetiske regulation af klorofylsyntesen. Trods en ihærdig indsats i mange laboratorier er dette vigtige felt endnu ikke fuldt belyst. Ligeledes inden for plantegenetikken er arbejdet fortsat med undersøgelser over plantens

»regnfrakke«, det vokslag, som afsondres på plantens overflade og beskytter mod vejrliget. Mere end 50 forskellige mutanter hos den betydningsfulde kornsort, byg, er inddraget i undersøgelsen, der omfatter såvel kemiske, cytogenetiske som eksperimentelt økologiske analyser. Desuden undersøges virkningen af en række blokerende stoffer på vokssyntesen på bygblade under udvikling. Af stor interesse for ølbrygningen er også studiet af proanthocyanidinernes biosyntese i denne vigtige kulturplante, ligesom der også pågår en analyse af lipider og polypeptider i byg kloroplastmembraner. Specifikt af i) pigment og acyl lipider fra fotosystem I og II vesikler og af fotosyntetiske mutanter, og ii) et thylakoid polypeptid, der er involveret i rekonstruktionen af den fotosyntetiske iltudvikling.

Den almindelige brødhvede, *Triticum aestivum*, er en allohexaploid, men på trods af en betydelig homologi mellem de tre genomer (A, B og D) er der kun overkrydsning og chiasmadannelse mellem homologe kromosomer og ikke mellem partielt homologe (homøologe) kromosomer. Denne diploide opoførsel vides at være primært kontrolleret af et eller flere gener på kromosom 5B. Det er hensigten at undersøge kromosomparringens forløb på det ultrastrukturelle niveau i haploide planter med og uden kromosom 5B. Sådanne haploide planter kan regenereres fra støvknapper af hvedeplanter monosome for kromosom 5B. Disse arbejder foregår i samarbejde med Carlsberg Forskningscenter, Fysiologisk Afdeling, og Skogshøgskolans fyttotron i Stockholm (Penny v. Wettstein, A. Kahn, Bodil Søgaard, C. G. Kannangara, Pinarosa Avato, Udda Lundqvist, Barbro Jende-Strid, L. Hansen, U. Hing, H. Hansen, B. Jensen, Ulla Rasmussen, X. Wang).

3. Grønalge-genetik

Grønalgen, *Chlamydomonas reinhardtii*, er den eneste fotosyntetiske eukaryot med en haplofase, der hidtil er fundet egnet til krydsninger og afkomsgenetiske analyser. Dette medfører, at man hos *Chlamydomonas* ved hjælp af standard genetiske og mikrobiologiske metoder kan undersøge mange fysiologiske processer, der udelukkende findes hos grønne planter. Det er blevet påvist, at *Chlamydomonas reinhardtii* kan vokse med aminosyrer som eneste kvælstofkilde. Denne evne bestemmes af mindst tre gener, hvis produkters medvirken er helt nødvendig i denne vækst. Genprodukterne og deres virke kendes ikke og søges belyst, idet resultaterne kan have stor betydning for vor forståelse af kvælstofomsætningen hos fotosyntetiske organismer. Der er også opnået en del resultater med induktion og isolation af gabaculin-resistente mutanter. Gabaculin hæmmer aminotransferase enzymet, som katalyserer et tidligt trin i klorofylsyntesen. De tre hidtil undersøgte mutanter har forhøjede mængder af aminotransferase, medens enzymet fortsat er følsomt over for gabaculin. Dette tyder på, at mutationerne er

regulatoriske og ikke i struktur-gen kodningen (A. Kahn, C. G. Kannangara, Esther Dujardin, R. Matagne, R. Loppes).

4. *Drosophila*-genetik

Inden for *Drosophila*-arbejdsgruppen har undersøgelserne især koncentreret sig om ebony mutanten og pyrimidinsyntesevejen hos *Drosophila melanogaster*.

4.1 I modsætning til de fleste andre mutantgener elimineres ebony mutanten ikke fra eksperimentelle populationer, men opretholder en vis lav hyppighed i forhold til vildtype genet. Genetiske og miljømæssige faktorer indflydelse på konkurrencen mellem mutant og vildtype evalueres ved løbende prøvetagning fra et antal populationskasser, der varierer med hensyn til genetisk baggrund, og som holdes under forskellige lysforhold. En række ebony mutanter er induceret med EMS, og det har vist sig, at nogle af de nye mutanter i modsætning til tidligere undersøgte ebony-alleler klarer sig lige så dårligt i mørke som i lys, og at en enkelt af de nye mutanter klarer sig væsentligt bedre end andre ebony-alleler – nye som gamle. Baggrunden for disse forskelle undersøges i separate forsøg til estimering af forskellige fitness komponenter. Den pleiotropiske effekt af ebony mutationen på parringsadfærden undersøges dels i populationskasser dels i enkeltpar forsøg under varierende lysforhold. De enkelte faktorer i parringsadfærden hos ebony, der er ændret, sammenlignes med andre mutationer, der kun ændrer en enkelt af disse faktorer, for at vurdere de enkelte faktorer betydning for den samlede parringsadfærd (K. Sick, L. Søndergaard).

4.2 Ved hjælp af en lang række kendte mutanter inden for pyrimidinsyntesevejen og induktion af nye mutanter studeres regulationen af denne syntesevej hos bananflu. Særligt har black mutanten tiltrukket sig opmærksomhed i denne forbindelse, idet enzymanalyser og fodring med intermediære stofskifteprodukter og specifikke inhibitorer synes at vise, at mutantens fænotype skyldes en blokade af et af trinene i nedbrydningen af pyrimidin til beta-alanin. En betydelig interesse knytter sig til en suppressor af black mutanten, som ved en kortlægningsanalyse har vist sig at kunne henføres til et område inden for rudimentary genet. I en række mutationsforsøg har det i overensstemmelse hermed vist sig, at den suppresserende effekt, som mutanten udøvede på black, ophævedes i forbindelse med induktionen af en rudimentary mutant. Endvidere er det lykkedes at inducere hidtil helt ukendte suppressorer af dumpy mutanten. Ved kortlægning er disse mutationer ligeledes henført til rudimentary området. Dette er særdeles interessant, fordi både dumpy og suppressor af dumpy udøver en regulerende effekt på mindst tre de novo pyrimidinsyntese

enzymen (K. Sick, L. Søndergaard, E. Bahn, Dorte Kolbak, T. Kjær, F. Lindegaard, A. F. Sherald).

4.3 Endvidere har studier over mitokondrielle proteinforskelle hos paralytiske mutanter og mutanter med ændrede aktivitet af mitokondrielle enzymer hos *Drosophila* vist forskelle, når der sammenlignes med vildtypen ved hjælp af to-dimensionel elektroforese (L. Søndergaard).

4.4 Endelig har laboratoriet foretaget en række undersøgelser over faktorer, der har indflydelse på, hvor bananfluelarver fortrinsvis forpupper sig. I speciallavede kulturrør får larver mulighed for at forpuppe sig under forskellige veldefinerede forhold f.eks. i lys eller mørke, ved høj eller lav fugtighed, eller de kan vandre opad eller nedad. Det har vist sig, at larverne ikke viser geotaksi (orientering i forhold til jordens tyngdefelt), men i lige høj grad bevæger sig nedad som opad, når de forpupper sig (K. Sick, L. Søndergaard).

4.5 L. Søndergaard har haft orlov hele året til et forskningsophold ved Laboratoire de Genetique Moleculaire des Eucaryotes du CNRS i Strasbourg, Frankrig, hvor han især har beskæftiget sig med anvendelsen af transformerede *Drosophila* celler som ekspressionssystem for artsfremmede proteiner. Det humane gen for blodstørkningsfaktor IX var valgt som model, og det blev undersøgt, hvor stor en del af det tilsvarende faktor IX protein, der udskiltes af de transformerede *Drosophila* celler. Det er hensigten, at studierne med cellekulturer fortsættes her på instituttet.

5. Instituttets tidligere forskningsaktiviteter med vandsvampe er blevet afviklet, efter at L. W. Olson er flyttet til Institut for Sporeplanter. Instituttets faciliteter til elektronmikroskopi opretholdes imidlertid efter indgået aftale med Botanisk Centralinstitut.

Laboratorium og værksted:

Værkstedet har varetaget service på elektronmikroskoper og klimakamre samt den øvrige instrumentelle udstyr på instituttet. Der er blevet konstrueret og bygget et stort antal instrumenter til forsøgene i et tæt samarbejde med de forskellige forskningsgrupper (C. Barr).

Som tidligere har Carlsberg Forskningscenter, Fysiologisk Afdeling, stillet laboratorier, instrumenter, udstyr og teknisk assistance til rådighed i et værdifuldt samarbejde.

Formidlende virksomhed:

På instituttets opfordring har ingeniør C. Barr i forbindelse med Københavns Forskerby Initiativ (Sym-bion) på H. C. Ørsted Inst. udstillet en række instrumenter bygget på Gen.Inst. Standen præsenteredes under titlen: »Forsker + Tekniker = Innovation«.

Hver indenfor de kollegiale organer:

Erik Bahn har indtil 1.5.86 beklædt posten som institutbestyrer. Han er medlem af Det naturvidenskabelige Fakultetsråd samt dettes Budget- og Forretningsudvalg.

Claus Barr har siden 1.5.86 været fungerende suppleant for vicebestyrer og medlem af Molekylærbiologisk Centralinstitutråd.

Richard Egel er pr. 1.5.86 nyvalgt institutbestyrer og repræsentant i Molekylærbiologisk Centralinstitutråd. Han har fungeret som formand for centralinstitutets stipendieudvalg og er kontaktperson til fakultetets informationsudvalg.

Albert Kahn har indtil 1.5.86 været vicebestyrer samt medlem af Molekylærbiologisk Centralinstitutråd. Han er repræsentant i centralinstitutets undervisningsudvalg, samt arbejdslederrepræsentant i instituttets sikkerhedsgruppe.

Torsten Tillgren er pr. 1.12.86 nyvalgt formand for Biokemisk Studienævn.

Knud Sick har indtil 1.5.86 været medlem af sikkerhedsudvalget ved Molekylærbiologisk Centralinstitut samt indtil 1.12.86 været medlem af Biologisk Studienævn samt dettes stipendieudvalg.

Leif Søndergaard (orlov) er pr. 1.5.86 nyvalgt vicebestyrer og medlem af Molekylærbiologisk Centralinstitutråd.

Redaktionshverv:

Erik Bahn er dansk medlem af redaktionskomiteen for tidsskriftet *Hereditas*.

Gæster:

Instituttet har modtaget en erhvervspraktikant til orientering inden for diverse laboratorie-, væksthus- og værkstedsfunktioner.

Rejser:

Richard Egel har som inviteret foredragsholder deltaget i møde: »Mechanisms of yeast recombination« i Banbury Center, Cold Spring Harbor Lab., New York, USA, d. 8.-16. marts. Foredragstitel: »On the relationship of DNA breakage at the smt site and mating-type switching in *Schizosaccharomyces pombe*».

Han har sammen med O. H. Nielsen deltaget med en poster »The double-strand cuts at mat-smt in *Schizosaccharomyces pombe*« i 13th Int. Conf. on Yeast Genetics and Molecular Biology, Banff/Calgary, Canada, d. 1.-5. sept. Har endvidere i forbindelse med kongressen fungeret som chairman for en workshop over »Mating Type and Transposition«.

Olaf H. Nielsen har sammen med R. Egel deltaget med en poster (se ovenfor) i 13th Int. Conf. Yeast Genetics and Mol. Biol., Banff, Canada.

Torsten Nilsson-Tillgren har efter invitation forelæst ved 13th Int. Conf. on Yeast Genetics and Molecular Biology, Banff/Calgary, Canada, over emnet:

»The genome of a brewing strain of *Saccharomyces carlsbergensis*. Recombination and disjunction of homoeologous chromosomes.«

Mogens B. Pedersen har afholdt foredrag over »Characterization of the brewing yeast genome by electro-karyotyping and molecular hybridization studies« ved EBC Subgroup on Yeast Genetics i Sevilla, Spanien, i maj måned.

Leif Søndergaard har i hele 1986 været på forskningsophold ved Laboratoire de Génétique Moléculaire des Eucaryotes du CNRS i Strasbourg, Frankrig.

Penny v. Wettstein har gæsteforelæst over »Genes, elongases and associated enzyme systems in epicuticular wax synthesis« ved Plant Biochemistry Meeting i Davis, California, d. 29. juli-1. aug.

Publikationer:

Borkhardt, B., Olson, L.W.: The mitochondrial genome of the aquatic phycomycete *Blastocladiella emersonii*. Restriction enzyme analysis and gene mapping. *Current genetics* Vol. 11, s. 139-43, Berlin 1986.

Egel, R.: Relationship of DNA breakage at the smt site and mating-type switching in *Schizosaccharomyces pombe*. Mechanisms of Yeast Recombination. In: *Current Communications in Molecular Biology*, Amar Klar, Jeffrey N. Strathern, s. 41-45, New York 1986.

-, Nielsen, O.H.: The double-strand cuts at mat-smt in *Schizosaccharomyces pombe*. *Abstr. Yeast* Vol. 2, s. S99, Chichester 1986.

Hansen, H.S., Wettstein-Knowles, P.v.: Apparent in vivo retroconversion of dietary arachidonic to linoleic acid in essential fatty acid-deficient rats. *Biochimica et Biophysica Acta* Vol. 878, s. 284-87, Amsterdam 1986.

Kannangara, C.G., Kahn, A., et al: Biosynthesis of δ -aminolevulinate and its regulation by plastid and nuclear genes. *Abstr. Acta Biologica Hungarica* Vol. 37, suppl., s. 39-40, Budapest 1986.

Kielland-Brandt, M.C., Nilsson-Tillgren, T., et al: Genetic engineering in the analysis and breeding of industrial yeasts. *Swiss Biotech* Vol. 4, s. 18-18, Küsnacht, Schweiz 1986.

Kjær, T.: $su(dp^{ov})^{tk-84}$: suppressor of dumpy^{oblique-vortex} 1-proximal half of chromosome T. *Kjaer 1984e8*. *Drosophila Information Service* Vol. 63, s. 162-62, Kansas 1986.

Nilsson-Tillgren, T., Gjermansen, C.: The genome of a brewing strain of *Saccharomyces carlsbergensis*. Recombination and disjunction of homoeologous chromosomes. (*Abstr.*) *Yeast* Vol. 2, s. S271, Chichester 1986.

-, Gjermansen, C., et al: Analysis of chromosome V and the ILV1 gene from *Saccharomyces carlsbergensis*. *Carlsberg Res. Commun.* vol. 51, s. 309-26, København 1986.

- Petersen, J.G.L., Nilsson-Tillgren, T.: Yeast ILV5, a highly expressed gene. (Abstr.). Yeast Vol. 2, s. S294, Chichester 1986.
- , Nilsson-Tillgren, T.: Molecular cloning and regulation of the catabolic serine (threonine) deaminase gene of *Saccharomyces cerevisiae*. (Abstr.). Yeast Vol. 2, s. S295, Chichester 1986.
- Sewall, T., Olson, L.W., Lange, L., Pommerville, J.: The effect of monensin on gametogenesis and zoosporeogenesis in the aquatic fungus *Allomyces macrogynus*. Protoplasma Vol. 133, s. 129-39, Wien 1986.
- Søndergaard, L.: Mating competition in artificial populations of *Drosophila melanogaster* polymorphic for ebony. II A test for minority male mating advantage. Genetical Research Vol. 47, s. 205-08, Cambridge, England 1986.
- , The nuclear mutation Ocd^{ts-1} changes the 2-D electrophoretic pattern of *Drosophila* mitochondria. Hereditas Vol. 104, s. 313-15, Lund 1986.
- Wettstein-Knowles, P.v.: Role of cer-cu in epicuticular wax biosynthesis. Biochemical Society Transactions Vol. 14, s. 576-79, London 1986.

Richard Egel

3. Genetisk Institut B, Biokemisk Genetik

Historie:

Instituttets oprettelse er knyttet til oprettelse og besættelse af et professorat i genetik med særligt henblik på biokemisk genetik (1.2.1970). Ved denne lejlighed overgik den strukturmekemiske gruppe på Proteinlaboratoriet (Det lægevidenskabelige Fakultet) til det nye institut. Indtil oktober 1971 fortsattes arbejdet i Proteinlaboratoriets lokaler (Sigurdsgade 34), hvorefter instituttet flyttedes til de nuværende laboratorier i Øster Farimagsgade 2A. Yderligere oplysninger findes i årbøgerne fra 1983 og 1984.

Stab:

VIP: Antal årsværk: 4 7/12.

Professor: Bent Foltmann.

Lektorer: Vibeke Barkholt, Bent Rubin, Karen G. Welinder.

Kandidatstipendiat: Michael Ploug.

Forskningsstipendiat: Niels Behrendt.

TAP: Antal årsværk: 4 3/5.

Tine E. Albertsen, Arne L. Jensen, Linda K. Nielsen, Vicka Nissen, Torben Olsen.

Forskningsvirksomhed:

Instituttets forskning har fra begyndelsen været cen-

treret om undersøgelser af sammenhængen mellem proteiners struktur, funktion og evolution.

Proteiner er kæmpemolekyler, som er sammensat af aminosyrer, der er hængt sammen som perler på en snor. Der kan indgå fra omkring 100 til over 2000 aminosyrer i et proteinmolekyle, men der findes kun 20 forskellige, naturligt forekommende aminosyrer, der kan medgå til opbygningen af et protein. Disse 20 aminosyrer er fælles for alle levende organismer fra bakterier til pattedyr. Det er rækkefølgen af aminosyrer (aminosyresekvensen), der bestemmer et givet proteins egenskaber. Denne rækkefølge er igen bestemt af den enkelte organismes arveanlæg (strukturgener), og på samme måde som man kan skrive bog efter bog ved at bytte om på rækkefølgen af bogstaver, kan de levende organismer danne utallige proteiner med forskellige aminosyresekvenser. I form af enzymer, hormoner, muskelvæv, bindevæv m.m. er proteiner af afgørende betydning for alle levende cellers funktioner.

Analytisk kan aminosyresekvensen bestemmes ved at fraspalte aminosyrerne en efter en fra det kædeformede proteinmolekyle og identificere hver af de fraspaltede aminosyrer. Denne proces kan nu foretages i automatiseret apparatur.

De ovenfor omtalte analyser vedrører kun proteinerne lineære eller covalente strukturer, men det er først når de lange kædemolekyler er foldet til rumlige strukturer, at proteinerne kan udøve deres biologiske aktiviteter. Til bestemmelse af denne foldning undersøges brydning af røntgenstråler i proteinkrystaller; på grundlag af et sådant brydningsmønster kan elektrontætheden gennem det enkelte molekyle beregnes, og ved at sammenholde elektrontæthedskortet med den kemisk bestemte aminosyresekvens kan der ved computergrafik fremstilles modeller af proteinmolekylerne. Instituttet er her i samarbejde med røntgenkrystallografiske grupper ved Birkbeck College, London og University of Edmonton, Alberta.

På grundlag af de erfaringer der er indhøstet ved strukturbestemmelser af krystalliserede proteiner, kan man se, at de enkelte aminosyrer har forskellig tilbøjelighed til at indgå i helixformede eller pladeliggende delstrukturer indenfor de enkelte tredimensionale strukturer. Det er derfor muligt at foretage beregninger, der forudsiger foldningen af et givet protein, inden den tredimensionale struktur er undersøgt direkte, og sådanne beregninger indgår som en væsentlig del af instituttets forskning.

1. Aspartatproteaser (pepsinlignende enzymer)

Mavesaftens proteaser er de bedst kendte enzymer fra denne hovedgruppe, men aspartatproteaser er påvist i alle kernebærende celler (eukaryoter), hvor man har søgt efter sådanne enzymer.

Aspartatproteasernes molekyler er todelt med en dyb kløft gennem midten af molekylet. I denne kløft findes to aspartatgrupper, der formidler den katalyti-

ske aktivitet, (deraf navnet aspartatproteaser), medens resten af kløften er et udtrakt substratbindingsområde. Denne foldning er i den biologiske evolution bevaret uændret fra den gang, da skimmelsvampene og pattedyrene havde en fælles stamform, og de aminosyrer, der omgiver de to aspartatgrupper, har identiske positioner i alle aspartatproteaser.

Det har længe været kendt, at mavesaftens enzymer dannes som uaktive forstadier (zymogener), der omdannes til aktive enzymer under fraspaltning af en propart med ca. 45 aminosyrer. Det er nu vist, at skimmelsvampenes aspartatproteaser også dannes som zymogener. I samarbejde med E. Boel, Genetisk Laboratorium, Novo er strukturbestemmelsen af en aspartatprotease fra skimmelsvampen *Rhizomucor miehei* nu afsluttet. Aminosyresekvensen viser ca. 20 % identitet med mavesaftens proteaser, medens der er 85 % identitet med en tilsvarende protease fra *Mucor pusillus*, som er analyseret af Beppu og medarbejdere (Tokyo). Strukturgenerne for de to skimmelproteaser viser, at begge syntetiseres med en propart, og sammenlignes de afledte aminosyresekvenser med ventrikelproteasernes proparter ses en tydelig homologi. Vi har foretaget en sammenligning mellem alle kendte proparter for aspartatproteaser, og denne viser, at en lysingruppe i alle tilfælde forekommer på den samme position. I den rumlige struktur af svinepepsinogen er denne lysingruppe beliggende mellem de to aspartatgrupper, der udgør det aktive center i det færdige enzym. På dette grundlag har vi fremført den hypotese, at under foldningen af en aspartatprotease er den positive ladning fra en lysingruppe nødvendig for at bringe de to negativt ladede aspartatgrupper i nabostilling. På samme måde som de to aspartatgrupper er bevaret igennem den biologiske evolution, er lysingruppen også bevaret som en essentiel forudsætning for korrekt foldning.

Chymosiner er proteaser med stor mælkekoagulerende og ringe generel proteolytisk aktivitet. Disse proteaser er dominerende i mavesaften hos nyfødte pattedyr, der har overførsel af antistoffer fra moder til unge med de første døgn's mælk. Ekstrakter af kalvemaver har traditionelt været anvendt til ostefremstilling, og strukturen af kalvechymosin er tidligere bestemt på instituttet. I samarbejde med V. Kostka, Institut for Biokemi, Videnskabernes Akademi, Prag, er der nu indledt undersøgelser af chymosin fra får. Dette enzym viser partiel immunologisk identitet med kalvechymosin, og i overensstemmelse hermed peger de første sekventeringsbestemmelser mod ca. 90 % identitet i aminosyresekvenserne.

Undersøgelserne af chymosin fra pattegrise er fortsat i samarbejde med A. Turvey, University of Reading, UK og P. Cranwell, La Trobe University Bundoora, Australien. Histokemiske undersøgelser har vist, at chymosin dannes i de samme celler (hovedceller), der senere i dyrets udvikling vil danne pepsin. På

instituttet har vi tidligere påvist, at maveslimhinde fra grisefostre indeholder chymosin 2 til 3 uger før fødslen. Det er nu vist, at der sker en udskillelse af både chymosin og mavesyre mindst 10 dage før fødslen.

Undersøgelser af forekomst af pepsinogener udenfor ventriklen er fortsat i samarbejde med Klinisk kemisk Afdeling, Hvidovre Hospital og Hagedorns Forskningslaboratorium. Foreløbige aktiveringsforsøg viser, at aktiveringsmekanismen for disse zymogener afviger fra den, der forekommer i ventriklen (B. Foltmann, H. B. Drøhse, P. B. Szecsi).

2. Immunologi

Lektor Bent Rubin har haft arbejdssted på Statens Seruminstitut til udgangen af august. Fra 1. september har Bent Rubin haft orlov.

3. Det humane komplementsystem

Komplementsystemet er en del af vertebraters forsvar mod fremmede stoffer og organismer. Ved aktivering af komplementsystemet indtræder således en serie forskellige reaktioner, som tjener til at uskadeliggøre og fjerne fremmede komponenter. Komplementkomponent C3 medvirker i de fleste af disse reaktioner og deltaget herved i mange protein-protein interaktioner, ligesom aktivering og nedbrydning af C3 sker gennem adskillige reaktioner med andre proteiner. Det er rimeligt at antage, at en ændring af det område på C3, hvor det bindes til en af de komponenter, som det skal reagere med, kan have vidtrækkende fysiologiske konsekvenser.

I forbindelse med vore undersøgelser af polymorfe former af C3 med forskellig fysiologisk effekt (jfr. Årbog 1985) ønsker vi at sammenligne deres interaktion med andre proteiner, herunder cellereceptorer, som man i de seneste år har fået meget forøget viden om.

Monoklonale antistoffer er ofte velegnede til at undersøge interaktion mellem proteiner. Hvis et monoklonalt antistof influerer på en sådan interaktion er det indikation af, at antistoffets bindingsområde for antigenet er i nærheden af antigenets bindingsområde for ligander. Antagelsen styrkes, hvis de isolerede antigenbindende Fab-fragmenter har samme virkning, omend det kan være vanskeligt at føre endeligt bevis for sammenfald af antigen-ligand-bindingsområde og antigen-antistof-bindingsområde.

Den ene af de aktuelle C3-polymorfier er defineret ved reaktion/ikke reaktion med et monoklonalt antistof. Vi har ved hjælp af det samme antistof identificeret bindingsstedet til et område indenfor 180 aminosyrerester af β -kæden af C3. Vi har desuden fundet, at Fab-fragmenter af dette antistof hæmmer aktiviteten af C3 målt ved hæmolyse via den alternative aktiveringsvej, AP-C3. Ved ækvimolære forhold mellem Fab og C3 er hæmningen specifik for den antistofpositive form.

C3 indgår i adskillige protein-protein interaktioner

i den serie reaktioner, der fører til hæmolyse. Vi ønsker at identificere, hvilken reaktion der påvirkes af det monoklonale antistof, samt at undersøge om der er forskel på de polymorfe former med hensyn til netop den reaktion (Niels Behrendt, Michael Ploug, Vibeke Barkholt).

4. Sekvenatorprojekter

Det lægevidenskabelige Fakultets mikrosekventerings facilitet (se Årbog 1984 og 1985) har også i sit andet år løst en række opgaver for forskergrupper fra universitetet (19 projekter) og uden for universitetet (7 projekter). Sekvenator og HPLC udstyr er med udgangen af november overført til Proteinlaboratoriet, Det lægevidenskabelige Fakultet. Institut for biokemisk Genetik har fra Teknologirådet fået bevilling til eget udstyr, der ved årets udgang er under installation (Kandidatstipendiat Ole C. Hansen, laboratorietekniker Pia Jensen, begge udstationeret fra Proteinlaboratoriet, K. G. Welinder).

5. Metodestudier

Under proteinkemisk karakterisering af proteiner og peptider udgør proteolytiske enzymer et vigtigt værktøj. Et proteolytisk enzym giver et karakteristisk spaltningmønster (peptid kort) af et protein. Desuden er det nødvendigt at spalte et protein til mindre dele, der kan analyseres hver for sig, når proteinets kovalente struktur skal bestemmes. Visse proteiner er så stabile, at de vanskeligt kan spaltes. Vi har observeret at tilsætning af 15 % 2-propanol til en opløsning af komplement komponent C3 muliggjorde en fuldstændig spaltning med trypsin. Det tyder på, at man kan bruge visse organiske solventer til at fremme udfoldningen og dermed spaltningen af sådanne proteiner. Derfor er det vigtigt, at undersøge om der sker noget med de proteolytiske enzymer under sådanne omstændigheder.

Påvirkningen af proteolytiske enzymer som trypsin, chymotrypsin, elastase, V-8 protease, thermolysin, achromobacter protease I og pepsin med op til 20 % af henholdsvis methanol, ethanol, 2-propanol eller acetonitril er undersøgt systematisk ved stuetemperatur og ved 37°C. Alle enzymer undtagen pepsin spalter et udfoldet substrat udmærket ved stuetemperatur i 20 % alkohol eller acetonitril. Dog hæmmes delvist, mest af 2-propanol og acetonitril. Kun chymotrypsin inaktiveres ved 37°C. Desuden viste det sig, at thermolysins specificitet kan øges betragteligt i 2-propanol. Disse undersøgelser åbner således for en række nye muligheder ved anvendelsen af proteolytiske enzymer til karakterisering af proteiner og peptider (K. G. Welinder).

Kollegiale organer, redaktionsvirksomhed m.v.:

Bent Rubin og Karen G. Welinder har været medlem af Biokemisk Studienævn.

B. Foltmann er medlem af Dansk National Komité

for Biofysik og er formand for organisationskomiteen for den 18. Linderstrøm-Lang Conference. B. Foltmann er medlem af »the Editorial Board« for »Indo-European Medical Journal«, og har været referee for European Journal of Biochemistry samt National Science Foundation.

Rejser og gæsteforelæsninger:

Under et ophold ved University of Reading (UK) har B. Foltmann gæsteforelåst den 29/4 og 6/5.

Karen G. Welinder holdt to forelæsninger i Department of Biochemistry, University of Alberta, Edmonton, Canada under et besøg 20.-24. juli og besøgte Department of Molecular Biology, University of Victoria, B. C., Canada den 22. august. Karen G. Welinder deltog i mødet Protein Chemistry Research Resource Facilities 17. august og i Sixth International Conference on Methods in Protein Sequence Analysis 17.-21. august i Seattle, USA, og har efter invitation skrevet en artikel til Proceedings fra mødet.

Publikationer:

Foltmann, B.: Pepsin, chymosin and their zymogens. Molecular and Cellular Basis of Digestion, P. Desnuelle, H. Sjöström, O. Norén (red.), s. 491-505, Amsterdam 1986.

Koch, C., Behrendt, N.: A novel polymorphism of human complement component C3 detected by means of a monoclonal antibody. Immunogenetics 23, s. 322-25, New York 1986.

Norén, O., Sjöström, H., Cowell, G.M., Tranum-Jensen, J., Hansen, O.C., Welinder, K.G.: Pig intestinal microvillar maltase-glucoamylase. Structure and membrane insertion. J. Biol. Chem. 261, s. 12306-309, USA 1986.

Skjødt, K., Welinder, K.G., Crone, M., Verland, S., Salomonsen, J., Simonsen, M.: Isolation and characterization of chicken and turkey beta2-microglobulin. Mol. Immunol. 23, s. 1301-09, England 1986.

Stenbæk, E.I., Koch, C., Welinder, K.G., Barkholt, V.: Human complement component C2: Production and characterization of polyclonal and monoclonal antibodies against C2. Mol. Immunol. 23, s. 879-86, England 1986.

Tarasova, N.I., Szecsi, P.B., Foltmann, B.: An aspartic proteinase from human erythrocytes is immunologically undistinguishable from a non-pepsin, electrophoretically slow moving proteinase from gastric mucosa. Biochimica Biophysica Acta 880, s. 96-100, Amsterdam 1986.

Welinder, K.G., Nørskov-Lauritsen, L.: Structure of plant peroxidases. Preliminary fitting into the molecular model of yeast cytochrome c peroxidase. Molecular and physiological aspects of plant peroxidases, H. Greppin, C. Penel, I. Gaspar (red.), s. 61-70, Schweiz 1986.

- , Andreasen, P., Riccio, A., Douglas, R., Sartorio, R., Nielsen, L.S., Oppenheimer, C., Blasi, F., Danø, K.: Plasminogen activator inhibitor type 1: reactive center and amino-terminal heterogeneity determined by protein and cDNA sequencing. *FEBS Lett* 209, s. 213-18, Amsterdam, Holland 1986.
- , Svendsen, A.: Amino acid sequence analysis of the glycopeptides from human complement component C3. *FEBS Lett* 202, s. 59-62, Amsterdam 1986.

B. Foltmann

4. Mikrobiologisk Institut

Historie:

Eksperimentel biologi udviklede sig kolossalt under og efter 2. verdenskrig. Det naturvidenskabelige Fakultet ved Københavns Universitet fulgte tidligt med og lagde planer om at bygge et laboratorium for fagene: Biokemi, Genetik, Mikrobiologi og Plantefysiologi. Mønstret for denne sammenstilling af fagområder var »Biology Division at Caltech« (California Institute of Technology), og de mest aktive planlæggere var Herman Kalckar og Mogens Westergaard. Det nye hus blev bygget i Botanisk Have og taget i brug i efteråret 1958. Institutlederne var dengang: H. H. Ussing (Biokemi), M. Westergaard (Genetik), O. Maaløe (Mikrobiologi) og D. Müller (Plantefysiologi). Tre af institutterne eksisterede allerede og flyttede ind i de nye laboratorier fra mere beskedne faciliteter andre steder i byen; Mikrobiologisk Institut (MI) var derimod en nyskabelse, og O. Maaløe, der var ansat på Statens Seruminstitut, blev opfordret til at lede det. I årenes løb har Mikrobiologisk Institut spillet en væsentlig rolle for udviklingen af molekylær biologi og genetik i Danmark.

I den ombyggede tagetage i Øster Farimagsgade 2A er nu indrettet nye laboratorier specielt med henblik på arbejdet med eukaryote cellekulturer og virus.

Lokaleforhold:

Bygningen er blevet forsynet med et nyt system for udsugning og indblæsning af luft med henblik på at forsyne laboratorierne med tidssvarende stinkske.

I anledning af at dr. Francesco Blasi er tiltrådt professoratet i molekylærbiologi ved instituttet, har det været nødvendigt at tilpasse nogle af instituttets lokaler til de krav, hans forskning stiller. Dette byggearbejde er påbegyndt december 1986.

Stab:

VIP: Antal årsværk 6,5.

Professor: Francesco Blasi, tiltrådt 1. nov. 1986.

Lektorer: M. Johnsen, O. Karlström, S. Pedersen, K. V. Rasmussen, B. M. Willumsen.

Kandidatstipendiater: F. W. Bech, C. Petersen.

TAP: Antal årsværk 4,8.

K. Christjansen, F. Henriksen, H. Jørgensen, U. Mortensen, L. Muir, L. D. Nielsen, M. Warrer.

TAP: Fondsansatte- Antal årsværk 2,0.

A. Christensen, B. Kolding.

Forskningsvirksomhed:

Arbejdsområder: Reguleringsmekanismer for genexpression i *E. coli* og pattedyr.

Aktuelle forskningsaktiviteter:

Vi studerer de molekylære mekanismer, der regulerer cellevækst.

Forskningsprojekter baseret på *E. coli*: 1) Translationsprocessens hastighed. 2) Reguleringen af ribosomers syntese. 3) Reguleringen af dannelsen af en hæmmer for proteinsyntesen. 4) Faktorer som bestemmer messenger RNA's nedbrydningshastighed. 5) Reguleringen af DNA replikationen. Alle disse coli-projekter bygger på bakteriegenetik, både »klassisk« og med anvendelse af genkloningsmetoder.

På grundlag af de samme teknikker, genkloning og andre molekylærbiologiske arbejdsmetoder analyserer vi også vækstregulering i højere celler.

Vi designer, selekterer og analyserer mutanter i ras oncogenet fra Harvey Sarcom virus. Vi undersøger deres transformerende evne og korrelerer denne med biokemiske egenskaber hos det oprensede protein fra vildtype og mutanter.

1. Studier af *Escherichia coli* genet, *relF*, der er homologt til et plasmid-stabiliserende gen

Vi har tidligere studeret *relB* regionen i *Escherichia coli*. Vi identificerede derved en operon bestående af tre gener, *relB* genet, et gen for den translationsinhibitor, der dannes efter aminosyresult i *relB* mutanter og et gen *relF*, hvis produkt påvirker cellemembranen. Vi viste endvidere, at *relB* genet, som er første gen i *relB* operonen, koder for et protein, der har to funktioner: Det er dels repressor for *relB* operonen, dels kan det direkte modvirke inhibitor-genets aktivitet. Det tredje gen i *relB* operonen, genet *relF* har en meget markant fænotype: Når genet induceres på højt kopital plasmid, blokeres indenfor få minutter al syntese i cellen. I samarbejde med Molin og Meyenburgs grupper på DTH har vi kunnet vise, at genet er homologt med et gen *hok*, der bæres af R1 plasmidet og virker stærkt stabiliserende på de plasmider, der bærer det. Ved induktion af enten *relF* genet eller *hok* genet falder membranpotentiale og iltoptagelse meget hurtigt til nul. For *hok* genet er funktionen kendt. Når celler ta-

ber et plasmid, der bærer hok, aktiveres hok-funktionen, dvs. de plasmidløse celler bliver selektivt dræbt. Der er således selektion imod den fraktion af celler, der spontant taber plasmidet. Vi undersøger nu relF genet videre (O. Karlström, F. W. Bech, S. R. Rasmussen).

2. Undersøgelse af individuelle geners translationshastighed

Det er vist, at individuelle gener translateres med forskellige hastigheder. Genet for elongeringsfaktor TS med ca. 20 AA/sek, genet for ribosomalt protein S1 ca. 17 AA/sek og EF Tu, og EFG generne med ca. 15 AA/sek. Generne for *lac* repressor og for betalactamase translateres væsentligt langsommere end det gennemsnitlige gen. Der er foretaget en korrelation med hvilke codons generne bruger, og det foreslås, at translationshastigheden for individuelle codons varierer en faktor 10, hovedsageligt, men ikke fuldstændigt, bestemt af koncentrationen af tRNA i cellen (S. Pedersen, M. A. Sørensen).

3. Genetiske studier af autoregulationsmekanismer for *rpsA* genet for ribosomalt protein S1

Området på mRNA, der er ansvarligt for translationsrepressionen, er blevet karakteriseret yderligere ved deletionsanalyse, og punktmutationer, der ophæver translationsrepressionen, er søgt isoleret (S. Pedersen, M. D. Rasmussen). Fortsat studeres reguleringsmekanismen for genet for transkriptions-termineringsfaktor *rho*' (S. Pedersen, D. Weilguny).

4. Studier over DnaA proteinets funktion

4.1 Forskning her på instituttet og andetsteds har i den seneste tid bekræftet en hypotese fremsat i 1977 af F. G. Hansen (nu DTH) og K. V. Rasmussen, at DnaA proteinet ikke blot er en nødvendig initieringsfaktor, men tillige en vigtig regulator, dels af sin egen syntese, dels af selve initieringen af DNA-replikation. Den regulatoriske funktion udøves via binding af proteinet til en bestemt sekvens af 9 basepar på DNA; den forekommer 4 gange i selve replikationsorigin (*oriC*), een gang i promoteren for transkription ind i *oriC* og een gang i DnaA genet promoterområde. Vi har vist, at overproduktion af DnaA protein fører til overskydende, men abortiv, initiering af replikation (T. Atlung) og til forøget replikation af *oriC* plasmider (A. Løbner Olesen, K. V. Rasmussen).

4.2 Udforskningen af abortiv initiering er flyttet til DTH, hvor T. Atlung nu er ansat som lektor. Vi har ikke kunnet påvise andre faktorer, som har en direkte virkning på kontrollen af initiering. Her på instituttet arbejdes der på: 1) At undersøge om abortiv initiering optræder i andre situationer, hvor initieringsfrekvensen er unormalt høj. Dette gøres ved at man følger udtrykket af konstitutive gener nær *oriC* og nær replikationsterminus; 2) Undersøgelser over DnaA protei-

nets betydning for »timing« af initiering i delingscyklus, idet man ved »density shift« forsøg vil følge, hvorledes tidsintervallet mellem successive initieringer er fordelt over populationen. Udgangspunktet er, at timing synes meget præcis i normale celler, men ikke i visse DnaA(Ts) mutanter; 3) Ved at undersøge fordelingen af minichromosomer (plasmider, der repliceres fordi de indeholder det chromosomale replikationsorigin, *oriC*) på enkeltceller i en population, samt ændringer i denne fordeling, f.eks. når det gennemsnitlige antal stiger fra ca. 1 til ca. 40 pr. celle, fås oplysninger om hvordan cellerne regulerer replikation og segregation af minichromosomer og – til en vis grad – af chromosomer (M. R. Jensen, A. Løbner-Olesen, K. V. Rasmussen).

5. Struktur-funktionsanalyse af det transformerende gen fra Harvey sarcom virus

Det transformerende gen fra Harvey sarcom virus er analogt til et cellulært gen *c-ras*^H, der er fundet aktiveret i mange humane tumorer. Transformationsmekanismen af aktiverede *ras* gener er endnu ikke kendt, trods en stigende mængde information om genproduktet (p21) og dets biokemiske egenskaber. På grund af, at proteinets biokemiske egenskaber er meget homologe med en klasse af proteiner, G proteinerne, der regulerer adenylcyclase, antages det, at *ras* p21 transformerer celler ved at forstyrre en lignende regulation. Det er imidlertid ikke vist, hvilket vækstregulerende system, *ras* p21 er en del af. Vi har fortsat isolationen og karakteriseringen af mutanter i det virale transformerende gen og fastlagt, hvilke af proteinets domæner, der er nødvendige for den transformerende aktivitet. Videre søger vi at korrelere disse med proteinets biokemi og cellulære metabolisme. Endvidere søges funktionen af det cellulære *ras*^H gen belyst ved mutationsanalyse og karakterisering af mutanternes biologiske aktivitet (H. Riemann, T. Werge, H. Ernø, B. M. Willumsen).

6. Karakterisering af *ras* proteiner

Der arbejdes med en biokemisk karakterisering af p21 proteiner, der er kodet af *ras* generne. Ved sammenligning af egenskaber hos forskellige varianter af p21 prøver vi at inddеле proteinet i funktionelle domæner.

I årets løb er der arbejdet med at karakterisere alternerende rumlige strukturer af proteinet (M. Johnsen).

Anden virksomhed:

Morten Johnsen er medlem af Det naturvidenskabelige Fakultetsråd.

Olle Karlström har været formand for et fagkyndigt udvalg, som har vurderet kandidater til det opslåede professorat ved instituttet. O. Karlström har fungeret som fagkyndig i et udvalg under Miljøstyrelsen for vurdering af NOVO's ansøgning om udledelsestillad-

delse for en planlagt produktion af insulin fra en gensplejset mikroorganisme. Desuden er O. Karlström medlem af Biokemisk Studienævn.

Steen Pedersen er medlem af det faglige landsudvalg for de naturvidenskabelige uddannelser (FLUNA). Desuden er S. Pedersen medlem af fakultetets økonomiudvalg.

Knud Rasmussen har været formand for Centralinstituttets sikkerhedsudvalg indtil maj 1986. Knud V. Rasmussen er blevet valgt til bestyrer for Centralinstituttet pr. 1. maj 1986.

Berthe M. Willumsen og Olle Karlström har været medlemmer af Centralinstitutbestyrelsen indtil maj 1986.

Rejser:

Steen Pedersen har været gæsteforsker ved Columbia University, New York i 2 måneder, og har besøgt University of Providence. Steen Pedersen har besøgt Uppsala Universitet i 2 uger i forbindelse med forskningssamarbejde.

Knud V. Rasmussen har deltaget i workshop/kursus i Oslo.

Berthe Willumsen har deltaget i kongres i Steamboat Springs, Colorado; B. Willumsen har deltaget i European Tumor Virus Group meeting i Dourdan, Frankrig; B. Willumsen har været gæsteforsker på Laboratory of Cellular Oncology, National Cancer Institute, Bethesda, Maryland i 3 måneder; har deltaget i Second Annual Meeting on Oncogenes, Frederick, Maryland; samt i meeting on Signal transduction in Biological Systems, Bethesda, Maryland. Ved alle kongresser blev resultaterne af forskningen ved instituttet fremlagt.

Publikationer:

Atlung, T., Rasmussen, K.V., Clausen, E., Hansen, F.G.: Role of the DnaA protein in control of DNA replication. *Molecular Biology of Bacterial Growth*, Schaechter, Ingraham, Neidhardt, Kjeldgaard, s. 282-97, Boston, Massachusetts, USA 1985.

Jensen, K.F., Fast, R., Karlström, O., Larsen, J.N.: Association of RNA polymerase having increased K_m for ATP and UTP with hyperexpression of the *pyrB* and *pyrE* genes of *Salmonella typhimurium*. *Journal of Bacteriology* Vol. 166, No. 3, s. 857-65, USA 1986.

Lowy, D.R., Willumsen, B.M.: The ras gene family. *Cancer Surveys* Vol. 5, No. 2, s. 275-89, USA 1986.

Meyenburg, K.v., Hansen, F.G., Atlung, T., Boe, L., Clausen, I.G., Deurs, B.v., Hansen, E.B., Jørgensen, F., Rasmussen, K.V., Riise, E.: Facets of the chromosomal origin of replication *oriC* of *E. coli*. *Molecular Biology of Bacterial Growth*, Schaechter, Ingraham, Neidhardt, Kjeldgaard (eds), s. 260-81, Boston 1985.

Papageorge, A.G., Willumsen, B.M., Johnsen, M., Kung, H., Stacey, D.W., Vass, W.C., Lowy, D.R.: A transforming ras gene can provide an essential function ordinarily supplied by an endogenous ras gene. *Molecular and Cellular Biology* Vol 6, No. 5, s. 1843-46, USA 1986.

Rasmussen, K.V., Atlung, T., Kerzman, G., Hansen, G.E., Hansen, F.G.: Conditional change of DNA replication control in an RNA polymerase mutant of *Escherichia coli*. *Journal of Bacteriology* 154, s. 443-51, USA 1983.

Willumsen, B.M., Papageorge, A.G., Kung, H., Beke-si, E., Robbins, T., Johnsen, M., Vass, W.C., Lowy, D.R.: Mutational analysis of a ras catalytic domain. *Molecular and Cellular Biology* Vol. 6, No. 7, s. 2646-54, USA 1986.

Olle Karlström

5. Plantefysiologisk Institut/Generel Mikrobiologi

Historie:

Plantefysiologisk Laboratorium blev oprettet i 1883, samtidig med at Rasmus Pedersen blev udnævnt til professor.

Laboratoriet havde til huse i et par rum i Botanisk Museums kælder, der var blevet overdraget til Rasmus Pedersen i 1879 ved udnævnelse til docent. I året 1890 flyttede Rasmus Pedersen til den nyopførte bygning i Gothersgade 140, hvor laboratoriet havde lokaler indtil okt./nov. 1959, hvor man flyttede til det nyopførte Biologisk Institut, Ø. Farimagsgade 2A.

Plantefysiologisk Laboratorium ændrede i 1972 navn til Plantefysiologisk Institut.

Den 1. januar 1985 oprettedes Afdeling for generel Mikrobiologi. Afdelingen blev dannet ved en overførsel af 2 lektorer og 3,54 TAP-årsværk fra Plantefysiologisk Institut og Afdeling for mikrobiel Økologi fra Institut for Sporeplanter, Botanisk Centralinstitut.

Afdelingen skal undervise biologi- og biokemistuderende i generel mikrobiologi omhandlende mikroorganismeres fysiologi og økologi, eksperimentel og anvendt mikrobiologi.

Afdelingen flyttede den 28. januar 1985 til Sølvgade 83H, stuen.

Stab:

Plantefysiologi:

VIP: Antal årsværk: 6.

Lektorer: F. Floto, H. Frost-Christensen, E. Löhr, O. Mattsson (overflyttet fra Botanisk Centralinstitut), M. Willemoës.

Fondslønnet stipendiat: J. Johansen.
Ekstern lektor: E. B. Hansen.

TAP: Antal årsværk: 6,2.

L. D. Hansen, S. A. Johansson, K. Larsen, L. Lefeldt,
F. B. Nielsen, L. S. Nyegaard, B. Sørensen, M. Tholstrup.

Generel Mikrobiologi:

VIP: Antal årsværk: 7,8.

Lektorer: K. Allermann, A. Kjøller, J. Olsen, S. Struwe.

Kandidatstipendiat: B. K. Ahring.

Fondslønnede stipendiater: T. Jacobsen, B. Jensen, P. Westermann.

Videnskabelig assistent: H.-J. Albrechtsen.

Undervisningsassistent: C. Bjørklund.

TAP: Antal årsværk: 4,2.

B. Andersen, J. Fogelstrøm, L. A. Hansen, B. Jølnes, K. Vestberg.

Projektlønnede: P. M. Christensen.

Forskningsvirksomhed:

1. Plantefysiologi

Forskningen i plantefysiologi falder indenfor en række områder, der omhandler: Algefysiologi, fotosyntese, vækst og differentiering i suspensionskulturer, arbejde med protoplaster fra planter samt stressfysiologi hos høje planter.

1.1 Kulstofoptagelse hos submerse planter

1.1.1 Diatomeer. Arbejdet med at bestemme affiniteten til kulstof hos *Nitzschia palea* i pH-intervallerne 6,5 til 7,5 og 8 til 9 er fortsat (H. Frost-Christensen).

1.1.2 Makrofyter. Søsalat, *Ulva lactuca*, er en stor og almindeligt forekommende grønalg ved vore kyster. Den udmærker sig ved at kunne tilpasse sig meget varierede vækstforhold. Der foretages vækstforsøg ved forskellige kombinationer af iltspænding, pH og kulstofkoncentration, og de vil blive fulgt op af fotosyntesemålinger og undersøgelser af kulstofoptagelse under udvalgte betingelser. Arbejdet er en del af et projekt vedrørende eutrofieringen af Roskilde fjord, ledet af lektor Kaj Sand Jensen, Ferskvandsbiologisk Institut, Hillerød (H. Frost-Christensen).

1.2 Optagelse af P og N hos alger

K_m og V_{max} for fosfatoptagelsen hos to encellede alger og hos trådalgen *Cladophora fracta*, dyrket ved forskellige koncentrationer af fosfat, undersøges (M. Willemoës).

1.3 Begrænsning af lysmættet fotosyntese hos den fler-cellede alge Ulva lactuca

Indbygningen af CO_2 i organisk stof under lysmættet fotosyntese kan enten være begrænset af aktiviteten af det karboxylerende enzym, Rubisco, eller af et af substraterne for enzymet, CO_2 og ribulosebifosfat (RuBP). Hos *Ulva* begrænses fotosyntesen ikke af CO_2 . Ved at følge koncentrationen af RuBP, når lyset reduceres, undersøges det om fotosyntesen ved lysmætning har været begrænset af Rubisco, der forbruger RuBP, eller af den fotosyntetiske elektrontransport, der gendanner stoffet. Undersøgelsen foretages med alger, der har vokset i svag lys, og i lys der giver lysmætning for vækst (M. Willemoës).

1.4 To proteiner fra spinatthylakoider

Arbejdet omhandler to proteiner fra den iltende side af fotosystem II. Det ene protein er en katalase, som danner hydrogenperoxid ved belysning. Oprensningen af dette protein er netop afsluttet. Det andet protein er associeret med mangan og to organiske komponenter. Dette er egenskaber som forventes hos det vandspaltende kompleks. De organiske komponenter er ved at blive oprenset med henblik på strukturoptagelse (J. Johansen, M. Willemoës).

1.5 Vækst og differentiering i suspensionskulturer

Suspensionskulturer er et vigtigt udgangsmateriale ved formering af høje planter, ved syntese af kemiske forbindelser og til biokemiske og fysiologiske undersøgelser. Projektet sigter mod en bedre karakterisering af suspensionskulturerne ved måling med forskellige prober, hvoraf nogle er under udarbejdelse. Det er hensigten at kombinere kemiske analyser med mikroskopiske for at få en bedre forståelse af vækstkinetik og differentiering i kulturerne. Som et modelsystem ved undersøgelse af mulige sammenhænge mellem forskellige vækstparametre og dannelsen af sekundære metabolitter benyttes en anthocyan-producerende cellelinie af gulerod (O. Mattsson, F. Floto).

1.6 Protoplasters overfladeegenskaber og mekanismen ved elektrofusion og elektroporation

Efter at have fjernet cellevæg af planteceller enzymatisk kan man med forskellige metoder få celler af forskellig planteart til at smelte sammen til en somatisk hybrid, der kan danne en hel plante. I de sidste 2-3 år har man benyttet at udsætte protoplasterne for et elektrisk vekselsfald for at få dem til at lægge sig tæt på hinanden, og ved at give dem et strømsød, kan man få dem til at smelte sammen. Ved elektrisk behandling kan man tillige åbne cellemembranen, således at partikler og makromolekyler kan optages (elektroporation). Det undersøges, hvorledes cellemembranen ændrer sig ved behandling, og hvordan dens egenskaber bør være for at muliggøre fusion og poration (O. Mattsson, F. Floto).

1.7 Pollen-støvfangs uforenelighed hos engelskgræs

Selvuforenelighed mellem pollen og støvfang er det mest markante eksempel på celledifferentiering og cellekendelse hos højere planter. Et karakteristisk træk ved engelskgræs *Arrhenatherum maritima* er tilstedeværelse af to forskellige bestøvningstyper, som er gensidigt forenelige, og som er distinkte m.h.t. en række strukturelle og kemiske træk ved både pollen og støvfang. I forbindelse med undersøgelser over selvuforeneligheds-mekanismen er der i det forløbne år udført målinger af transpiration og elektrisk ledningsevne i støvfang og respiration i pollen (O. Mattsson).

1.8 »Derfor dør skovene«. – En arbejdstæori

Hvis planter udsættes for stress ligegyldig om årsagen er luftbåren forurening, klimatisk stress eller dårlige jordbundsforhold, så vil altid hele plantens stofskifte blive involveret. Spørgsmålet der søges besvaret er: Hvordan planterne regulerer deres stofskifte i forhold til det ydre miljø.

Fortsat behandling af 1250-1300 træer med forskellige stoffer der øger planternes stress-resistens i en rød-grankultur i det stress-hærgede Klosterhede skovdistrikt og begyndende beregning af årstilvæksten i forhold til de 5 forudgående årsgennemsnitlige tilvækst tyder på, at tidligere års faldende årstilvækst nu er standset efter behandling af træerne. For at kunne udelukke den positive effekt, en regnfuld sommer har på årstilvæksten i dette område, kan et klart svar dog først gives efter yderlig behandling i et eller to år.

Stress af enhver art samt gødsning i skoven har på længere sigt en ødelæggende effekt på mykorrhizasvampen. Træerne vil derfor komme i underskud med hensyn til de stoffe der er nødvendige til plantens vækst og beskyttende virkning på deres rodsystem. Der gennemføres forsøg, der dels går ud på at styrke træet og dels at forhindre mykorrhizasvampens ødelæggelse.

Der er gjort forarbejde til forsøg, der vil kunne vise, at den danske skovs sundhedstilstand er langt ringere end officielt antaget og at øget stormfald og infektion af træerne i de kommende år vil kunne forventes. Der samarbejdes med institutter i Tyskland (E. Löhr).

2. Afdeling for generel Mikrobiologi

Det centrale tema for afdelingen er vækstfysiologi hos mikroorganismer, der for nuværende undersøges i følgende tre projektområder:

2.1 Skimmelsvampes substratudnyttelse, produkt dannelse og differentiering under forskellige dyrkningsbetingelser

Skimmelsvampe kan udskille et stort spektrum af produkter, hvoraf mange har kommerciel betydning f.eks. organiske syrer, antibiotika, polysaccharider, enzymer m.v. De opstillede projekter har som mål at søge en bedre forståelse for sammenhængen mellem svam-

pes fysiologiske tilstand og deres produkt dannelse. Som modelsystem til undersøgelse af hyfenvækst og differentiering har især skimmelsvampen *Geotrichum candidum* været benyttet, idet denne svamp bl.a. på grund af simple næringskrav, høj væksthastighed og et simpelt differentieringsmønster har vist sig velegnet til fysiologiske undersøgelser. Udskillelse af ekstracellulære enzymer undersøges i relation til vækst og morfogenese hos *Geotrichum candidum* og *Aspergillus niger* (lipase og pektinase) samt hos den termofile *Thermomyces lanuginosus* (amylase).

2.2 Undersøgelse og simulering af mikroorganismers vækst under naturlige betingelser med hensyn til næringsstoffer og fysiske parametre

Undersøgelserne har været koncentreret om den aerobe nedbrydning af organisk materiale i naturen. To vådområder – en elle- og en askesump er blevet undersøgt. Nedbrydningen er undersøgt dels ved in situ målinger og dels ved modellforsøg i laboratoriet. Mikroorganismernes (svampe og bakteriers) antal, biomasse og potentielle enzymaktivitet er blevet fulgt ved månedlige målinger. Ved anvendelse af gaschromatografisk måleudstyr har det været muligt at inddrage flere aktivitetsmål i undersøgelsen af mikroorganismerne i jorden, og systematiske målinger af kvælstofbinding og denitrifikation er blevet indledt. Denitrifikation er en vigtig, men hidtil dårligt undersøgt proces, som nu kan måles med god tilnærmelse.

2.3 Fysiologiske aspekter af terminal anaerob kulstofomsætning i anaerobe jorde

I forlængelse af et tidligere projekt, hvor den relative aktivitet af denitrifikation, sulfatreduktion og methanproduktion i to anaerobe sumpsystemer blev undersøgt, arbejdes der nu på to forskningsområder. Dels foretages der en række laboratorieforsøg til belysning af konkurrencemæssige interaktioner mellem sulfatreducerende, methanproducerende og denitrificerende bakterier isoleret fra anaerob våd jord. Dels arbejdes der i felten og i laboratoriet med betydningen af anaerob respiration med ferriioner som elektronacceptor.

2.4 Sammenhæng mellem vækst, differentiering og produktudskillelse hos skimmelsvampe

2.4.1 I et delprojekt, delvis finansieret af SNF foretages en undersøgelse af sammenhæng mellem differentiering, metabolisme og ekstracellulær proteinudskillelse hos den termofile svamp *Thermomyces lanuginosus*, med sigte på regulering og optimering af amylaseudskillelse. Undersøgelser over amylaseproduktion i forskellige dyrkningssystemer og på forskellige kulstofkilder er under færdiggørelse. Svampen kan udskille forskellige amylaser, disse er ved at blive oprenset og nærmere karakteriseret (B. Jensen, J. Olsen, K. Allermann).

2.4.2 I et andet delprojekt delvis finansieret af SNF foretages en fysiologisk undersøgelse af sammenhængen mellem morfologi og metabolisme ved udskillelse af lipase og pektinase hos myceliesvampene *Geotrichum candidum* og *Aspergillus niger*. I den forløbne periode er der arbejdet med enzymudskillelse (lipase) fra *Geotrichum candidum*. Der er udarbejdet et syntetisk medium, som giver et rimeligt højt udbytte til forsøg på oprensning af to udskilte lipaser. En undersøgelse af lipasernes fordeling extracellulært og cellebundet er foretaget på komplekst medium tilsat olivenolie eller Tween 80 (detergent). Når olivenolie anvendes som inducer er mellem 40 og 60 % af lipasen cellebundet i den eksponentielle vækstfase. Udskillelsen af lipase vil blive nærmere undersøgt ved hjælp af antistoffer, der er fremstillet mod kulturfiltratet ved immunisering af kanin (T. Jacobsen, K. Allermann, J. Olsen).

2.5 Denitrificerende bakterier

I fortsættelse af to afsluttede projekter opformes der nu denitrificerende bakterier fra jord. Bakterierne dyrkes på forskellige selektive substrater og identificeres. For at undersøge i hvor høj grad, de benyttede substraters kulstofkilder bestemmer, hvilke denitrificerende bakterier, der vil vokse frem. Acetat, glucose, succinat, glycerol har været brugt, og lactat er vist at være egnet til fluoresterende pseudomonader. Der er knyttet tre grupper studerende til denitrifikations undersøgelserne (A. Kjølner, S. Struwe).

2.6 Overlevelse og vækst af oligotrofe mikroorganismer

Indledende forsøg med isolering af oligotrofe mikroorganismer er påbegyndt. Der er blevet afprøvet en række forskellige isoleringsmedier med lavt kulhydratindhold og forskellige typer agar eller silicagel. Desuden afprøves tilsætning af diverse antibiotika for at hæmme uønskede mikroorganismer.

Formålet med disse forsøg er:

1. At undersøge forekomst af oligotrofe mikroorganismer i næringsfattige jorde, f.eks. i jordlag dybere end planterødder. Dernæst at identificeres organismerne efter rendyrkning og endelig benyttes isolaterne til vækstforsøg.
2. At benytte den erhvervede viden om naturligt forekommende oligotrofe organismer til at kunne følge mikroorganismer med specielle vækstkrav efter bevidst udledning i miljøet (A. Kjølner, S. Struwe).

2.7 Anaerob kulstofomsætning i en ellesump og en askesump

Projektet, som er forløbet i 2½ år, blev formelt afsluttet med en licentiatafhandling i juni 1986. Herefter er der blevet foretaget en serie undersøgelser over fysiske og kemiske variationers påvirkning af konkurrencemæssige interaktioner mellem sulfareducerende, methanproducerende og denitrificerende bakterier i sumpsystemerne.

Endvidere er der påbegyndt et undersøgelsesforløb til afklaring af mulige koblinger mellem de mikrobielle jern og svovlcycler i den tidligere undersøgte askesump, idet flere pilotforsøg har godtgjort at sådanne koblinger tilsyneladende sker i den meget jernholdige sump. Endelig arbejdes der med en række saltelskende anaerobe bakterier isoleret fra en græsk saltsump (P. Westermann).

2.8 Olieforening på Læsø

Instituttet har deltaget i et samarbejdsprojekt finansieret af miljøstyrelsen om olieforeningen af Læsø. Projektet har haft deltagelse fra Århus Universitet og Miljøstyrelsens Kemikaliekontrol. Formålet med projektet har været at forøge hastigheden, hvormed den ilanddrævnede olie nedbrydes mikrobielt, samt at følge effekterne af de iværksatte behandlinger på miljøet (H.-J. Albrechtsen, A. Kjølner, S. Struwe).

Anden virksomhed:

A. Kjølner formand for Mikrobiologisk Selskab.

S. Struwe er formand for FLUNA.

K. Allermann er formand for bestyrelsen for Københavns Forskerby Initiativ, og næstformand i bestyrelsen for SYMBION (Københavns Forskerby).

M. Willemoës er medlem af arbejdsgruppe i den samordnede COST-aktion om akvatisk primær biomasse.

Udgivervirksomhed:

O. Mattsson er fagredaktør ved Nordic Journal of Botany.

Gæsteforelæsning:

Efter invitation afholdtes en gæsteforelæsning i Det botanisk-plantefysiologiske Institut i Mainz over emnet: »Waldschäden in Dänemark. Wann können geschädigte Pflanzen das Wachstum wieder aufnehmen und wann ist es nicht mehr möglich – Eine Arbeitstheorie« (E. Löhr).

Publikationer:

Allermann, K., Olsen, J., Jacobsen, T., Jensen, B.:

Mikrobiel Fysiologi. Sammenhæng mellem vækst, differentiering og produktudskillelse hos skimmelsvampe. FTU Forskning for teknologisk udvikling, Forskningssekretariatet, s. 58, København 1986.

Andersen, T.F., Johansen, B.: Rodskud hos orkideer. Orkideer 9, s. 161-63, Danmark 1986.

Baldursson, S.: Production of Extracellular Protease by *Bacillus caldolyticus* strain YTP a caldoactive bacteria. Microbe 86. XIV International Congress of Microbiology, Sept. 1986 Manchester P. 14-13, s. 203, England 1986.

Floto, F.: A Registrating Micro Respirometer. 5th Congress of the Federation of European Societies of Plant Physiology, 31 august – 4 september 1986 Po-

- sterabstraks, K. Dörffling (ed.), s. 12-20, Hamburg 1986.
- Jacobsen, T., Allermann, K., Olsen, J.: Production of Lipase by the Fungus *Geotrichum candidum*. Microbe 86. XIV International Congress of Microbiology sept. 1986 Manchester P.M 1-13, s. 147, England 1986.
- Jensen, B., Olsen, J., Allermann, K.: Extracellular amylase from the thermophilic fungus *Thermomyces lanuginosus*. Book of Abstracts – International Symposium 1-5, s. 23, Tjekkoslovakiet 1986.
- , Olsen, J., Allermann, K.: Production of Amylase by the Thermophilic Fungus *Thermomyces lanuginosus*. Microbe 86. XIV International Congress of Microbiology, 1986 Manchester P.M 8-5, s. 165, England 1986.
- Jensen, V., Kjeller, A., Sørensen, H.: Microbial Communities in Soil. London 1986, 447 s.
- Johansen, B., Rasmussen, H., Andersen, T.F.: Symbiotisk orchideformering – en ”ny” metode. Urt 10, s. 99-104, Danmark 1986.
- Löhr, E.: Derfor dør skovene. Skoven 3, s. 114-19, Frederiksberg 1986.
- : Mykorrhizasvampe har stor betydning for skovtræers vækst. (Forsættelse af afhandlingen: Derfor dør skovene). Skoven 4, s. 4, Frederiksberg 1986.
- : Diskussion om luftforurening og forurening i skoven. Fonden for Træer og Miljø 86, s. 19-21, Hørsholm 1986.
- : Kan luftforureningen skade træernes rodsystem og mykorrhiza? Skoven 6-7, s. 272-75, Frederiksberg 1986.
- Struwe, S., Kjeller, A.: Changes in population structure during decomposition. Microbial Communities in Soil, V. Jensen, A. Kjeller, L. H. Sørensen, s. 447, London 1986.
- Westermann, P., Ahring, B.K.: Terminal anaerobic carbon mineralization in an alder Swamp. Microbial Communities in Soil, V. Jensen, A. Kjeller, L. H. Sørensen (eds), s. 447, England 1986.
- J. Olsen

Zoologi

1. Institut for Cellebiologi og Anatomi

Historie:

Instituttet blev oprettet 1. januar 1983 ved reorganisering af Zoologisk Centralinstitut. Formålet hermed var bl.a. Zoologisk Centralinstituts ønske om styrkelse af den celle-/vævsbiologiske forskning og undervisning, samt en rationel udnyttelse af dyrt apparatur. Herved blev de videnskabelige medarbejdere under Zoologisk Centralinstitut, der udøvede forskningsaktivitet på celle- og individniveau, samlet på det nye institut ved dannelse af to forsknings- og arbejdsgrupper: I. Celle- og vævsbiologi og II. Zoologisk strukturanalyse. Arbejdsgruppen for celle-/vævsbiologi blev sammensat af medarbejdere ved det tidligere Institut for almen Zoologi og Institut for sammenlignende Anatomi. Arbejdsgruppen for zoologisk strukturanalyse udgøres af medarbejdere fra det tidligere Institut for sammenlignende Anatomi.

Stab:

VIP: Antal årsværk: 12 4/7.

Professor: K. G. Wingstrand.

Lektorer: G. N. Hansen, P. V. Jensen, Å. Jespersen, J. Lützen, O. Munk, J. R. Nilsson, A. Nørrevang (orlov), K. J. Pedersen, P. Prentø, B. Theisen.

Adjunkt: R. M. Kristensen.

Seniorstipendiat: U. Midtgård.

Forskningsstipendiater: C. Chapman-Andresen, J. Høeg, J. Larsen, E. Thomsen, B. Westergaard.

TAP: Antal årværk: 10 4/7.

E. Beyerholm, K. Bording, E. S. Hansen, F. M. Hansen, T. Jacobsen, I. Knudsen, A. Kristiansen, K. Meilvang, A. J. Møller, T. Rømer, B. Sandorff, O. Wetterberg.

Forskningsvirksomhed:

Det celle-/vævsbiologiske forskningsområde

Arbejdsgruppens forskningsaktivitet omfatter cytotoxikologisk og cellebiologisk grundforskning på såvel eukaryote enkeltceller som specialiserede/differentierede cellegrupper og væv. Metoderne omfatter bl.a. elektronmikroskopi, immunhistokemi, histokemisk metodik, autoradiografi, cellefraktionering og proteinseparation, herunder diverse kromatografiske og elektroforetiske teknikker, samt celledyrkning.

I cellekulturer med protozoer som model for »cellen« undersøges virkningen af antimetabolitter og tungmetaller for bestemmelse af dosisafhængige virkninger, adaptation og intracellulære »angrebssteder« for stofferne.

Integrerede cellulære systemer udgør et forgrenet forskningsfelt, med bl.a. studier over forekomst og natur af hormonale peptider i neuronale og endokrine væv hos hvirveldyr såvel som hvirvelløse dyr. Disse studier danner basis for forståelse af det neuroendokrine systems funktion og udvikling, samt for disse peptiders fylognese og mulige virkemåde. En væsentlig del af instituttets celle-/vævsbiologiske forskning til belysning af generelle celle-/vævsbiologiske processer udføres på hvirvelløse dyr, som på grund af deres enklere opbygning tillader mere direkte og præcise eksperimenter. Undersøgelser af cellefunktioner hos hvirvelløse dyr udvider forståelsen af generelle celle-/vævsbiologiske processer og danner basis for forståelse af dyrs fysiologi og økologi. Således studeres bindevæv og de ekstracellulære matrixsystemers udformning som udgangspunkt for forståelsen om vævenes opståen og opretholdelse samt for studiet af regenerationsprocesser. Cellers og vævstypers indhold af enzymer undersøges hos regnorme for at kortlægge de enkelte cellypers kompetence og samspillet mellem cellerne, og hos spyfluer undersøges hormoners indflydelse på proteinsyntese, sekretion, transport og optagelse i forbindelse med blommeproteindannelse. Arbejdsgruppens (inklusive tilknyttet stipendiat (J. Larsen) og gæsteforskere (C. Chapman-Andresen og E. Thomsen)) forskningsprojekter er omtalt nedenfor under punkterne 1-2.

Forskningsområde for zoologisk strukturanalyse m.m.

Forskningsaktiviteten repræsenterer et bredt spektrum inden for den zoologiske struktur- og funktionsanalyse. Der er etableret et zoomorfologisk forskningsmiljø – i sin art landets eneste – der med diverse arbejdsmetoder udforsker dels de mange endnu uopdyrkede områder inden for strukturel zoologi, dels søger at bidrage til forståelsen af strukturers biologiske rolle ud fra embryologiske, fysiologiske, evolutionære og økologiske betragtninger. Der arbejdes med et bredt udsnit af hvirvelløse dyr og hvirveldyr ud fra den målsætning, at sammenhæng mellem struktur, funktion og evolution bedst forstås, når morfologien er nøje beskrevet på alle tilgængelige niveauer og i alle faser af livscyklus. De anatomiske arbejdsmetoder spænder fra klassiske (histologi, rekonstruktion, injektion m.fl.) til moderne som tracerteknik, computeranalyser, interferens fasekontrast mikroskopi (Nomarski), scanning- og transmissionselektronmikroskopi. Desuden anvendes eksperimenter med det formål at bringe organismer i velkontrollerede situationer, hvorved de anatomiske data får en veldefineret fysiologisk/økologisk/ontogenetisk baggrund.

Af igangværende forskningsaktiviteter kan nævnes ultrastrukturelle undersøgelser af celler som spermatozoer hos krebsdyr, spindlere og bjørnedyr med funktionelt og fylogenetisk sigte; sanseceller i syns- og lugteorganers struktur korreleret med funktion f.eks.

hos ekstremt specialiserede arter; undersøgelser af karsystemets anatomi hos fugle sammenholdt med målinger af blood-flow (133 Xe-clearance) og temperaturregulering. Endvidere arbejdes der med tandsættets ontogeni, herunder mønsterdannelse og tandmorfogenese i evolutionær sammenhæng (amnioter); karsystem og ekskretionssystemets morfologi og ultrastruktur hos nemertiner (hvirvelløse dyr) med funktionelt og evolutionært sigte; samt strukturelle adaptationsmekanismer hos dyr, der findes i ekstreme miljøer (varme kilder, ørken, dybhav, interstitielt), f.eks. tardigrader (bjørnedyr), solifuger, monoplacophorer, loriciferer. Livscyklus studier foretages: Undersøelse af larvestadier, metamorfosemekanismer og setlingsfaktorer (eksperimentelle analyser og strukturelle undersøgelser) samt forplantningsbiologiske studier (søpunge). Som led i forskningen lægges betydelig vægt på internationalt samarbejde og samarbejde med såvel intra- som ekstrasfakultære danske institutioner (Univ. Manchester, UK, Scripps Institution of Oceanography, Smithsonian Inst., USA, Univ. Hamb., Univ. Sydney, Australien, Kristineberg Marinbiol. St., Sverige, Zool. Museum KU og ÅU, Panum, Risø, Zoophysiol. KU og ÅU).

Til arbejdsgruppen er knyttet stip. U. Midtgård og B. Westergaard samt gæsteforsker J. Høeg.

1. Cellebiologiske undersøgelser på encellede dyr

1.1 Endocytose og fordøjelse i ciliaten *Tetrahymena pyriformis*

Endocytose foregår i »mundregionen« af dette encellede dyr under dannelse af membranbundne næringsvakuoler. Endocytosehastigheden bestemmes eksperimentelt ved antallet af vakuoler dannet pr. tidsenhed under optagelse af røde karminpartikler (bakteriestørrelse). Metoden anvendes i samtlige forsøg med *Tetrahymena* som mål for cellernes fysiologiske tilstand, da endocytosekapaciteten er følsom over for ændringer i de ydre forhold (temperatur, pH, tilsætning af antimetabolitter, farmaka og tungmetaller). Cellerne dyrkes axenisk, d.v.s. uden tilstedeværelse af andre organismer, i et organisk vækstmedium. Efter optagelse af vækstmediet ses kun få strukturelle ændringer i næringsvakuolernes indhold; men efter optagelse af bakterier (cellernes naturlige føde i naturen) ses en gradvis nedbrydning af disse i næringsvakuolerne. Den strukturelle nedbrydning af bakterier er fulgt tidsmæssigt under fordøjelsen, og 8 vakuolestadier er blevet defineret i det netop afsluttede arbejde, hvor stadierne er relaterede til kendte fordøjelsesfænomener som pH ændringer og tilførsel af hydrolytiske enzymer til vakuolerne. Andre aspekter af endocytosen undersøges fortsat (J. R. Nilsson).

1.2 Vækstrelaterede forandringer i kulturmediet af *Tetrahymena*.

Under vækst af *Tetrahymena* (fra 200 til ca. 1.000.000 celler/ml) ændres vækstmediets sammensætning, og cellernes generationstid forlænges under de sidste celledoblinger før væksten går i stå. Når cellevæksten går i stå, er vækstmediets pH ændret fra den normale pH værdi 6.8 til pH 8.0. Denne pH ændring er fulgt ved kontinuerlig pH registrering under vækstperioden; pH stigningen begynder kort før en forlængelse af cellernes generationstid registreres. De kemiske faktorer (affaldsprodukter), der er årsag til pH skiftet, er under bestemmelse. I forsøg, hvor pH holdes konstant på 6.8, forlænges cellernes generationstid stadigt ved høj celletæthed, så pH stigningen alene er ikke årsag til den langsommere vækst (J. R. Nilsson i samarbejde med J. Larsen og B. Svensmark).

1.3 Virkningen af antimetabolitter på ciliaten *Tetrahymena pyriformis*

I dette forskningsprojekt benyttes *Tetrahymena* som modelsystem for »cellen« i undersøgelser over den dosisafhængige virkning af stoffer, der hæmmer eller indvirker på cellers metabolisme på et eller andet niveau. Sammenhængen imellem stoffernes virkning på cellernes vækst- og endocytosehastighed (toxicitetstest) og ændringer i cellernes finstruktur undersøges, i visse tilfælde korreleret med undersøgelse af cellernes aktivitet i DNA-, og RNA- og proteinsyntese. Hidtidige undersøgelser har omhandlet virkningen af bl.a. actinomycin D, methotrexat, kloramfenicol og dimethylsulfoxyd. Undersøgelser over virkningen af platinol (cancerkemoterapi) og chloroquine er i gang (J. R. Nilsson).

1.4 Virkningen af tungmetaller og karakterisering af »afgiftningsmekanismen« i *Tetrahymena*

Den dosisafhængige virkning af tungmetaller på cellernes vækst- og endocytosehastighed har været undersøgt over en årrække; dette forskningsprojekt fortsættes (se også nedenunder). Forskellige tungmetaller (bly, kobber, nikkel) hæmmer cellerne på forskellig måde; men et fællestræk er cellernes evne til at adaptere til fortsat vækst, dog med nedsat hastighed, i lave koncentrationer af stofferne. Adaptationen menes at være korreleret med aktivering af en cellulær »afgiftningsmekanisme«, hvorved den intracellulære koncentration af metallet nedsættes. Da alle adapterede celler, såvel som alle behandlede celler, indeholder små lysbrydende granula, menes disse at være involveret i afgiftningsmekanismen ved at være stedet, hvor tungmetallerne akkumuleres. Ved elektronmikroskopiske undersøgelser af celler behandlet med forskellige tungmetaller søges teorien underbygget (J. R. Nilsson).

1.5 Virkningen af cadmium og kviksølv på ciliaten *Tetrahymena*

Den biologiske virkning af cadmium og kviksølv undersøges på *Tetrahymena* under benyttelse af ovennævnte toxicitetstest, med vægten lagt på virkningen af sublethale koncentrationer af metallerne. I projektet indgår en mere detaljeret analyse af baggrunden for den forandrede følsomhed over for tungmetallerne, der ofte iagttages ved længere tids eksponering. Specielt rettes opmærksomheden dels imod ændringer i cellernes sammensætning og dels imod ændringer i mediet forårsaget af cellernes tilstedeværelse.

Når *Tetrahymena* dyrkes i normale »batch« kulturer, sker der en forandring i både cellerne og kulturmediet gennem vækstperioden, f.eks. er det beskrevet at iltforbruget falder, samtidig med at cellernes gluconeogenese kapacitet forøges. Som eksempel på variationer i kulturmediet gennem vækstperioden kan nævnes den pH stigning (fra 6.8 til omkring 8), der ses i kulturmediet gennem vækstperioden (som beskrevet ovenover). Begge disse forandringer må formodes at have indflydelse på toxiciteten af tungmetaller. Det er derfor væsentligt at undersøge, i hvilken udstrækning ændringer i toxicitet gennem vækstperioden kan relateres til henholdsvis kemiske forandringer i vækstmediet og forandringer i cellernes metabolisme (J. Larsen).

1.6 Sammenlignende studier over struktur og fysiologi hos de store ferskvandsamøber

Blandt de væsentlige forskelle mellem de to største arter af ferskvandsamøber er deres forhold til iltspænding i mediet. *Chaos carolinense* findes i klart, iltet vand og kræver helt aerobe betingelser, mens *Pelomyxa palustris* findes i dyndet på bunden af stillestående vand, hvor iltspændingen er lav, dog ikke helt anaerob. Tillige er tolerancen over for brintoverilte ca. 100 gange højere for *Chaos* end for *Pelomyxa*. Som et led i studier over enzymindhold i ferskvandsamøber bestemmes derfor mængde og lokalisering af de enzymer, som er ansvarlige for at modvirke ilt toksisitet, nemlig superoxid dismutase (SOD) og katalase. Lokaliseringen undersøges ved fraktionering af amøberne i cytosol- og partikelfraktion. Sidstnævnte indeholder hos *Chaos* bl.a. mitochondrier og peroxisomer og hos *Pelomyxa* de symbiotiske bakterier.

Foreløbige resultater viser, at *Chaos* har relativt høj katalase aktivitet, mens aktiviteten hos *Pelomyxa* er meget lav eller mangler. SOD-aktiviteten er relativt høj hos *Chaos*, omkr. 50 U/mg protein, mens den hos *Pelomyxa* er under 1/4 af dette. I hvor høj grad SOD-aktiviteten hos *Pelomyxa* skyldes en cytosol-SOD eller bakteriel SOD er af betydlig evolutionær interesse og er p.t. under opklaring (C. Chapman-Andresen i samarbejde med P. Prentø).

2. Celle-/vævsbiologiske undersøgelser på hvirvelløse dyr og hvirveldyr

2.1 Neuroregulatorer hos invertebrater

Undersøgelser af forekomsten af neuropeptider hos insekter (jf. Årbog 1981-1985) har også i det forløbne år især været baseret på immuncytokemiske metoder med anvendelse af en række antistoffer rettet mod forskellige biologisk aktive peptider kendt fra hvirveldyr. En væsentlig del af projektet omfatter kortlægning af immunreaktive peptiderge neuroner og neurosekretoriske celler i det neuroendokrine vævssystem hos insekter (kakerlakken) under normale fysiologiske forhold. Projektet tilsigter at belyse diversiteten af disse regulatoriske peptider i tid, rum, konfiguration og mulig funktion (G. N. Hansen i samarbejde med B. L. Hansen, Medicinsk mikrobiologisk Institut (K. U.), og professor B. Scharrer, Albert Einstein College of Medicine, N. Y., USA).

2.2 Endokrine kirtler hos vertebrater

Der arbejdes fortsat med undersøgelser (jf. tidligere årbøger), der sigter mod en kortlægning og karakteristik af det cellulære indhold af regulatoriske peptider i endokrint væv – under normale fysiologiske betingelser – hos »laverestående« hvirveldyr. Undersøgelser af den endokrine pancreas (jf. Årbog 1985) har i det forløbne år været baseret på immuncytokemiske metoder med anvendelse af en lang række antistoffer rettet mod forskellige kommunikations molekyler (hormoner og neuropeptider), der er kendt fra pattedyr. Projektet tilsigter at kortlægge disse regulatoriske peptider hos halepadder (*Ambystoma*) med henblik på at belyse den cellulære organisation i det endokrine pancreasvæv. Parallelt hermed forsøges aminosyresammensætningen af halepadder-insulinet og dets antigene krydsreaktivitet bestemt med henblik på at belyse fylogenesen af insulin samt immuncytokemiske metoders pålidelighed og anvendelighed (G. N. Hansen i samarbejde med forskere ved Det lægevidenskabelige Fakultet samt NOVO BioLab).

2.3 Matrixbiologiske undersøgelser hos invertebrater

2.3.1 Lavere orme

Matrix- og bindevævsbiologi er et vævsbiologisk område i rivende vækst, ikke mindst takket være de muligheder moderne immunhistokemiske metoder giver. Specielt i cancerforskning (invasion og metastase) samt sårhelingsforskning er området af fundamental praktisk betydning. En væsentlig mangel set ud fra en grundvidenskabelig synsvinkel er, at det næsten udelukkende er højere hvirveldyrers forhold, der er undersøgt. Det er af væsentlig betydning at følge oprindelse og udformning af den extracellulære matrix, herunder de vigtige basalmembraner, hos hvirvelløse dyr for at opnå det rette perspektiv i forskningen. Specielt hos

turbellarier (fimreorme) ser man i de forskellige grupper klare forskelle i bindevævssystemernes og matrix'ens udformning (vist ved bl.a. elektronmikroskopi og klassisk histokemi). Ud fra dette kendskab arbejdes der videre med moderne immunhistokemi i et forsøg på at klarlægge matrixmolekylernes forekomst og integration og deres betydning for vævenes opståen og opretholdelse. For planariers vedkommende undersøges også matrixmolekylernes betydning ved sårheling og regeneration. Der forsøges en karakterisering af den extracellulære matrix hos udvalgte turbellarier, nemertiner og Xenoturbella ved immunhistokemisk påvisning af kollagen type I, III, IV, V samt af laminin og fibronectin. De foreløbige forsøg på immunotyping ventes snart afsluttet (K.J. Pedersen i samarbejde med T. Horn og H. Lyon, Patologisk Institut, Hvidovre Hospital).

2.4. Matrixbiologiske undersøgelser hos invertebrater

2.4.1 Højere orme

De i 2.3 anførte immunhistokemiske undersøgelser udstrækkes til nøjere studium af de matrixbiologiske forhold hos oligochæter, specielt regnorme og enchytræer samt polychæter (havbørsteorme) (K.J. Pedersen i samarbejde med P. Prentø og Thomas Horn og Hans Lyon, Patologisk Institut, Hvidovre Hospital).

2.5 Biokemisk-fysiologiske enzymanalyser på alm. regnorm, *Lumbricus terrestris*

Med en særlig sorterings-fractioneringsmetodik (se Årbog 1985) er nu 22 forskellige enzymer blevet kortlagt og kvantiteret i midttarm, chloragogvæv (modificeret krophuleepithel omkring midttarm og større kar), coelomocytter/nephridier og hudmuskelsæk. Blandt konklusionerne kan nævnes, at oxidativ deaminering af aminosyrer samt cyt. P-450 detoxificeringssystemet er næsten udelukkende lokaliseret i tarmepithelet, hvilket har betydelig evolutionær og komparativ fysiologisk interesse. I naturlig fortsættelse forsøges p.t. en nøjere lokalisering af ornithin cyclus med henblik på den fysiologiske placering af urea syntesen hos regnorme. Chloragogvævet udviser desuden relativt høj aktivitet af en histokemisk svagt reaktiv alkalisk phosphatase, hvis mulige fysiologiske funktion p.t. forsøges nøjere belyst. Enzymet kunne tænkes at vikariere for den manglende glucose-6-phosphatase, men ved højere pH. I tilknytning hertil er undersøgelser over glykogenphosphorylase et indlysende næste punkt (P. Prentø).

2.6 Ilt-detoksifikation hos *Lumbricus*

Tidligere undersøgelser (se Årbog 1985) blev fortsat og et nyt assay med høj reproducerbarhed og direkte anvendeligt på biologiske materialer, f.eks. homogenater, er blevet udviklet. Det relativt meget store indhold af superoxid dismutase og katalase i chloragocy-

ter har som den mest nærliggende funktionelle forklaring en rensning af blodet for superoxid og brintoverilte, men det har nu vist sig, at cellerne selv besidder et potentielt superoxid-genererende system, idet de indeholder store mængder af fri eller løst bundet riboflavin, der under visse omstændigheder (f.eks. udsættelse for sollys) vil kunne bevirke superoxid udvikling. Interessant nok indeholder cellerne også et UV-filter system i form af fotokemisk inaktive gule pigmenter af uafklaret natur, som hæmmer fotoexcitationen af riboflavin. Et muligt funktionelt samspil mellem cellernes talrige specifikke granula, chloragosomer, riboflavin og superoxid er p.t. ved at blive undersøgt ved anvendelse af xanthin oxidase som superoxid donor (P. Prentø).

2.7 Undersøgelser over turnover af *Lumbricus* hæmoglobin

Antistof specifikt for L-hæmoglobin og med høj aviditet er blevet udviklet. Lokaliseringen af de celler, der medvirker ved turnover af L-hæmoglobin, undersøges ved immunhistokemi nogle dage efter total CO-forgiftning af ormen. Det antages fra litteraturen, at chloragocyterne er ansvarlige for syntesen og evt. også for nedbrydningen af hæmoglobin, men de foreløbige undersøgelser har ikke bekræftet dette. Af betydelig interesse er, at L. terrestris modstår 2 timers ophold i ren CO, hvilket bevirker total inaktivering af hæmoglobins iltbindingsevne. Den eneste effekt af behandlingen synes at være en stærkt nedsat evne til at grave, svarende til at den i 1985 beskrevne fysiologisk/anatomiske mekanisme for omdannelse af lactat til pyruvat er stærkt hæmmet på grund af den nedsatte ilttransport (P. Prentø).

2.8 Ovariernes funktion ved produktionen af ægproteiner hos spyfluen *Calliphora*

En generel indledning til undersøgelserne over ægproteindannelsen hos *Calliphora* findes i Årbog 1983.

Undersøgelserne af ægproteindannelsen hos normale fluer og hos fluer, der har fået fjernet ovarierne, er fortsat, især ved anvendelse af immunelektronmikroskopi på fedtlegemer af ovariektomerede hunner og ved kvantificering af ægproteinmængden i blodet. Som tidligere beskrevet er ovarierne nødvendige for at fedtlegemet kan syntetisere alle tre ægproteinkomponenter; hvis de fjernes dannes kun den ene. Dannelsen af denne komponent er fulgt med immunelektronmikroskopi af fedtlegemer fra ovariektomerede fluer. Kvantificeringen af ægproteinmængden i blodet hos ovariektomerede fluer har vist, at den cykliske variation, der findes i forbindelse med første ægmodningscyklus, bortfalder og erstattes af et lavt, meget stabilt niveau. Tidligere forsøg har vist, at steroidhormonet ecdyson kan aktivere dannelsen af de to manglende ægproteinkomponenter i ovariektomerede fluer. Forsøgene er blevet gentaget dels med fedtlegemer i or-

gankultur (se Årbog 1985), dels ved injektion af ecdysteron i ovariektomerede fluer. Fedtlegemer i organokultur synes ikke at reagere på tilsætning af ecdyson i mediet, mens ovariektomerede fluers ægproteinsyntese stimuleres ved injektion af mængder, der må betegnes som »fysiologiske«. Derfor er ecdysterons virkning på fedtlegemets proteinsyntese sandsynligvis ikke direkte, men kræver medvirken af det neuroendokrine system (oversigt, se 1983 teksten) (P. V. Jensen).

2.9 Ovariets syntese og optagelse af ægproteiner hos *Calliphora*

Ovarier implanteret i hanner vil ofte begynde ægmodning og undertiden danne fuldmodne æg. Det er ved immunelektronmikroskopi vist, at hannernes fedtlegeme er inaktivt under ægmodningen, ligesom deres blod kun indeholder ægproteiner i forsvindende små mængder. Derfor sker ægproteinsyntesen efter al sandsynlighed i ovarierne selv, formodentlig i det epithel der omgiver de enkelte oocyter og de tilknyttede »nurse cells«. Ovarier, der har været implanteret i hanner, sammenlignes derfor med ovarier fra normale hunner, specielt for at undersøge follikelepithelets rolle i ægproteinsyntesen (P. V. Jensen)

2.10 Stimulerer ecdyson fedtlegemet hos *Calliphora* til at syntetisere blommeprotein, som det er postuleret for myggen *Aedes aegypti*?

Det har vist sig, at ecdysteroidindholdet i blodet hos visse tovingede insekter er korreleret med blommeproteinsyntesen. Hos spyfluen *Calliphora* er syntesen af blommeprotein stærkt nedsat efter fjernelse af ovarierne, hvilket kan betyde at ovarierne direkte eller indirekte er ansvarlige for produktionen af ecdysteroid (Se endvidere Årbog 1984).

Undersøgelse af en eventuel korrelation mellem ecdysteroidkoncentrationen i blodet og ovarieudviklingen gav ikke, med den på instituttet anvendte metode, sikre resultater. Forsøgene blev derfor gentaget i Marburg med en mere følsom metode. Der er foretaget målinger på blodet, ovarierne samt resten af fluen (»the carcass«). Resultaterne viste, at der var den største mængde ecdysteroid i »the carcass« på det stadium, hvor blommenedlæggelsen finder sted. Mængden af ecdysteroid i blodet og i ovarierne var lavere end i »the carcass« (E. Thomsen og Jan Koolman, Physiol.-Chem. Institut der Philipps Universität, Marburg).

2.11 Studier over sur fosfatase aktivitet i det imaginale fedtlegeme og i haemolymfen hos spyfluen, *Calliphora vicina*, under den første ægmodningscyklus

Elektronmikroskopiske undersøgelser af lokaliseringen af enzymet i det imaginale fedtlegeme viste, at sur fosfatase aktivitet fandtes i fedtcellernes pinocytosekanaler, og at den formodentlig stammer fra bestanddele af

haemolymfen. Derfor undersøgtes endvidere protein- og enzymindholdet af haemolymfen, samt dennes volumen.

»Coated vesicles«, som indeholder enzymet, afsnøres fra pinocytosekanalerne og smelter sammen med hinanden og med lysosomerne, hvis opgave det formodentlig er at hydrolysere optagne blodproteiner til brug ved opbygningen af de imaginale fedtceller og at opmagasinere protein til senere benyttelse under ægmodningen (E. Thomsen, C. Chapman-Andresen).

2.12 Histokemiske undersøgelser af ITO-celler

Disse celler findes i pattedyrs lever og er bl.a. ansvarlige for oplagringen af A-vitamin, som er lokaliseret til særlige lipiddråber i cellerne. Ved visse påvirkninger, f.eks. alkoholmisbrug, forstyrres ITO-cellernes fysiologi, og de synes ved ekstrem påvirkning at dedifferentiere og omdannes til bindevævsceller, hvilket er indledningen til leverfibrose. Cellen synes således at have flere egenskaber, som både i normalt tilstanden og i patologien gør den bemærkelsesværdig. En nøjere histokemisk beskrivelse af ITO-cellen hos mus samt eventuelle ændringer ved høj A-vitamin belastning er indledt (P. Prentø i samarbejde med T. Horn og H. Lyon, Patologisk Institut, Hvidovre Hospital).

3. Zoologiske strukturundersøgelser m.m.

3.1 Strukturelle tilpasninger i blodkarsystemet til temperaturregulering hos fugle

Projektet, der har omhandlet en undersøgelse af forekomsten og den funktionelle anatomi af varmevekslere og arteriovenøse anastomoser, er afsluttet, og en sammenfattende oversigtsartikel er udarbejdet i form af en disputats. Desuden er der udført en preliminær undersøgelse af anastomosernes udvikling og innervation (U. Midtgård).

3.2 Lys- og elektronmikroskopiske undersøgelser af lysorganer hos dybhavsfisk (hajer og teleoster (egentlige benfisk))

De kendte lysorganer hos dybhavs-hajer ligger i overhuden (epidermis), men hos den art, som undersøges, findes et lysorgan i kloaken (kloaken er det hulrum, i hvilket både tarmkanal og udførselsgangene for urin- og kønsprodukter udmunder). Analoge lysorganer findes hos nogle dybhavs-teleoster, hvor selve endetarmsåbningen er udviklet til et lysorgan.

Hos dybhavs-teleoster fortsættes studiet af lysorganet i esca hos hunner af dybhavs-tudsefisk, specielt hos en art, fra hvilken der findes velkonserveret materiale, der kan studeres både lys- og elektronmikroskopisk (O. Munk).

3.3 Lugteorganernes funktionelle morfologi hos forskellige bruskfisk

3.3.1 Analyser af lugteorganernes funktionelle morfo-

logi med inddragelse af hydrodynamik og embryologi samt fysiologiske aspekter. Ultrastrukturelle undersøgelser omfatter desuden celledød og regeneration af lugtepitelets sanseceller i relation til forurening. Der arbejdes med repræsentanter fra forskellige familier og med forskellig biologi for at finde generelle og specielle principper. Et arbejde om forholdene hos to repræsentanter for familien Carcharinidae, citronhaj og silkehaj, er ved at være afsluttet (B. Theisen i samarbejde med E. Zeiske, Hamburg, og S. H. Gruber, Florida).

3.3.2 En undersøgelse over forholdene hos forskellige rokker er påbegyndt (B. Theisen).

3.4 *Lugteorganernes funktionelle morfologi og elektro-fysiologi hos den japanske malle (Gonzui)*

Undersøgelser over forholdene hos den japanske malle (*Plotosus anguillaris*) er ved at være afsluttet (B. Theisen i samarbejde med E. Zeiske, Hamburg, J. Caprio, Louisiana og W. Silver, N. Carolina).

3.5 *Lugteorganernes udvikling og funktionelle morfologi hos benfisk*

Der arbejdes videre med lugteorganernes udvikling hos benfisk med kun en enkelt næseåbning i hver side, specielt hos cichlider, som en del af en undersøgelse over forskellige aspekter af lugteorganernes morfologi og funktion hos disse benfisk (B. Theisen).

3.6 *Den ontogenetiske og fylogenetiske tandsætudvikling hos amnioter*

Histologiske fosterserier er blevet etableret af småpletet rødhaj, axolotl, tuatara, gecko, markfirben, stålorm, amerikansk alligator, næbdyr, sydamerikansk pungrotte og tamsvin. Projektets formål er, at beskrive og sammenligne den embryonale tandsætudvikling hos forskellige hvirveldyr med hovedvægt på amnioter: for dels at opstille generelle modeller for processerne bag tandinitiering og mønsterdannelsen («the pattern formation») af tandsættet, dels formulere hypoteser over nogle af de evolutionære ændringer amniottandsættet har gennemgået. Til undersøgelserne er anvendt lysmikroskopi, scanning elektronmikroskopi, røntgenanalyse, makroskopisk beskrivelse, acetat-, acryl- og voksrekonstruktion, samt grafisk EDB-kortlægning (B. Westergaard).

3.7 *Undersøgelse af ultrastruktur af protonephridier hos lavere invertebrater*

Et projekt omhandlende protonephridie-struktur hos lavere invertebrater fortsættes. Ultrastrukturen af protonephridierne hos Nemertiner (slimbændler) og Acanthocephaler (kradsere) undersøges med henblik på en bedre forståelse af slægtskabsrelationer til andre lavere dyr samt en forståelse af ekskretionsorganernes funktion hos lavere dyr. I undersøgelsen inddrages re-

præsentanter for de to dyregrupper, der lever i forskellige miljøer: på landjord, i ferskvand, i havvand samt som indvoldsparasitter, hvorved det bliver muligt at relatere ekskretionsorganernes bygning og funktion med dyrets levevis (Å. Jespersen i samarbejde med J. Lützen).

3.8 *Spermiebygningen hos muslingekrebs (Ostracoda)*

Arbejdet med komplettering og sammenfatning af dette projekt er fortsat med sigte på kommende publicering. Resultatet, som begynder at fremtræde klart, er, at muslingekrebsenes spermier er meget forskellige fra gruppe til gruppe, og der forekommer flere spermietyper som er helt unikke i dyreriget. Også i cytologi og bevægelsesmekanismer forekommer helt nye forhold, der er ukendt hos andre dyr; hos én undergruppe ligger f.eks. mitochondrierne (flere hundrede) inden i cellekernen (K. G. Wingstrand).

3.9 *Ultrastrukturelle undersøgelser over Loricifera (Korsetdyr)*

Trialdehyd-fixeret materiale af Loricifera fra Roscoff, Frankrig (6 nye arter) er blevet brugt til TEM og SEM undersøgelser. En komplet anatomisk beskrivelse på ultrastrukturelt niveau af slægten *Nanaloricus* er næsten fuldstændt (R. M. Kristensen).

3.10 *Korsetdyrenes biologi*

Beskrivelsen af de første fire arter af dybhavsloriciferer (3000-8000 m) påbegyndt. Der mangler stadig nogle stadier af deres komplicerede livscyklus, men en enkelt art er så aberrant, at en ny familie vil blive oprettet. I samarbejde med Dr. R. P. Higgins og Dr. R. Y. George (USA) har vi nu bygget et trykkammer med video/mikroskop, så korsetdyrenes bevægelser kan analyseres (R. M. Kristensen i samarbejde med Y. Shirayama, Japan, og R. P. Higgins, R. Y. George, USA).

3.11 *Arktisk meiofauna*

En monografi over Kinorhyncha fra Disko Bugt er sendt i trykken. Ekskretionsorganernes ultrastruktur hos en ny art af Echinoderes er blevet undersøgt ved hjælp af TEM (R. M. Kristensen i samarbejde med R. P. Higgins, USA).

3.12 *Den evolutionære udvikling af terrestriske Heterotardigrada*

Samtlige 15 slægter af terrestriske heterotardigrader fra alle egne af jorden er blevet analyseret angående deres evne til kryptobiose/parthenogenese, cyclo-morphose etc. Arbejdet er afsluttet med en monografi på ca. 100 sider (R. M. Kristensen).

3.13 *Postmetamorfosestadierne i rodkrebsenes livscyklus*

Hos Rodkrebs (parasitiske krebsdyr) gennemløber larverne efter fasthæftningen (settingen) en meget

komplikeret omdannelse (metamorfose). Hunlarverne injicerer et cellemateriale i kommende nye værtsdyr. Hanlarverne implanteres som stærkt reducerede dværghanner i allerede etablerede hunlige parasitter, hvor de fungerer som producenter af sædceller. Hos begge køn består postmetamorfosestadierne kun af en eller ganske få celletyper, idet størstedelen af larven går til grunde. Det betyder at væksten af postmetamorfosestadierne må involvere en udstrakt grad af re-differentiation. For at klarlægge disse forhold studeres hanlige og hunlige parasitlarver før, under og efter metamorfosen. Undersøgelserne er et led i et løbende projekt over rodkrebsenes generelle biologi og sigter på at klarlægge disse stærkt specialiserede parasitters evolution fra deres ikke parasitiske slægtninge (rurer og langhalse) (J. T. Høeg).

3.14 Undersøgelse af den seksuelle forplantning og larvemorfologi hos koraldyret *Gonactinia prolifera*

Gonactinia prolifera anses for den mest primitive af alle anthozoe (koraldyr). Det vides ikke om seksuel forplantning overhovedet forekommer hos denne art, der er særegen ved at formere sig ved tværdeling. I samarbejde med Ib Svane, Kristineberg Marinbiologiske Station, den svenske Skagerakkyst, er foretaget regelmæssige indsamlinger over en længere periode, hvorved det er konstateret, at arten er særkønnet og om efteråret producerer planula-larver, der udvikles inde i hunnens gastralhule (tarm). Projektet omfatter en beskrivelse af kønsorganernes dannelse og struktur og af larvernes ultrastruktur (J. Lützen).

3.15 Elektronmikroskopiske og histokemiske undersøgelser over *Xenoturbella*

Xenoturbella er et ret gådefuldt dyr, hvis placering i dyreriget er meget omdiskuteret. Placeringen er af væsentlig fylogenetisk betydning. En nærmere karakterisering af dyrets cellulære og vævmæssige organisation foretages gennem elektronmikroskopiske, lysmikroskopiske og histokemiske undersøgelser. Det er blevet påvist, at *Xenoturbella* er i besiddelse af en yderst kompliceret extracellulær matrix. Specielt er det fundne subepidermale membrankompleks af interesse. Første del af arbejdet, der omhandler den extracellulære matrix, er publiceret i 1986. Anden del af undersøgelserne vedrører den yderst komplicerede epidermis, hvor specielt de fundne intracellulære støt-tefibriller er af interesse, bl.a. gennem deres eventuelle relation til intermediære filament. Dette arbejde er næsten afsluttet. Undersøgelserne tyder foreløbigt på, at *Xenoturbella* næppe tilhører turbellariene som tidligere foreslået (K. J. Pedersen i samarbejde med L. R. Pedersen, Medicinsk-anatomisk Institut A, Panum Institutet).

3.16 Bryozoers (mosdyrs) finstruktur

Undersøgelserne over marine mosdyrs funktionelle

anatomi fortsættes med en elektronmikroskopisk analyse af polypidets («forkroppens») struktur hos *Crisia* (K. J. Pedersen i samarbejde med C. Nielsen, Zoologisk Museum).

Anden virksomhed:

R. M. Kristensen: Referee for »Fourth International Symposium on the Tardigrada, 1985« (Italien).

J. R. Nilsson: Referee for *Journal of Protozoology* and *Journal of Cell Science*. J. R. Nilsson: Medlem af Statens naturvidenskabelige Forskningsråd.

Hæderspriser:

Professor K. G. Wingstrand har d. 2. december 1986 modtaget Linnéprisen i zoologi fra Kungliga Fysiografiska Sällskapet i Lund (Sverige).

Gæster og rejser:

J. T. Høeg: Ophold ved Scripps Institution of Oceanography, U.S.A. (2½ md) og ved Station Biologique de Roscoff, Frankrig (2 × 1 md). J. T. Høeg: Gæsteforelæser ved Scripps Institution of Oceanography, Smithsonian Institution, Friday Harbour Laboratories, U.S.A.; ved University of Victoria, Canada og ved Inst. für Zoologie der Universität Wien, Østrig.

R. M. Kristensen: Gæsteforelæser ved Inst. für Polarökologie, Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, Vesttyskland.

U. Midtgård: Deltager i International ornithologisk kongres, Ottawa, Canada. U. Midtgård: Gæsteforelæser ved New Mexico State University, U.S.A.

J. R. Nilsson: Deltager i »The Italian Conference on Protozoology«, Padua, Italien. J. R. Nilsson: Gæsteforelæser ved Aarhus Universitet.

B. Westergaard: Deltager i »7th International Symposium on Dental Morphology«. Sept. md. B. Westergaard: Forskningsophold ved Manchester University.

Publikationer:

Hansen, B.L., Jans, H., Heltberg, A., Hansen, G.N.: Autoantibodies against pituitary peptides in sera from patient with multiple sclerosis. *Acta Neurologica* Vol. 73 no 1, s. 79, København 1986.

—, Hansen, G.N., Scharer, B.: Immunocytochemical demonstration of a material resembling vertebrate ACTH and MSH in the corpus cardiacum-corpora allatum complex of the insect *Leucophaea maderae*. *CRC Handbook of Comparative Opioid and related Neuropeptide Mechanisms*. Vol. I, George B. Stefano (ed.), s. 213-22, Boca Raton, Florida 1986.

Higgins, R.P., Kristensen, R.M.: New Loricifera from Southeastern United States Coastal Waters. *Smithsonian Contributions to Zoology* 438, s. 1-70, Washington D. C. 1986.

Kinze, C.C., Sørensen, T.B.: Océaner af hvaler? København 1986, 56 s.

- Kristensen, R.M., Sterrer, W.: Phylum Tridigrada (Water bears). Marine Fauna and Flora of Bermuda, Dr. Wolfgang Sterrer, s. 265-68, New York 1986.
- , Meier, T.: Opdagelsen av en ny dyrerække-korsettdyrene. Fauna 39, s. 47-52, Oslo 1986.
- : Loricifera. Stygofauna Mundi, Dr. Lazare Botosaneanu, s. 119-21, Leiden, Holland 1986.
- Larsen, J., Nilsson, J.R.: A New Principle of Continuous flow Cell Cultivation. Protoplasma 132, s. 99-106, Vesttyskland 1986.
- Midtgård, U.: The peripheral circulatory system in birds: A morphological and physiological study of some adaptations to temperature regulation. København 1986, 54 s.
- Munk, O.: A multifocal lens in the eyes of the mesopelagic teleosts *Trachipterus trachipterus* (Gmelin, 1789) and *T. arcticus* (Brünnich, 1771). Archiv für Fischereiwissenschaft Vol. 37, s. 43-57, Berlin 1986.
- Nielsen, J.G., Jespersen, Å.: Morphometric changes in ripening *Omosudis lowei* (Pisces, Omosudidae). Arch. FischWiss 37, s. 59-67, Berlin 1986.
- Nilsson, J.R.: The African heterotrich ciliate, *stentor andreseni* sp. nov. and *s. amethystinus* Leidy. A comparative ultrastructural study. Biologiske Skrifter 27, s. 1-43, København 1986.
- : Effects of chloramphenicol on the physiology and fine structure of *Tetrahymena pyriformis* GL: Correlation between diminishing inner mitochondrial membrane and cell doublings. Protoplasma 135, s. 1-11, Vesttyskland 1986.
- Nilsson, J.R., Weidner, E.: Endocytosis by and of protozoa. Insect Sci. Applic Vol. 7, s. 401-06, England 1986.
- Pedersen, K.J., Pedersen, L.R.: Fine Structural Observations on the Extracellular Matrix (ECM) of *Xenoturbella bocki* Westblad, 1949. Acta Zoologica vol. 67, s. 103-13, Stockholm 1986.
- Prentø, P.: Cellular and intracellular localization of catalase and acid phosphatase in the midgut of *lumbricus terrestris* L.; A cell fractionation study. Comp. Biochem. Physiol. 83 B, s. 385-90, England 1986.
- Theisen, B., Zeiske, E., Breucker, H.: Functional Morphology of the Olfactory Organs in the Spiny Dogfish (*Squalus acanthias* L.) and the Small-spotted Catshark (*Scyliorhinus canicula* (L.)). Acta Zoologica Vol. 67, No. 2, s. 73-86, England 1986.
- Wingstrand, K.G.: Niels Thydsen Meinertz, 14 november 1894 – 31. oktober 1984. Vidensk. Meddr. Dansk Naturh. Foren. 146 (1985), s. 125-31, Danmark 1986.

Poul Prentø

2. Institut for Populationsbiologi

Stab:

VIP: Antal årsværk: 20,2.

Professor: B. Christensen.

Lektorer: J. Andreassen, S. Christensen, J. Dyck, O. Hindsbo, P. Holter, H. Dreisig Jensen, L. Lau Jeppesen, H. Lind, M. Münster-Swendsen, G. Nachman, B. Vest Pedersen, J. Rabøl, O. Tendal, B. Friis Theisen.

Adjunkter: K. E. Heller, O. C. Pedersen.

Niels Bohr stipendiat: T. Dabelsteen.

Seniorstipendiat: H. Noer.

Forskningsstipendiater: M. Bildsøe, M. Hvilsom.

TAP: Antal årsværk: 6,3.

J. Andersen, B. Brandt, M. Børgensen, L. Hoffmann, V. Kiel, May-Britt Nielsen, P. Selmer Olsen, T. Simonsen, O. Thernøe (orlov).

Ved instituttet arbejdes der indenfor et bredt spektrum af populationsbiologiske og økologiske discipliner. Institutet er opdelt i fire arbejdsgrupper: Terrestrisk økologi, etologi, parasitologi og evolutionsbiologi. Inddelingen i arbejdsgrupper er dog så løs, at der alt efter forskningsemne etableres samarbejde på tværs af grupperne.

Forskningsvirksomhed:

1. Terrestrisk økologi

1.1 Jordbundsbiologi

Samspeilet mellem planter og bakterier i rodzonen undersøges for nærmere at kunne redegøre for planters indflydelse på de mikroorganismer, som planternes rødder er associeret med (rhizosfæren). Som model er valgt en plante + den typiske rhizosfæreorganisme *Pseudomonas* podet i steril jord. Som mål for P.'s aktivitet undersøges graden af dens evne til denitrifikation, som dernæst søges korreleret med planteaktiviteten.

1.1.1 Nedbrydning ved hjælp af mikroorganismer af døde organismer i jord studeres med henblik på en angivelse af tids- og stedsvariation. Som mål for nedbrydningsaktiviteten anvendes denitrifikationsraten (S. Christensen).

1.1.2 Som et led i en mere generel undersøgelse af nedbrydning af organisk materiale i jord har kokassen igennem en årrække været anvendt som studieobjekt. Som et led i dette arbejde er der i indeværende år målt total respiration i og borttransport af materiale fra kokasser ved hjælp af mærkning med chromoxid (N. Bohse-Hendriksen, P. Holter).

1.1.3 I et samarbejde med forskere fra KVL, Statens Skadedyrlaboratorium og AU er der i felten foretaget undersøgelser af anti-parasitmidlet Ivermectins virkning på kokassers nedbrydningshastighed og faunasammensætning (P. Holter).

1.2 Populationsøkologi

Som et led i en langtidsanalyse af granvikleren *Epinotia tedella*'s økologi (skadedyr på rødgran) undersøges p.t. nedbørens virkning på rødgrans vækst og resistensforhold og de dertil knyttede virkninger på *E. tedella*'s populationsstørrelse og parasiteringsgrad. Flere lokaliteter i Grib Skov anvendes for at få et billede af variationen. Arbejdet er et delprojekt, som skal indgå i en samlet økologisk simuleringsmodel og en forstlig prognosemodel for skadedyret *E. tedella*.

1.2.1 En række feltforsøg med brug af erfaringer fra *E. tedella*-projektet er påbegyndt på Strødam for at klarlægge ædelgranvikleren *Epinotia porximana*'s populationsdynamik med henblik på opstilling af en prognosemodel for dette alvorlige skadedyr på ædelgran (M. Münster-Swendsen).

1.2.2 Som et led i den igangværende forskning omkring modeller for biologisk bekæmpelse er der fortsat studier over predator-byttedyr interaktioner. Projektet vedrører rovmidten *Phytoseiulus persimilis* og dens predation af væksthusspindemiden *Tetranychus urticae* (skadedyr på agurkeplanter). Data hentes fra drivhusundersøgelser af samspillet mellem agurk, spindemiden og rovmidten. På baggrund af disse data opbygges en delvis stokastisk simuleringsmodel til undersøgelse af betydningen af rumlig heterogenitet for dynamikken i et planteskadedyr-rovdyr system. Hensigten er bl.a. at opbygge modeller, som kan benyttes til stabilitetsanalyser af systemet og til bekæmpelsesstrategier (G. Nachman).

1.2.3 På grundlag af eksperimentelle målinger af sammenhængen mellem dyrkningsfaktorer og populationsudviklingen hos nematoden *Heterodera avena* (skadedyr i havre) søges opstillet en populationsdynamisk simulationsmodel (O. C. Pedersen).

1.2.4 Studier over samspillet mellem overvintrende løvsanger og lokale sangere på Acacie-savannen i Kenya med henblik på konkurrence, der medfører forskydninger i habitatvalg er fortsat. I forbindelse hermed er der foretaget kritiske studier over begrebet karakterforskydninger. Der er foretaget studier over variationen fra ø til ø i tæthed og habitat-fordelinger af Kanarie-ørnes landfugle. Der er påbegyndt populationsstudier af sortmejsen på Endelave (J. Rabøl).

1.2.5 På baggrund af fortsatte studier over snylteren *Mytilicola intestinalis*'s populationssvingninger over

en 10-årig periode analyseres de faktorer, der er bestemmende for bestandsstørrelsen. Samtidig studeres *M. intestinalis*'s effekt på værten blåmuslingen *Mytilus edulis* (B. Friis Theisen).

1.3 Adfærdsökologi m.v.

1.3.1 En generel model for adfærdsmæssig temperaturregulering er afprøvet på sandspringeren *Cicindela hybrida*.

1.3.2 Der er endvidere foretaget studier over insekters fourageringsstrategier, eksemplificeret ved humlebiers fødesøgning i tjærenelliker og myrers fouragering på bladluseekskrementer og ekstraflorale nektarier. Det har vist sig, at humlebiernes søgemønstre indenfor en blomsterstand optimerer udbyttet af nektar pr. blomst i sammenligning med udbyttet ved tilfældig søgning. Hvad myrerne angår, har det vist sig, at der er så mange myrer til stede under fourageringen, at den enkelte myre ikke kan fouragere optimalt. Dette forhold forklares som værende en funktion af konkurrence fra andre koloniers myrer eller fra andre arter af myrer (H. Dreisig Jensen).

1.3.3 Nattrækkende småfugles orientering ved hjælp af jordmagnetismen er undersøgt ved forflytningsforsøg. Der er endvidere lavet forsøg med havesangere for at studere vejrligets indflydelse på »trækuroen« (J. Rabøl).

1.3.4 Undersøgelser over farvefremkaldende strukturer i fjer hos grønne frugtduer *Ptilinopus* er afsluttet. Spektrale data for grønne fjerpigmenter er bearbejdet. Æg fra 2 års mislykkede yngleforsøg hos havørne er blevet undersøgt for miljøgifte og evt. skalfortynding. Det blev påvist, at miljøgifte kunne have været årsag til det ene mislykkede yngleforsøg (J. Dyck).

2. Etologi

2.1 Almen etologi

Feltundersøgelser på Strødam over vinbjergsneglen *Helix pomatia*'s naturlige adfærd er fortsat. Der er specielt foretaget studier af stedtilknytning ved overvintring og migrationer. Unge individers rumlige adfærd er undersøgt bl.a. ved hjælp af mærkningsforsøg. Der er desuden foretaget eksperimentelle studier af homing-evne og -strategi og orienteringsmåder.

2.2 Lydkommunikation

Studier over solsortesangens rolle som kommunikationssystem er fortsat med undersøgelser over sangens transmissionspotentiell samt kodningssystemets resistens over for maskering af støj, udviskning/svækning forårsaget af lyddæmpende faktorer i det naturlige miljø. I laboratorieforsøg testes gennem sammenligning af naturlig og manipuleret sang, hvorvidt compu-

terændrede sange forstås af og giver mening for artsfæller. Det dynamiske aspekt i sangafgivelsen undersøges ved hjælp af et nyudviklet digitalt lydafspligningsapparat, som muliggør eksperimentel tovejs-kommunikation. I samarbejde med forskere fra DTH og OU (T. Dabelsteen).

2.3 *Stress-etologi*

2.3.1 Med henblik på udvikling af stressbetingede fysiologiske og adfærdsmæssige avlskriterier udføres selektionsforsøg med husmus. Der selekteres i forskellige stammer mod høj og lav stressfølsomhed.

2.3.2 Dominansforhold hos mink studeres samtidig med at forskellige adfærdsmæssige og fysiologiske stressmarkører undersøges.

2.3.3 Hos mus studeres muligheden for udvikling af en kronisk-stressmodel til beskrivelse af den stressinducerede leukæmi (L. L. Jeppesen, K. E. Heller).

2.3.4 Stressinducerede adfærdsforandringer undersøges hos fisk specielt *Poecilia velifera*. 10 adfærdselementer måles i ubelastede og i stressbelastede grupper (M. Bildsøe).

2.4 *Anvendt etologi*

I samarbejde med Københavns Lufthavnsvæsen er arbejdet omkring udvikling og kontrol af metoder til nedsættelse af kollisionsrisikoen mellem fly og fugle fortsat (H. Lind).

3. *Parasitologi*

Arbejdsgruppen undersøger populationsregulering, resistensmekanismer og overfølsomhedsreaktioner i forbindelse med parasitinfektioner. Forskellige hvirveldyr inficeret med et udvalg af tarmparasitter anvendes som modeller.

3.1 Der er fortsat in vitro undersøgelser over virkningen af normale og immune sera fra forskellige dyr på især bændelormene *Hymenolepis diminuta*, *H. microstoma* og den humane form *H. nana*. Der er foretaget undersøgelser af den antistof uafhængige complementtype af *H. diminuta*, hvis destrobileringsfragmenter undersøges elektronmikroskopisk med særligt henblik på funktionelle forhold i tegumentet.

3.2 I et nystartet projekt eksperimenteres med inficerede specielle mast-celle frie musestammer.

3.3 Der er fortsat undersøgelser med tarmikten *Echinostoma revolutum* i rotter.

3.4 Iktens populationskinetik og værtens overfølsomhedsreaktioner måles via cirkulerende og lokaliserede eosinophile granulocytter, tarmmastceller og cirkule-

rende overfølsomhedsantistof (IgE). Endvidere er der fortsatte analyser af blod og vævsprøver fra værter inficeret med rundormen *Nippostrongylus brasiliensis* og kradseren *Moniliformis moniliformis*.

3.5 I et samarbejde med etologerne undersøges, hvorvidt udskillelse af encellede parasitter (coccidier) fra mink kan benyttes som parameter ved undersøgelse af »modstandskraft« hos mink under forskellige stress- og infektionsforhold.

3.6 Flere af projekterne udføres i samarbejde med forskere fra andre forskningsinstitutioner (Kelle University UK, SBL Sverige, Montana State University USA og Panum Inst.) (J. Andreassen, O. Hindsbo).

4. *Evolutionsbiologi*

Arbejdsgruppens overordnede målsætning er undersøgelser over mekanismer bag opretholdelsen af genetisk variation i naturlige populationer. Disse undersøgelser er baseret på forskellige modeller.

4.1 Der er hos bænkebideren *Trichoniscus pusillus* efterhånden påvist 8 forskellige triploide parthenogenetiske kloner, der i deres forekomst viser korrelation med bestemte habitattyper. De økologiske mekanismer bag denne differentielle udbredelse undersøges. Dette søges relateret til sideløbende undersøgelser over det fylogenetiske slægtskab mellem de forskellige kloner (B. Christensen, H. Noer, B. Friies Theisen).

4.2 For bedre at kunne forstå miljøfluktuationers indflydelse på populationers genetiske sammensætning er der påbegyndt sammenligninger af feltresultater hentet fra flere års undersøgelser over 1) farvevariation hos markgræshopper og 2) variationen i frekvensen af bestemte PGM-alleler hos *Trichoniscus pusillus* med teoretiske beregninger (simuleringer) (H. Noer).

4.3 Et udvalg af enchytræ-arter benyttes til forskellige populationsgenetiske studier. Nogle parthenogenetiske former undersøges efter samme principper som skitseret under T. pusillus-projektet. I et andet delprojekt sammenlignes den genetiske variation hos arter med hhvs. meiotisk og ameiotisk parthenogenese, herunder også graden af polyploid. Endelig undersøges konsekvensen af alternerende sexuel og asexuel formering, samt muligheden af at benytte polymorfe enchytræ-arter til monitoring (B. Christensen, M. Hvilsom, B. Vest Pedersen).

4.4 Undersøgelser over kromosompolymorfier hos dansemyglarven *Chironomus plumosus* i et antal sjællandske søer er fortsat med henblik på at efterprøve tidligere observerede korrelationer mellem bestemte polymorfier og visse omgivelsesfaktorer (B. Vest Pedersen).

4.5 Det er påvist, at lyschok kan inducere mitoser i visse hjerneafsnit hos fluelarver. Dette søges udnyttet til isochromatid-farvning med henblik på at udvikle en teknik til in-vivo test af mutagener (B. Christensen).

4.6 Populationsgenetiske studier over dam- og malermuslinger i Suså-systemet er fortsat (M. Hvilsom, B. Vest Pedersen).

4.7 Projektet vedrørende systematik, zoogeografi og biologi hos Komokiacea (Foraminifera) og Xenophyophoria er fortsat på grundlag af nyindsamlet materiale fremskaffet under sommerens »Meteor«-ekspedition. Materialet som består af billeder og egentlige prøver giver muligheder for at undersøge bl.a. ændringen i vækstform som funktion af alder for en del af arternes vedkommende. Projektet er iøvrigt udvidet med undersøgelser over arter hørende til Astrorhizidae og Schizaminidae (Foraminifera).

4.8 Arbejdet med systematik og forplantningsmønstre hos skandinaviske og arktiske sponger, specielt familien Humedesiidae og slægten Halichondria er fortsat.

4.9 Et nærmere samarbejde med Inst. f. Marinbiologi, Bergen, er indledt.

4.10 Arbejdet med udarbejdelsen af en tidssvarende nøgle over Europas ferskvandssponger er fortsat (O. Tendal).

Anden virksomhed:

J. Andreassen: Næstformand i World Federation for Parasitologists.

B. Christensen: Medlem af Undervisningsministeriets rådgivningsgruppe vedrørende udbygningen af naturvidenskaberne ved Roskilde Universitetscenter.

K. E. Heller: Medlem af rådgivningsgruppe i EF vedr. stress hos husdyr.

H. Lind: Formand for Strødamudvalget, næstformand i tilsynsrådet for zoologiske haver. Medlem af Bird Strike Committee Europe og Dansk Fuglekollisions Komité. Medlem af bestyrelsen for Clements Legat under Det naturvidenskabelige Fakultet.

M. Münster-Swendsen: Formand for bestyrelsen for universitetets Læsø-laboratorium.

Redaktion af videnskabelige tidsskrifter:

J. Andreassen: Referee ved »Experimental Parasitology«.

B. Christensen: I redaktionskomiteen for »Zeitschrift für zoologische Systematik und Evolutionsforschung«.

H. Lind: Medlem af redaktionskomiteen for »Ethology« (tidl. »Zeitschrift für Tierpsychologie«).

K. E. Heller: Medlem af redaktionskomiteen for »Behavioural Processes«.

O. Tendal: Redaktør af »Videnskabelige Meddelelser fra Dansk naturhistorisk Forening«. Referee ved »Sarsia«.

Gæster og rejser:

J. Andreassen deltog i »Coopers Animal Health Symposium on the Immunobiology and Molecular Biology of Cestode Infections«, Melbourne, Australien, og i »6th International Congress of Parasitology«, Brisbane, Australien (20.-29. aug.).

B. Christensen var gæsteforelæser ved Nordisk Forskerkursus: »Evolution af Parthenogenesis«, Finse, Norge (17.-23. sept.).

S. Christensen var gæsteforelæser ved Dansk selskab for Miljøkemi (8. dec.).

T. Dabelsteen var gæsteforelæser ved Universität Kaiserslautern, Vesttyskland (20. okt.).

K. E. Heller deltog i EF-rådgivningsgruppens møde vedr. stress hos husdyr i Wageningen, Holland, og har været gæsteforelæser ved Dansk Selskab for Arbejdsmedicin, Københavns Forskerbyinitiativ, HK, i Herning, KVL og Statens Husdyrbrugsforsøg, Foulum.

H. Dreisig Jensen besøgte Archbold Biological Station, Florida, USA, i forbindelse med et forskningsprojekt (20. aug.-20. sept.). Var gæsteforelæser på Århus Universitet (13. nov.).

L. Lau Jeppesen var gæsteforelæser ved Statens Husdyrbrugsforsøgs Årsmøde i Herning og Statens Husdyrbrugsforsøgs »Stress-seminar«, Foulum.

M. Münster-Swendsen har holdt to gæsteforelæseringer ved Uppsala Universitet, Sverige (okt.).

H. Noer var inviteret som gæsteforelæser ved »5. Europæiske symposium over populationsbiologi og evolution«, Utrecht, Holland (7.-14. sept.).

J. Rabøl deltog i »XIX Congr. Int. Orn.«, Ottawa, Canada (22.-29. juni).

O. Tendal var inviteret medlem af den vesttyske »Meteor«-ekspedition (21. juli-22. aug.) og var inviteret som gæsteforelæser ved symposiet »Deep-sea Protozoan Ecology«, Hamburg (5. maj).

Publikationer:

Bennike, O., Dyck, J.: A subfossil Lapland Bunting *Calcarius lapponicus* feather from Vølvedal, North Greenland. *Ornis Scandinavica* 17, s. 75-77, København 1986.

Bøgh, H.O., Christensen, J.P.B., Andreassen, J.: Complement-mediated lysis in vitro of newly excysted tapeworms: *Hymenolepis diminuta*, *Hymenolepis microstoma*, *Hymenolepis nana* and *Hymenolepis citelli*. *International Journal for Parasitology* 16, s. 157-61, Oxford 1986.

Christensen, B., Noer, H.: Spatial and temporal com-

- ponents of genetic variation in triploid parthenogenetic *Trichoniscus pusillus* (Isopoda, Crustacea). *Hereditas* 105, s. 277-85, Lund 1986.
- Christensen, J.P.B., Bøgh, H.O., Andreassen, J.: *Hymenolepis diminuta*: The effect of serum on different ages of worms in vitro. *International Journal for Parasitology* Vol. 16, s. 447-53, Oxford 1986.
- Christensen, N.Ø., Knudsen, J., Andreassen, J.: Echinostoma revolutum: Resistance to secondary and superimposed infections in mice. *Experimental Parasitology* Vol. 61, s. 311-18, Orlando 1986.
- Christensen, S.: N_2O -formation during soil Cropping. Denitrification in the nitrogen cycle, Han L. Golterman, s. 135-43, New York 1986.
- Dreisig, H.: Temperaturregulering hos vekselvarme dyr. *Naturens Verden* Årg. 1986, s. 45-54, København 1986.
- : Timing of Daily Activities in Adult Lepidoptera. *Entomol. Gener* 12, s. 25-43, Stuttgart 1986.
- Heller, K.E., Jeppesen, L.L.: Effects of social stress on circulating eosinophil leukocytes and sexual behaviour in ranch mink. *Scientifur* 10 (3), s. 167-70, Hillerød 1986.
- Hindbo, O.: *Leucochloridium* på Bornholm. *Fjælstauin* 1, s. 44-47, Nexø 1986.
- Jeppesen, L.L., Heller, K.E.: Stress effects on circulating eosinophil leukocytes, breeding performance, and reproductive success of ranch mink. *Scientifur* 10 (1), s. 15-18, Hillerød 1986.
- , Heller, K. E.: Måling af langtidssstress. *Statens Husdyrbrugsforsøg – Meddelelser* 614, s. 4, København 1986.
- Lind, H.: The problem of Black-headed Gulls (*Larus ridibundus*) breeding near airports. *Proceedings 18th Meeting Bird Strike Committee Europe*, Copenhagen 1986 1986, s. 150-57, København 1986.
- Münster-Swendsen, M.: Et mål for vitalitet hos rødgran. *Skoven* 18(hft10), s. 440-42, København 1986.
- Pedersen, B.V.: On microgeographic differentiations of a chromosomal polymorphism in *Chironomus plumosus* L. from Lake Tystrup-Bavelse, Denmark (Diptera: Chironomidae). *Hereditas* 105, s. 209-19, Lund 1986.
- Rabal, J.: Overvintrende løvsangere i Kenya. Konkurrerer de med lokale sangere? *Dansk Orn. Foren. Tidsskr.* 80, s. 72-73, København 1986.
- Rabal, J.: British rarities in a foreign perspective. *British Birds* 79, s. 300-02, England 1986.
- : The Orientation of Vagrant Passerines on The Faroe Islands, September 1984. *Dansk Orn. Foren. Tidsskr.* 79, s. 133-40, København 1985.
- Sørensen, G.: Comparison of social hierarchy in caged voles and in freeliving voles (*Clethrionomys glareolus*) by means of a multi-level method. *Proceedings Society for General Systems Research, International Conference, Philadelphia*. Vol.I, J. A. Dillon (ed.), s. 34-43, Californien 1986.
- Bo Vest Pedersen

2a. Læsø-Laboratoriet

Bestyrelse:

Mikael Münster-Swendsen (formand), Tyge Christensen, Bent Muus, Ole Lomholdt.

Bestyrelsen har i maj 1986 holdt møde med repræsentanter fra Nordjyllands Amts Fredningskontor og borgmester E. Malmose fra Læsø Kommune. Dette resulterede i opstilling af færehegn og udsætning af får i en del af Nordmarken, som naturpleje foranstaltning. Den plejemæssige hugst blev besigtiget og de næste tiltag blev planlagt. På universitetets arealer ved sydkysten fortsættes et eksperiment med kvægdrift i indhegnet skov, og herunder er der foretaget yderligere lysningshugster i oktober 1986.

M. Münster-Swendsen

3. Zoologisk Museum

Historie:

Universitetets zoologiske Museum oprettedes i 1862. Indflytning i 1870 og overflytning til Universitetsparken 15 i 1963. Universitetets zoologiske Museum er opstået ved en sammenlægning af universitetets samling (Thomas Bartholins Naturalkammer i Domus Anatomica, 1657-1676, Frederiks III's Kunstkammer ca. 1650-1821 og Museum Wormianum, ca. 1620-1655) og med diverse tilgaaede samlinger op gennem årene, indtil de samles under betegnelsen »Universitetets zoologiske Museum« i 1862.

Stab:

VIP: Antal årsværk 25,1.

Professor: Bent Muus.

Lektorer: Kim Aaris-Sørensen, Nils Møller Andersen, Hans Baagøe, Henrik Enghoff, Jon Fjeldsø, Tove Hatting, Jean Just, Jørgen Kirkegaard, Jørgen Knudsen (ekstern lektor), Niels Peder Kristensen, Ole Lomholdt, Leif Lyneborg, Ole E. Meyer, Claus Nielsen, Jørgen Nielsen, Børge Petersen, Godtfred Høpner Petersen (orlov), Kay W. Petersen, Niels Otto Preuss, Erik Rasmussen, Jens B. Rasmussen, Ulrik Røen, Ingrid Sørensen, Torben Wolff.

Seniorstipendiat: Kathe Jensen.

Kandidatstipendiat: Stig Andersen.

Forskningsrådstipendiat: Morten Meldgaard, Verner Michelsen.

Fondslønnede stipendiater: Peter Nielsen, Jens Böcher.

TAP: Antal årsværk: 51,1.

Personalekategorier: 9 konservatorer (1 på orlov), 1 fotograf, 1 værkstedsleder, 1 materialforvalter, 1 materialforvalterass., 1 reprottekniker, 1 teknisk tegner, 2 malere, 1 tegner, 2 overlaboranter, 1 histolaborant, 6 laboranter, 3 laboratorieteknikere, 1 overassistent, 19 assistenter, 1 kontorassistent, 2 snedkere, 2 elektriker, 1 smed, 1 kedelsmed, 1 maskinarbejder, 1 kontorbetjent, 5 laboratoriebetjente, 3 medhjælpere, 1 rengøringsleder.

Rengøringsassistenter: 26.

Studenterkustoder: 20.

Desuden fast tilknyttet 1 forskningsbibliotekar og 1 pædagogisk leder ved Skoletjenesten.

Forskningsvirksomhed:

Museets primære forskningsområder er zoologisk systematik og zoogeografi. Forskningen koncentrerer om udvalgte dyregruppers taxonomi (beskrivelse, navngivning, klassifikation), fylogeni (slægtskabsforhold) og evolution belyst ved sammenlignende morfologiske, biologiske, zoogeografiske og andre relevante undersøgelser. Desuden arbejdes der med udvalgte regioners faunistik, herunder den danske dyreverdens sammensætning og udvikling. Museets forskning tager først og fremmest udgangspunkt i de omfattende videnskabelige samlinger og deres bearbejdelse. Da museets videnskabelige stab langt fra er i stand til at dække alle dyregrupper, er forskningen i høj grad baseret på et internationalt samarbejde. Museet har således i 1986 haft gæsteforskere fra mange lande, de fleste i kortere tidsrum. Foruden de ansattes egne publikationer er der i 1986 registreret ca. 151 afhandlinger, der helt eller delvist er baseret på museets materiale.

Zoologisk Museum er opdelt i tre videnskabelige afdelinger, udstillingsafdelingen, værkstederne og administrationen.

1. Hvirveldyrafdelingen

Afdelingens forskning tager sit udgangspunkt i studier af fisk, padder, krybdyr, fugle og pattedyr. Nogle af disse grupper – fugle og pattedyr – er taxonomisk så velkendte, at forskningen her især har koncentreret sig om fylogeni, zoogeografi og generel biologi, i modsætning til fisk, padder og krybdyr, hvor slægtsrevisioner med tilhørende nybeskrivelser stadig udgør den væsentligste del af forskningen. Som noget særligt for hvirveldyrafdelingen gælder det, at den har en kvartærzoologisk sektion, der forsker i hvirveldyrenes udvikling og udbredelse gennem kvartærtiden i især Danmark og Grønland, herunder de domesticerede dyrs tidligste historie. Museets fugleringmærkning hører også naturligt til på hvirveldyrafdelingen. Ring-

mærkningssektionen står for ringmærkningsarbejdet i Danmark og Grønland samt på Færøerne.

Det er karakteristisk for meget af afdelingens forskning – hvad enten den udføres af de fastansatte, eller den leveres af de mange eksternt lønnede og ulønnede medarbejdere – at den har stor betydning for andre instansers arbejde med naturbevarelse og fredningsplanlægning i såvel ind- som udland.

1.1 Dybhavsfisk

1.1.1 Fortsat revisionen af slægter af ophidiiforme dybhavsfisk (delvis sammen med udenlandske kolleger). Afsluttet beskrivelse af to nye ophidiid-slægter samt et arbejde om den bathypelagiske slægt *Omosudis* (med Å. Jespersen (E. Bertelsen, J. G. Nielsen)).

1.1.2 Bearbejder abyssale *Ipnopidae* fra »Discovery« (sammen med N. Merrett, IOS, Wormley, England) (J. Nielsen).

1.1.3 Næsten afsluttet revisionen af ålefamilien *Monognathidae* (J. Nielsen, E. Bertelsen). Afsluttet revisionen af dybhavstudsefisk-familien *Himantolophidae* (sammen med G. Krefft, Hamburg) (E. Bertelsen).

1.2 Ulkefisk

Afsluttet arbejde om ulkeunderordenen *Cottoidei*'s systematik, især baseret på øresten (L. Thomas).

1.3 Afrikanske slanger

Afsluttet arbejde over de østafrikanske former af den trælevende slangeslægt *Dipsadoboa*. Påbegyndt arbejde over de vestafrikanske former af samme slægt (J. B. Rasmussen).

1.3.1 Fortsat studiet af den allestedsnærværende afrikanske slangeslægt *Crotaphopeltis* og fortsat undersøgelser af afrikanske slangers udbredelsesmønster.

1.4 Havslanger

Undersøgelser af havslangeslægten *Hydrophis* (A. Redsted Rasmussen).

1.5 Andesbjergenes fuglefauna

1.5.1 Arbejdet med afslutningen af tekst og illustrationsmateriale til håndbog over Andesbjergenes fugle samt færdiggjort flere mindre faunistiske skrifter om samme emne (J. Fjeldsø, N. Krabbe).

1.5.2 Arbejdet med Andesbjergenes flora i relation til fuglefaunaen (D. Boertmann).

1.5.3 På bestilling af ICBP udarbejdet oversigtsartikel om status for fugle i græslandene i Andesbjergene og Patagonien (J. Fjeldsø).

1.6 *Fugletaxonomi, -fylogeni og -zoogeografi*

1.6.1 I forbindelse med organisationen af et symposium (under XIX Int. Orn. Congr.) om fugleungers tilpasning undersøgtes kompatibilitet mellem variation i ungekarakterer og fylogenier baseret på DNA-DNA-hybridisering (J. Fjeldså).

1.6.2 Arbejdet med lommernes fylogeni (D. Boertmann).

1.6.3 Fortsat arbejdet med geografisk variation hos nordlige vadefugle, med særligt henblik på co-evolution og karakterforskydning mellem nærtstående sympatiske arter (S. Springborg).

1.6.4 Påbegyndt arbejde med raceadskillelse hos islandsk ryle samt disse racers indbyrdes forekomst i Danmark (K. Malling Olsen).

1.7 *Fugleringmærkning og -økologi*

1.7.1 Fortsat analyser af ringmærkningsmaterialet og studiet af grågåsebestanden i Uterslev Mose og strandfuglebestanden ved Rågå, Nordlolland (N. O. Preuss).

1.7.2 Fortsat svaneundersøgelserne og (i samarbejde med Ph. Bacon, Inst. Terr. Ecology, Grange-over-Sands, England) indledt en undersøgelse af forbindelsen mellem visse arvelige egenskaber og adfærdsmæssig tilpasning til kolonirugning (P. Andersen-Harild).

1.7.3 Fortløbende undersøgelser af Grønlands havfuglebestande, specielt den kortnæbbede lomvie (K. Kampp).

1.7.4 Afsluttet og publiceret arbejde med titlen: Ecology of bird communities in eutrophicated lakes in Northern Zealand, Denmark, with special emphasis on fish-eating birds (I. Woollhead).

1.7.5 Afsluttet arbejde med titlen: Bestandsudvikling og habitatvalg hos et vandfuglesamfund i den eutrofe Uterslev Mose (S. Brøgger-Jensen).

1.7.6 Bearbejdning af måge-/terneobservationer fra Blåvand fuglestation 1963-77 (H. Meltofte).

1.8 *Flagermus*

1.8.1 Fortsat arbejdet med Zoologisk Museums flagermusprojekt: Analyse og sammenligning af insektædende flagermusfaunaer hvad angår diversitet i vingemorfologi, flugtstilarter og habitatvalg suppleret med faunistiske undersøgelser. I år specielt feltstudier af to mellemeuropæiske arter (Sydtyskland og Schweiz) samt faunistiske undersøgelser i Danmark (H. J. Baagøe).

1.8.2 Forskning vedrørende rabies hos danske flagermus i samarbejde med Statens veterinære Serumlaboratorium, Veterinærdirektoratet m.fl. To manuskripter er under udarbejdelse i denne forbindelse, og arbejdet giver tillige faunistiske resultater (H. J. Baagøe).

1.9 *Hvaler*

Marsvinets status, intraspecifikke variation og vanddringer i danske og tilstødende udenlandske havområder samt studier af den danske hvalfauna (C. C. Kinze).

1.10 *Danmarks kvartærzoologi*

1.10.1 Fortsat større oversigtsarbejde over den geografiske og kronologiske udbredelse – og udvikling af – den danske kvartære pattedyrfauna. I det forløbne år har især de bornholmske fund været genstand for en revurdering, bl.a. gennem udtagelse af større serier til kulstof-14 analyser (K. Aaris-Sørensen).

1.10.2 I forbindelse med undersøgelser over danske vildhestefund fra overgangen sen/postglacialtid, og med pollenanalyser af nye fund af andre større pattedyr fra denne tid, undersøges vegetationsudviklingen i senglacialtiden (I. Sørensen).

1.10.3 Fortsatte undersøgelser af subfossile husdyr i Norden, specielt får, kvæg og hunde, samt af primitive recente racer af nordiske landracefår (T. Hatting).

1.10.4 Analyse af knoglematerialet fra én af maglemose-kulturens bopladser i Holmegårds Mose (Holmegård V) (P. H. Jensen).

1.10.5 Analyser af knoglematerialet fra kongemose-kulturens boplads ved Argus-grunden og Pedersborg Voldsted, Sorø (U. Møhl).

1.10.6 Afsluttet analyse og udarbejdet manuskript om fiskeknoglematerialet på den klassiske boplads Ertebølle. Fortsat analyser af fiskeknogler fra diverse ertebølle-bopladser ved Vedbæk og Bjørnsholm, samt påbegyndt analyse af fiskeknogler fra jernalderbopladsen Sejlflod (I. B. Enghoff).

1.11 *Grønlands kvartærzoologi*

1.11.1 Afsluttet og publiceret arbejde om det grønlandske rensdyrs zoogeografi, taxonomi og populationsdynamik samt fortsat et arbejde om størrelsesvariation hos recente og subfossile rensdyr (sammen med D. Klein og S. Fancy, University of Alaska (M. Meldgaard)).

1.11.2 Påbegyndt licentiatprojekt med titlen: Grønlands fauna kvartærzoologisk belyst (M. Meldgaard).

1.12 Andre projekter

1.12.1 Arbejder på afhandling om arters antievolutionismekanismer («Survival of the unfit») samt på en afhandling om hukommelsens aldersforandring (F. W. Bræstrup).

1.12.2 Fortsat arbejdet med klima- og populations-svingninger i Grønland (Chr. Vibe).

2. Den marine invertebratafdeling

Afdelingens arbejdsområde omfatter hvirvelløse dyr (invertebrater), dog ikke insekter og spindlere, der behandles på den entomologiske afdeling. Afdelingens medarbejdere har i mange år især beskæftiget sig med dyr, der har en marin levevis, og forskningen har i de forløbne år især drejet sig om disse dyrs taxonomi, klassifikation, individudvikling, slægtskabsforhold og evolution, samt om økologi og faunistik. Desuden er der arbejdet med forskellige marine emner, bl.a. forurening og naturfredning.

2.1 Hydrozoernes livscyklus og evolution

Systematisk forskning af capitate hydroider er fortsat og der arbejdes bl.a. med identifikation og beskrivelse af en række nye arter af Tubulariidae. Arbejdet med et medusozo-bind til serien Danmarks Fauna fortsættes (Kay W. Petersen).

2.2 Børsteormenes systematik og zoogeografi

2.2.1 Bearbejdelsen af de resterende 7 familier af vestafrikanske havbørsteorme (Polychaeta) fra Atlantide og Galathea ekspeditionerne er tilendebragt og manuskript afleveret. Har sorteret Galathea's bathyale og abyssale havbørsteorme til familier og har påbegyndt en videnskabelig bearbejdelse af skælryggene fra denne ekspedition (Jørgen B. Kirkegaard).

2.2.2 Registreringen af lægeiglens (*Hirudo medicinalis*) forekomst i landet er fortsat. Desuden arbejdes med fortsatte systematiske og zoogeografiske undersøgelser af de danske unionider (Pia Baagøe).

2.2.3 Fortsat revisionsarbejdet med børsteormeslægterne Pholoe og Chaetopterus og påbegyndt ms om begge. Har revideret slægten *Zeppelina* (sammen med J. David George, British Museum (Nat.Hist.)). Genbeskrevet slægten *Pseudocirratulus* og er (sammen med J. David George) ved at revidere ctenodrilide-slægten *Raricirrus*. Påbegyndt kommentarer til ormebeskrivelserne i en oversættelse af Fauna Groenlandica (Fabricius 1780) (Mary E. Petersen).

2.2.4 Regnorme (Lumbricidae) i Danmark, systematik og faunistik. Arbejdet med færdiggørelsen af et bind til Danmarks Fauna er fortsat (Martha Weis Clausen).

2.3 Mosdyrs og armfødters systematik, metazoernes fylogeni

2.3.1 Undersøgelserne over de forskellige dyregrupper cilibånd er kompletteret ved elektronmikroskopiske studier af tidligere indsamlet materiale og ved undersøgelser over nyt materiale indsamlet under ophold ved Friday Harbor Laboratories, og manuskript er udarbejdet. Et mindre arbejde om fylogenetiske relationer mellem Cnidaria og Ctenophora er afsluttet. Arbejdet med manuskript til entoproct-bindet i Synopses of the British Fauna er intensiveret (Claus Nielsen).

2.3.2 Bearbejdelsen af Islands bryozoeer er fortsat (Karen Bille Hansen).

2.4 Krebsdyrs systematik, fylogeni og zoogeografi

2.4.1 Arbejdet med en revision af de siphonoecetide tanglopper er fortsat, især baseret på australsk og øvrigt indo-pacifisk materiale. Herunder er påbegyndt udarbejdelse af endeligt manuskript om australske repræsentanter for undergruppen concholestider. Et arbejde om slægten *Concholestes*, med beskrivelse af en ny art fra Oman er antaget til trykning (Steenstrupia). Herudover er færdiggjort to manuskripter om australske ampithoide tanglopper (slægten *Pseudopleonexes* og *Melanesius* n.stat.). Sideløbende hermed er sammen med T. Wolff påbegyndt en revision af isopodslægten *Santia* med tilgrænsende slægter, baseret på materiale indsamlet i Phuket, Thailand 1982 (Jean Just).

2.4.2 Videreført bearbejdelse af decapoder fra Renell Isl. Udredning af slægtskabsforholdet i isopodfamilien *Antiasidae* i forbindelse med beskrivelse af ny slægt. Arkivstudier af international havforsknings-samarbejde der førte til dannelse af Scientific Committee on Oceanic Research samt SCORs tidlige historie. Bidrag til italiensk produceret værk om ekspeditioner og museer (Torben Wolff).

2.5 Bløddyrs systematik, zoogeografi og økologi

2.5.1 Arbejdet med marine mollusker fra Vestafrika er fortsat. Et arbejde sammen med Dr. A. Beu, New Zealand er færdiggjort og antaget til trykning; molluskerne fra projektet «Guinean Trawling Survey» er næsten færdigbestemt og et ms er påbegyndt. Arbejdet med dybhavsmuslinger er fortsat, idet der dels er arbejdet med bestemmelse af materiale fra Porcupine Sea Bight, dels er bestemt et mindre materiale fra »Great Meteor East Site«, 5430 m dybde. En foreløbig rapport om sidstnævnte er udarbejdet og tilstillet Inst. of Oceanogr. Sciences, Wormley, UK, som forestår projektet (Jørgen Knudsen).

2.5.2 Studier over grønlandske fossile muslinger i samarbejde med Annie Vedelsby og systematiske stu-

dier over familien Cardidae (Godtfred Høpner Petersen).

2.5.3 Efter indsamlinger af levende materiale af dyndsnegle fra vestmediterrane brakvandslaguner er indledt forsøg på avl med danske arter med henblik på afklaring af en række identitetsproblemer. Sideløbende gennemføres morfologiske undersøgelser på et større konserveret materiale (Bent Muus sammen med J. Hylleberg, Aarhus Universitet).

2.5.4 Eksperimentelle og morfologiske studier af ascoglosse opisthobranchers adfærdsökologi og fylogeni er fortsat. Arbejdet med en elektroforeseundersøgelse af allozymer hos danske ascoglosser (sammen med B. Theisen, Inst. f. Populationsbiologi, KU) er ligeledes fortsat (Kathe Jensen).

2.6 *Pighudenens fylogeni, systematik og zoogeografi*

2.6.1 Arbejder med de nordatlantiske og arktiske søstjerner, specielt slægten *Leptasterias*. Desuden med et bidrag om C. F. Lütken til en bog om 1800-tallets echinodermforskere (Fritz Jensenius Madsen).

2.6.2 Sammen med D. S. M. Billett, Inst. of Oceanogr. Sciences, Wormley, UK arbejdet på en afhandling om holothurierslægtene *Echinocucumis* og *Ypsilothuria* og på en anden afhandling (sammen med D. J. McKenzie, Univ. of Leeds, UK) om slægterne *Thyonidium* og *Orcula*. Desuden arbejdet på en biografisk afhandling om den svenske echinodermforsker Hjalmar Théel (1848-1937). Arbejdet med holothurierbindet til serien »Marine Invertebrates of Scandinavia« er blevet fortsat (Bent Hansen).

2.6.3 Fortsat følgende undersøgelser: De rostrate pedicellariers udvikling, funktion og forekomst (sammen med A. C. Campbell, Univ. of London, UK), spatangoidernes ydre og indre organers morfologi og funktion (sammen med U. Asgaard, Inst. f. historisk Geologi, KU), gravende søpindsvins bearbejdning af sedimentet (sammen med R. Bromley og U. Asgaard, begge forannævnte inst.), skelet- og vævsstrukturer hos echinothurioiderne, postlarvale og voksne *Hemiaster* *expergitus* Lovén (MS sammen med J. D. Gage, Oban, UK). Afsluttet undersøgelse af lygte, tænder og skelet hos juvenile *Echinoneus cyclostomus* H. L. Clark og et manuskript herom er færdiggjort (Margit Jensen).

2.7 *Øvrige projekter*

2.7.1 Hydroidbebovoksninger i Isefjord, fouling-problemer (Anders Søgaard, specialeprojekt).

2.7.2 Beskrivelse af en ny børsteormart fra Øresund (Danny Eibye-Jacobsen, del af specialeprojekt).

2.7.3 Model for den biologiske dynamik i saltsøen i Margrethe Kog i Tøndermarsken (Poul Aarøe som del af speciale, Zool. Mus. på kontrakt med Fredningsstyrelsen).

2.7.4 Planktonomsætning i Isefjord (Jan Kristensen, specialeprojekt).

3. *Den entomologiske afdeling*

Afdelingens forskning består i taxonomiske, fylogenetiske og faunistiske studier over insekter og andre landlevende leddyr. Taxonomi er hovedgrundlaget for al beskrivelse og forståelse af dyreverdenens mangfoldighed; disciplinen omfatter beskrivelse af nye arter, revision af dårligt kendte arter, klassifikation af arterne, samt udarbejdelse af bestemmelsesnøgler. Fylogeni er læren om slægtskabsforholdene mellem de mange arter, slægter, familier m.m., samt om deres biologiske udvikling. Fylogeni bygger i særdeles høj grad på taxonomi, men kræver ofte udvidede undersøgelser af detaljer i dyrenes bygning. Faunistik er studiet af arternes udbredelse. Faunistiske data danner grundlaget for belysning af biogeografiske problemer. Faunistiske studier over danske insekter m.m. er af særlig betydning, fx for fredningsplanlægning.

3.1 *Semiakvatisk tægers systematik*

Revisionen af de marine tæger tilhørende underfamilien Haloveliinae (familien Veliidae), samt af deres ferskvandslevende slægtninge, er fortsat (Nils Møller Andersen).

3.2 *Aculeate hvepses systematik og faunistik*

3.2.1 Revisionen af gravehvepseslægten *Sericophorus* mangler stadig en del illustrationer. Beskrivelsen af nye *Miscophus*-arter fra den afrotropiske region er fortsat, lige som revisionen af danske guldhvepse. En revision af skandinaviske bier er påbegyndt, med henblik på udarbejdelsen af et bestemmelsesværk (Ole Lomholdt).

3.2.2 To arbejder om indo-australske *Polistes*-arter er afsluttet og i trykken. Revisionen af de orientalske og især de palæarktiske fløjlsmyrer (familien Mutillidae) er fortsat, stadig med hovedvægt på de af J. C. Fabricius beskrevne arter og disses nærmeste slægtninge: I den forbindelse er behandlet over 3.500 eksemplarer (Børge Petersen).

3.2.3 En revision af skandinaviske arter af familien Dryinidae er påbegyndt (Michael Andersen, specialeprojekt).

3.3 *Primitive sommerfugles anatomi og systematik*

I samarbejde med E. S. Nielsen, CSIRO, Canberra, er systematiske og anatomiske studier over den primitive australske familie Lophocoronidae og over den primi-

tive rodæderslægt *Fraus* fortsat. I samarbejde med R. M. Kristensen, Inst.f. Cellebiologi og Anatomi er studiet af larvekutikulaen hos urmøl (*Micropterigidae*) genoptaget (Niels Peder Kristensen).

3.4 *Fluers systematik*

3.4.1 Studier over palæarktiske, afrotopiske og orientalske stiletfluer (familien *Therevidae*) er fortsat; herunder er afsluttet to artikler om afrikanske arter, to artikler (i samarbejde med A. Nagatomi, Kagoshima) om japanske arter, et katalog (i samarbejde med M. E. Irwin, Champaign, Illinois) over australske-oceanske arter samt et bidrag til kataloget over palæarktiske fluer (Leif Lynneborg).

3.4.2 Den systematiske og faunistiske bearbejdelse af de skandinaviske arter af *Tachininae* (en gruppe snyltefluer) er fortsat. I forbindelse hermed er mange problemer vedrørende den systematiske placering af de basale grupper *Siphonini* og »*Neaerini*« blevet løst, og et manuskript om de europæiske arter af slægten *Phytomyptera* er afsluttet. Et manuskript om klassifikationen af gruppen *Graphogastrini* er under udarbejdelse (Stig Andersen).

3.4.3 Den systematiske og faunistiske bearbejdelse af de skandinaviske blomsterfluer (familien *Anthomyiidae*) er fortsat. I forbindelse hermed er afsluttet en revision på verdensplan af kogelefrøfluer, en bearbejdelse af brandbæger-blomsterfluer og (i samarbejde med D. M. Ackland, Oxford) en revision af et artskompleks i slægten *Phorbia* (Verner Michelsen).

3.4.4 Den systematiske og faunistiske bearbejdelse af skandinaviske kødfluer (familien *Sarcophagidae*) er afsluttet, ligesom revisioner af kødflue-arter beskrevet af Fabricius, Fallén, Zetterstedt og Rondani (Thomas Pape).

3.5 *Grønlands insektfauna i fortid og nutid*

En revision af den nutidige grønlandske billefauna er afsluttet. En bearbejdelse af subfossile insekter fra den 2 millioner år gamle Kap Københavnformation, Peary Land, er påbegyndt (Jens Böcher).

3.6 *Artsdannelse og evolution af tusindben på isolerede øer*

Efter at nogle rent taxonomiske-morfologiske arbejder om tusindben-ordenen *Julida* er afsluttet (dels en revision af den store slægt *Nepalmatoiulus* med 52 arter (heraf 46 nybeskrevne), dels fire små faunistiske arbejder), er emnet »ø-artssværme« af tusindben taget op igen. I forlængelse af tidligere studier over artssværme i slægterne *Cylindroiulus* og *Acipes* på Madeira er påbegyndt en analyse af de makaronesiske arter af slægten *Dolichoiulus*. Denne slægt er særligt artsrig på De kanariske Øer, hvorfra foreløbig omkring 20 arter er

konstateret (de fleste ubeskrevne), men er også repræsenteret på Madeira-, Selvage- og Kapverde-øerne. Det er planen 1) at beskrive arterne, 2) så vidt muligt at analysere deres indbyrdes slægtskabsforhold og korrelere disse med udbredelsen, 3) at analysere den morfologiske variation (arterne dækker bl.a. et betydeligt størrelsesspektrum) og om muligt korrelere arternes bygning med deres levested. I år er først og fremmest Tenerife's arter blevet studeret rent taxonomisk-morfologisk (Henrik Enghoff).

3.7 *Danske og arktiske ferskvandskrebssdyr*

Udarbejdelsen af et dafnie-bind til serien »Danmarks Fauna« er fortsat. I forbindelse hermed kortlægges de danske, specielt de bornholmske, arters udbredelse. En bearbejdelse af subfossile krebsdyrrester m.m. fra Kap København (jvf. 3.5) (Ulrik Ib Røen).

3.8 *Øvrige projekter*

3.8.1 Adephege vandbiller, fortsat (Mogens Holmen, fortsættelse af afsluttet specialeprojekt). Skandinaviske vandkærer, afsluttet (Michael Hansen, specialeprojekt). Danske smælderes udbredelse fortsat (Ole Martin). Fund af småsommerfugle i Danmark, fortsat (Ole Karsholt, i samarbejde med flere). Skallingens sommerfuglefauna, afsluttet (Ole Karsholt).

3.8.2 Syd- og mellemeuropæiske stængelmøl (familien *Ochsenheimeriidae*), fortsat (Ole Karsholt).

3.8.3 Oversigt over europæiske småsommerfugle af slægterne *Anacampsis* og *Aristotelia* (familien *gelechiidae*), påbegyndt (Ole Karsholt).

3.8.4 Tusindbens postembryonale udvikling, fortsat (Henrik Enghoff, i samarbejde med J. G. Blower, Manchester, og W. Dohle, Berlin).

3.8.5 Revision af tusindben i *Cylindroiulus truncorum*-gruppen (Henrik Enghoff, i samarbejde med Z. Korsós, Budapest).

3.8.6 Miden *Penthaleus major*'s påvirkning af høproduktionen i subarktisk Grønland, fortsat (Peter Nielsen).

3.8.7 Zoologiske genstande i Det kongelige Kunstkammer (1650-ca. 1828), påbegyndt (Peter Nielsen).

3.8.8 Synatrophe danske mejere, især med henblik på en tilsyneladende nyindvandret, men uhyre udbredt og talrig art (Henrik Enghoff).

De videnskabelige samlinger:

Flere af museets ansatte, stipendiater og specialestuderende har i årets løb deltaget i ekspeditioner eller indsamlingsrejser i Danmark, Sydamerika, Thailand,

Australien, USA, Frankrig, Hongkong, Grønland, Tunesien, Grækenland og Vesttyskland bekostet af universitetet samt diverse fonde.

Museet har desuden modtaget et større antal gaver. Samlingerne er derved blevet forøget med følgende materiale: Fiskesamlingen har fået 447 nye eksemplarer, heraf er 107 Cottidae fra Fishery Center, Seattle en gave. Padde/Krybdyr-samlingen har haft en tilgang på ca. 100 eksemplarer og fuglesamlingen 690 eksemplarer. I pattedyrsamlingen er indgået 801 eksemplarer, fortrinsvis flagermus og hvaler, og hertil kommer 82 eksemplarer i depot for Fredningstyrelsen. De kvartærzoologiske samlinger har modtaget 135 nye fund, det være sig enkelte knogler, enkelte skeletter eller store bopladsmaterialer bestående af i tusindvis af knogler – og endelig er samlingen forøget med 34 recente skeletter til brug for sektionens komparative samling. Samlingen af marine invertebrater er forøget med talrige mindre samlinger af især krebsdyr og bløddyr fra næsten alle dele af verden. Desuden betydende materialer af bløddyr dels fra Grønlands Fiskeri- og Miljøundersøgelser, dels fra Phuket, Thailand. Den entomologiske afdeling har haft en samlet tilgang på ca. 26.000 eksemplarer fordelt på 91 større eller mindre samlinger. Herunder 3.350 danske tusindben og mejere (skænket af B. Degerbøl), 670 bladluspræparater (skænket af O. E. Heie), 2.100 danske ugle (skænket af E. Palm), 700 brachycere fluer fra Spanien (skænket af V. Michelsen), 500 calyptrate fluer (skænket af T. Pape), 1.900 hvepse fra Botswana (skænket af P. Forchhammer), 700 insekter fra Stillehavsområdet (skænket af N. L. H. Krauss), 3.100 græske insekter, overvejende hvepse (skænket af G. Christensen) og 7.300 insekter fra Tunesien (samlet af O. Karsholt, O. Lomholdt, O. Martin og V. Michelsen). I bytte eller som gave er afgivet 1848 eksemplarer fordelt på ca. 800 arter til 32 udenlandske forskere og institutioner.

Museets ansatte har ekspederet 429 udlån og 172 indlån samt besvaret et stort antal forespørgsler fra enkeltpersoner samt offentlige og private institutioner.

Udstillings- og formidlingsvirksomhed:

Den daglige ledelse af udstillingerne og værkstederne er blevet varetaget af henholdsvis udstillingsleder Ole E. Meyer og værkstedsleder Hans Madsen.

Besøgstallet blev på i alt 165.790, hvoraf 39.571 var elever, der benyttede museet i forbindelse med planlagt undervisning. Det er meget naturligt, at kalenderåret 1986 satte bundrekord i besøgstal, siden udstillingernes åbning i Universitetsparken i 1970. Store besparelseskrav nødvendiggjorde desværre for det første en nedsættelse af åbningstiden, der bl.a. inkluderede mandagslukning (dog ikke for skoler og lignende i vinterhalvårets formiddagstimer, hvor der blev givet undervisning). For det andet lukkede museet totalt for

besøg på udstillingerne fra mandag d. 15. december og ikke alene året ud, men frem til d. 19. januar 1987 inkl.

Zoologisk Museums særudstilling »SANS – se, føl og hør« stod meget flot på Aalborg Historiske Museum fra d. 12. oktober 1985 og frem til d. 17. august 1986. Den blev derefter flyttet til Fiskeri- og Søfartsmuseet i Esbjerg, hvor den blev åbnet for publikum d. 17. oktober. – Fra årets start og frem til d. 1. april, viste Zoologisk Museum særudstillingen »Danmarks nationalfugl, knopsvanen i kultur og natur«. Derefter blev den udlånt til opstilling på Naturhistorisk Museum i Århus, hvorfra den kom tilbage d. 6. oktober. – Fra d. 4. marts til d. 4. april stod en lånt vandredstilling »I går, i dag, i morgen – en udstilling om truet natur i København« på museet. Udstillingen var produceret af Biologisk Samling, Københavns kommunale Skolevæsen og Dag- og Døgncentrets udstillingsværksted. – Den 12. maj blev »Fugle i form og farve«, en udstilling af balsa-træskulpturer m.v. åbnet i forhallen, hvor den kunne ses til 15. juni. – Den 15. maj blev et diorama med museets Sumatranæsehorn åbnet. Det udgør et vigtigt supplement til basisudstillingen »Fra Pol til Pol«. – Den 16. juni åbnedes særudstillingen »Musæet i museet« med præparater fra husets tidligste historie. Den blev nedtaget d. 1. december. – »Fugleliv i Brasilien – truet af regnskovens ødelæggelse« var titlen på en forhålsudstilling, der stod fra d. 22. juli til d. 26. november. Den blev blandt andet et supplement til, at museets skoletjeneste i november netop satte fokus på regnskovsproblemer. – Fra d. 5. december og lidt ind i 1987 kunne forhålsudstillingen »Humor og livsmod – keramiske dyr fra Læsø« ses.

Arbejdet med blandt andet opbygning af elementer til en kommende særudstilling om naturforvaltning i Danmark er fortsat. Parallelt hermed er der taget følgende skridt til forsøg med datamatstyret formidling: I et samarbejde med IBM Danmark og Centret for Informatik og Teknologi under Københavns kommunale skolevæsen er der blevet udviklet en forsøgsopstilling, som skal afprøve anvendelsen af interaktiv video (sammenkobling af microcomputer og videopladespiller) i formidlingsarbejdet. Stud.scient. Johnny Jensen har forestået programmeringen, der foruden at give øjeblikkelig adgang til et hvilket som helst billede på videopladen, samtidig giver de relevante oplysninger skrevet på microcomputerens monitor. Foruden at arbejde med en plade om engelske fugle har udstillingsafdelingen sammen med Nationalmuseet og Danmarks Radio deltaget i forsøgsfremstillingen af vor egen videoplade. På den er der indlagt 800 billeder fra museets aktivitetsområder. Begge plader tænkes anvendt i forbindelse med menustyrede programmer i en udstillingsstand, som formentlig opstilles på udstillingsarealet i begyndelsen af 1987.

Museumsrådet for København og Frederiksberg opfordrede de københavnske museer til initiativer i marts under mottoet »Vores by«. Derfor arrangerede

Zoologisk Museum små plancheudstillinger, og zoologer fortalte om sider af byens dyreliv (2. marts). Et andet arrangement var en naturhistorisk pendent til »Tøm kommodeskuffen«, hvor publikum (9. marts) kunne få identificeret naturalier hos husets specialister, der var til stede i forhallen. – Zoologisk Museums »Åbent Hus«-arrangementer søndagene d. 16. februar og d. 16. november blev besøgt af henholdsvis 650 og 600 gæster, der blev vist rundt i samlingerne.

Fra d. 1. februar i år har Zoologisk Museum kunnet byde på Marionetteater for de 3-10 årige.

Teateraktiviteten startede som et 7 måneders jobtilbud, hvortil grafiker William Frohn og pædagog Mette Philipsen blev ansat. Opgaven lød på at videreudvikle marionetsspillet »Hare Hop«, som skoletjenesteleder Annegrete Munksgaard og William Frohn havde skrevet og opført sammen med tegneren Eva Zelander i efterårsferien 1985. Forestillingen »Hare Hop« er et økologisk lærestykke, der omhandler alles ret til at være i naturen. Stykket har spillet 125 gange på museet, og rundt i landet som turnerende børneteater 57 gange. I alt 182 spil som ca. 11.000 børn og 3.500 voksne har set på. Fra juli har marionetteatret taget entré, og på 4½ måned omsat for 150.000 kr. Der er lagt planer for, at marionetteatret kan fortsætte som selvstændigt børneteater på Zoologisk Museum.

I efterårsferien kom der 14.960 besøgende, små 3000 flere end i 1985. Zoologisk Museums marionetteater opførte forestillingen »Hare Hop«, kustoderne viste børnene levende fisk i akvarier, og der var mulighed for at se på smådyr i mikroskoper. Der blev vist naturfilm og lysbilleder, og der var mulighed for at tegne, farve, løse opgaver og deltage i forskellige dyrespil.

39 udenlandske og 7 danske museumsfolk og/eller musealt interesserede besøgte udstillingsafdelingen for at drøfte emner af udstillingsmæssig og pædagogisk karakter.

Udgivervirksomhed m.v.:

Museet udgiver følgende tidsskrifter eller serier med følgende medarbejdere som redaktører eller redaktionsmedlemmer (red. nævnt først): *Atlantide Report* (J. Knudsen, T. Wolff); *Dyr i natur og museum* (T. Hatting, H. J. Baagøe, K. W. Petersen, H. Enhoff, O. Lomholdt); *Galathea Report* og *The Natural History of Rennell Island* (T. Wolff); *Steenstrupia* (H. Enghoff, J. Just, N. P. Kristensen, J. B. Rasmussen).

Følgende medarbejdere er redaktører af fremmede tidsskrifter: E. Bertelsen (*Dana Reports* (Carlsbergfondet)); K. Kamp (*Dansk Ornitologisk Forenings Tidsskrift*); H. Meltøfte (bog om nyere forskning på Fredningsstyrelsens naturreservater og feltstationer); J. G. Nielsen (medredaktør af »*Fishes of the North Atlantic and the Mediterranean*« (UNESCO)); J. Just (Meddelelser om Grønland (Biosci-

ce)), indtil 1/7; C. Nielsen (*Acta Zoologica*, dansk red.); G. Høpner Petersen (Meddelelser om Grønland (Bioscience)); T. Wolff (Deep-Sea Newsletter); N. Møller Andersen (*Entomologica Scandinavica*, hovedredaktør); N. P. Kristensen (*Zoomorphology, Zeitschrift für zoologische Systematik und Evolutionsforschung* – entomologisk redaktør); L. Lyneborg (*Fauna entomologica Scandinavica*, Danmarks Dyreliv); V. Michelsen (*Entomologiske Meddelelser*).

Følgende medarbejdere er redaktionsmedlemmer af fremmede tidsskrifter: K. Aaris-Sørensen (*Journal of Danish Archaeology*); J. Fjeldsø (*Dansk ornitologisk Forenings Tidsskrift*, GAD/DOF-salgsbog »Se på Fugle«); T. Hatting (*Museumsmagasinet, Journal of Danish Archaeology*); H. Meltøfte (*Dansk Ornitologisk Forenings Tidsskrift*); K. Malling Olsen (*Fugle* (Dansk Ornitologisk Forening)); J. Just (*Astarte: Journal of Arctic Biology*); J. Knudsen (*Malacologia*); B. Muus (*Ophelia*; *Levende Natur*); C. Nielsen (*Sarsia*; *Research Bulletin Phuket Marine Biological Center*); G. Høpner Petersen (*Polar Biology*); K. W. Petersen (*Indomalayan Zoology*); T. Wolff (*Biological Oceanography*; *Sarsia*; *Bijdragen tot het Dierkunde*; *Naturens Verden*; *Levende Natur*). N. P. Kristensen (*Systematic Entomology*, *Fauna entomologica Scandinavica*).

Følgende medarbejdere har været referent for diverse tidsskrifter: K. Jensen (*American Malacological Bulletin*); J. Just (*Sarsia*; *Records of the Australian Museum*); J. Knudsen (*Sarsia*; *Journal of Conchology*); B. Muus (*Ophelia*; *Sarsia*); C. Nielsen (*Canadian Journal of Zoology*; *Proceedings, 2nd International Pylchaete Conference*); M. E. Petersen (*Ophelia*); T. Wolff (*Journal of Crustacean Biology*). H. Enghoff (*Entomologica Scandinavica*). N. P. Kristensen (*Entomologica Scandinavica*, *Zoologica Scripta*, *International Journal of Insect Morphology & Embryology*, *American Naturalist*); O. Lomholdt (*Entomologica Scandinavica*).

Anden redaktionel virksomhed: J. B. Kirkegaard og M. E. Petersen redigerer *Proceedings, 2nd International Polychaete Conference* til udgivelse af forlaget E. J. Brill, Leiden.

B. Muus og M. Stoltze har redigeret En ny Junglebog. Økologiske og sociologiske aspekter af tropeskovenes fattiggørelse. Indlæg fra en konference i Århus 1985.

G. Høpner Petersen har redigeret *Arktisk Biologi*, feltkursus 1984, Zoologisk.

I. Gjorup har redigeret *Årsberetning for 1986*, Zoologisk Museum, Københavns Universitet.

Gæster og rejser:

Sheila Sutherland, University of Sheffield, 1.4.-8.8. – (kvartærzoologi: Forhistoriske fugle). – Mark Curtis, McGill University, Canada, 17.6.-21.9. (arktiske og antarktiske økosystemers struktur). Z. Kórsos, Buda-

pest, 4.3-5.6- (tusindben) – Ebbe Schmidt Nielsen, Canberra, 27.9.-20.11. (sommerfugle). – H. Schellau, Graz, 15.1.-15.3. (sommerfugle).

Morten Meldgaard har foretaget kvartærzoologiske studier ved University of Alaska i september-oktober, ved Smithsonian Institute, Washington i oktober og ved American Museum of Natural History i oktober, samt foretaget kvartærzoologiske udgravninger i Disko Bugt, Grønland i juni-august. Hans Meltøfte har lavet studier og bearbejdning af måge-/terneobservationer i Blåvand 14.7.-29.10.

Klaus Malling Olsen foretog kjøve-studier på Gotland, Sverige i juli måned. Claus Nielsen studerede bunddyrlarvers morfologi ved Friday Harbor Laboratories, U.S.A. fra 30.6.-13.8. Jens Böcher indsamlede insektfossiler i Kap København, Peary Land, Grønland fra 23.6.-28.7.

Publikationer:

- Aaris-Sørensen, K., Petersen, E.B.: The Prejlerup Aurochs – an Archaeozoological Discovery from Boreal Denmark. *Archaeozoologia mélanges publiés à l'occasion du 5^e congrès international d'archéozoologie*, Bordeaux 1986, Pierre Ducos, (ed.), s. 99-109, Grenoble 1986.
- , Petersen, E.B.: The Prejlerup Aurochs – an Archaeozoological Discovery from Boreal Denmark. *Striae* Vol. 24, s. 111-17, Uppsala 1986.
- : Mammuten i Danmark. *Dyr i natur og museum* 2, s. 14-18, København 1986.
- : Mammuten og andre istidsdyr i Danmark. *Naturkalenderen* 1987, N. Blædel, B. Jørgensen (red.), s. 270-79, København 1986.
- : Den terrestriske pattedyrfauna i det sydfynske øhav gennem Atlantikum og Tidlig Subboreal. *Yngre stenalder på øerne syd for Fyn*, Jørgen Skaarup, s. 458-66, Rudkøbing 1985.
- Clausen, M.W.: Bestemmelse af havens og regnormekulturernes regnormearter. *Regnorme-nyt* 2, s. 28-36, København 1986.
- Enghoff, H.: Leg polymorphism in a julid millipede, *Anaulaciulus inaequipes* n.sp. With a list of congeneric species (Diplopoda, Julida, Julidae). *Stenstrupia* 12, s. 117-25, Zoologisk Museum, København 1986.
- : A continental species of *Acipes* Attems 1937 (Diplopoda: Julida: Blaniulidae). *Senckenbergiana biologica* 67, s. 207-09, Frankfurt am Main 1986.
- Hansen, B.: Dybhavets søpølser – et eksempel på tilpasning til et miljø. *Dyr i natur & museum* 1, s. 23-29, København 1986.
- : Danmarks deltagelse i den biologiske udforskning af dybhavet. *Historiske perspektiver*, T. Wolff (red.), s. 53-64, København 1986.
- Jensen, K.R.: Observations on copulation in two species of *Elysia* from Florida (Opisthobranchia: Ascoglossa). *Ophelia* 25, s. 25-32, Helsingør 1986.
- : Observations on feeding, copulation and spawning of the ascoglossan opisthobranch *Calliopaea oophaga* Lemche. *Ophelia* 25(2), s. 97-106, Helsingør 1986.
- Jensen, M.: Echinoderms of the Rockall Trough and adjacent areas 2. Echinoidea and Holothurioidea. *Bull. Br. Mus. nat. Hist* 48(4), s. 173-213, London 1986.
- : Functional morphology of test, lantern and tube feet ampullae system in flexible and rigid sea urchins (Echinoidea). *Proceedings of the fifth international Echinoderm conference* Galway s. 281-288, Rotterdam Boston. 1986.
- Jeppesen, P.C.: Dytiscid Beetles in Greenland, with Description of the Three larval stages of *Hydroporus melanocephalus* (Marsham, 1802). *Entomologica Basiliensia* 11, s. 67-79, Basel 1986.
- Jocqué, R., Scharff, N.: Spiders (Araneae) of the family Linyphiidae from the Tanzanian mountain areas Usambara, Uluguru and Rungwe. *Ann. Mus. Roy. Afr. Centr. Sci. Zool* 248, s. 1-61, Tervuren, Belgien 1986.
- Karsholt, O., Nielsen, E.S.: The Lepidoptera described by C. P. Thunberg. *Entomologica Scandinavica* 16, s. 433-63, København 1986.
- , Larsen, K.: *Aterpia corticana* (Den. & Schiff.) og andre sommerfugle meldt fra Ringedal på Bornholm (Lepidoptera). *Entomologiske Meddelelser* 53, s. 89-95, København 1986.
- : Indslæbte arter – Introduced species. Katalog over de danske Sommerfugle – Catalogue of the lepidoptera of Denmark, Schnack, K. (ed.), s. 133-35, København 1986.
- , Larsen, K., Schnack, K.: *Bucculatricidae*, *Douglasiidae*. Katalog over de danske sommerfugle – Catalogue of the lepidoptera of Denmark, Schnack, K. (ed.), s. 51, København 1986.
- , Larsen, K., Schnack, K.: *Lyonetiidae*, *Glyphipterigidae*. Katalog over de danske sommerfugle – Catalogue of the lepidoptera of Denmark, Schnack, K. (ed.), s. 54, 118, København 1985.
- , Larsen, K., Schnack, K.: *Choreutidae*. Katalog over de danske sommerfugle – Catalogue of the lepidoptera of Denmark, Schnack, K. (ed.), s. 76, København 1985.
- , Nielsen, E.S.: *Heliozelidae*, *Adelidae*, *Incurvariidae*, *Prodoxidae*. Katalog over de danske sommerfugle – Catalogue of the lepidoptera of Denmark, Schnack, K. (ed.), s. 45-6, 116-7, København 1986.
- : Nomenklatur – Nomenclature. katalog over de danske sommerfugle – catalogue of the lepidoptera of Denmark, Schnack, K. (ed.), s. 21-41, København 1986.
- : *Micropterigidae*, *Eriocraniidae*, *Hepialidae*, *Opostegidae*, *Nepticulidae*. Katalog over de danske sommerfugle – Catalogue of the lepidoptera of Denmark, Schnack, K. (ed.), s. 45-5, 115-6, København 1986.

- : Tischeriidae. Katalog over de danske sommerfugle – Catalogue of the lepidoptera of Denmark, Schnack, K. (ed.), s. 47, København 1986.
- Karsholt, O.: Ochsenheimeriidae. Katalog over de danske sommerfugle – Catalogue of the lepidoptera of Denmark, Schnack, K. (ed.), s. 54, København 1985.
- : Scythrididae, Blastobasidae, Gelechiidae. Katalog over de danske sommerfugle – Catalogue of the lepidoptera of Denmark, Schnack, K. (ed.), s. 62-67, 119, København 1985.
- Kinze, C.C., Sørensen, T.B.: Hvor er Bornholms hvaler? Fjælstaunijn 10 (1), s. 14-17, Gudhjem 1986.
- : Note on the occurrence of Spondylitis deformans i a sample of harbour porpoises (*Phocoena phocoena* (L.)) taken in Danish waters. Aquatic Mammals 12 (1), s. 25-27, Harderwijk, Nederland 1986.
- : On the Distribution of the Harbour Porpoise (*Phocoena phocoena*) in Danish Waters. ICES-papers N:12, s. 1-6, København 1986.
- : Nu skal vores egen hval reddes. Levende Natur 3/86, s. 12-13, København 1986.
- : Tag over Storebælt og se på marsvin. Ud og Se 8, s. 31, København 1986.
- , Sørensen, T.B.: Oceaner af hvaler? København 1986, 56 s.
- : Et års observationer af Marsvin (*Phocoena phocoena*) fra danske færgeruter. Flora og Fauna 91 (3-4), s. 21-27, Århus 1985.
- : Intraspecific Variation in Baltic and North Sea Harbour Porpoises (*Phocoena Phocoena* (L., 1758)). Vidensk Meddr dansk naturh Foren 146, s. 63-74, København 1985.
- : Danmarks hvaler- en endnu ukendt størrelse. Natur 26, s. 8-9, København 1985.
- Lomholdt, O.C.: Myren Pheidole anastasii Emery, 1896 i Botanisk Have København (Hymenoptera, Formicidae). Entomologiske Meddelelser Bd. 53, hefte 2, s. 58, København 1986.
- , Rasmussen, N.: Tyvemyren Diplorhoptrum fugax Latreille, 1798 fundet i Danmark (Hymenoptera, Formicidae). Entomologiske Meddelelser 53,3, s. 111-112, København 1986.
- Meldgaard, M.: Sidste nyt om den uddøde grønlandske gejrflugt. Dyr 2, s. 21-23, København 1986.
- : The Greenland caribou-zoogeography, taxonomy, and population dynamics. Meddelelser om Grønland, Bioscience 20, s. 1-88, København 1986.
- : Op og nedgangstider for de grønlandske dyr. Forskning i Grønland 2, s. 26-31, København 1986.
- , Grønnow, B.: Sidste nyt fra Sarqaq-Folket. Rapport fra udgravningerne i Disko Bugt. Forskning i Grønland 1, s. 9-18, København 1986.
- : Rensdyr og moskusokser på langfart. Dyr 1, s. 12-15, København 1986.
- , Böcher, J., Grønnow, B.: Mineselskab truer uerstattelige værdier i den fredede paradisdal. (Kronik). Atuagagdliutit/Grønlandsposten 20, s. 10-11, Nuuk 1986.
- Meyer, O.E.: Sumatranæsehorn i udstillingen – en stor sjældenhed. Dyr i natur og museum 1, s. 2-6, Zoologisk Museum, København 1986.
- Molinari, I., Petersen, G.H.: Groenlandia, la vita Difficile. Famiglia Cristiana 6. August 1986, s. 52-55, Milano 1986.
- Muus, B.: Nyere biogeografiske modeller i relation til tropeskovenes fattiggørelse. Enny junglebog. Tropeskovens situation – økologiske og sociale aspekter, Bent Muus, Michael Stoltze, s. 34-41, Kbh. 1986.
- Møhl, J.: Dog remains from a paleoskimo settlement in West Greenland. Arctic Anthropology Vol. 23, Nr. 1&2, s. 9, The University of Wisconsin 1986.
- Nielsen, C.: Fauna associated with the coral Porites from Phuket, Thailand (Part 1): Bivalves with description of a new species of Gastrochaena. Research Bulletin Phuket Marine Biological Center 42, s. 1-24, Phuket, Thailand 1986.
- Nielsen, J.: Leptobrotula breviventralis, a new bathyal fish genus and species from the Indo-West Pacific Cophidiiformes, Ophidiidae). Copeia 1, s. 5, USA 1986.
- Nielsen, J.G., Cohen, D.M.: Ophidiidae. Smith's Sea Fishes, M. M. Smith, P. C. Heemstra, s. 345-50, Syd Afrika 1986.
- : Aphyonidae. Smith's Sea Fishes, M. M. Smith, P. C. Heemstra, s. 356-57, Syd Afrika 1986.
- Nielsen, J.G., Jespersen, Å.: Morphometric changes in ripening Omosudis lowei (Pisces, Omosudidae). Arch. FischWiss 37, s. 59-67, Berlin 1986.
- Nielsen, J., Cohen, D.M.: Melodichthys, a new genus with two new species of upper bathyal bythitids (Pisces, Ophidiiformes). Cybium Vol. 10, No. 4, s. 381-87, Paris 1986.
- : 8 familier: Parabrotulidae, Bythitidae, Ophidiidae, Aphyonidae, Citharidae, Scopthalmidae, Bothidae, Pleuronectidae. Fishes of the North-eastern Atlantic and the Mediterranean vol. III, UNESCO, s. 1013-473, Paris 1986.
- Petersen, G.H.: The eastern Mediterranean Shelf Ecosystem in global connection including some biological and geological implications. Mediterranean Marine Ecosystems. Nato Conference Series, Series I: Ecology. M. Moraitou-Apostolopoulou, V. Kiortsis (eds), s. 147-62, New York 1985.
- : Geologiske teorier i konflikt med biologiske observationer. Dansk Geologisk Forening, Årsskrift for 1985 1985, s. 67-68, København 1986.
- : Forord. Arktisk Biologi, Feltkursus 1984, G. Høpner Petersen (red.), s. 3-13, København 1985.
- Post, O.H.: "Hvad er der inden i?" Dyr i natur og Museum 1, s. 16-22, København 1986.
- , Lindhardt, J.: Zoologiske præparater. Bevarings Håndbogen, Statens Museumsnavn, s. 606, København 1986.

- Rasmussen, E.: Østersbanken i Isefjorden. Naturlivs, April, s. 9-12, København 1985.
- Rasmussen, J.B.: On the taxonomic status of *Dipsosaurus werneri* (Boulenger), *D. shrevei* (Loveridge), and *Crotaphopeltis hotamboeia* kageleri Uthmöller (Boiginae, Serpentes). *Amphibia-Reptilia* 7, s. 51-73, Brill, Leiden 1986.
- Rosenlund, K.: An Ertebølle Settlement with a highly specialized Fishing. *Ichthyo-osteo-archaeology News*, s. 8-10, Lyngby 1985.
- : Pilrokkeren i Danmark i fortid og nutid. *Dyr i Natur og Museum* 2, s. 20-24, København 1985.
- Røen, U.: Ferskvandskrebsdyr på Christiansø. *Fjælstæta* 9. årgang, Nr. 2, s. 118-23, Gudhjem 1985.
- : Dafnier – ukendte almindeligheder. *Dyr i natur og museum* Nr. 1, s. 7-11, Zoologisk Museum, København 1986.
- : Sven Jørgen Rolf Birket-Smith 12. april 1920 – 13. december 1983. *Videnskabelige Meddelelser fra Dansk Naturhistorisk Forening* 146, s. 101-05, København 1986.
- : Anker Nielsen 21. februar 1907 – 9. december 1964. (nekrolog). *Entomologiske Meddelelser* 53, Hæfte 2, s. 49-52, København 1986.
- Schiøtte, T.: Marine Mollusca from Jørgen Brønlund Fjord, Peary Land, North Greenland. Abstracts, Ninth International Malacological Congress, Unitas Malacologica, s. 78, Edinburgh 1986.
- Schiøtte, T., Vedelsby, A.L.: Forsskål and Niebuhr: Their expedition and collections. Abstracts, Ninth International Malacological Congress, Unitas Malacologica, s. 78, Edinburgh 1986.
- Tuxen, S.L.: Protura (Insecta). *Fauna of New Zealand* 9, s. 1-50, Wellington, New Zealand 1986.
- Vedelsby, A.L.: Om snegle, gastronomi og misforståelser. *Dyr i Natur og Museum* 2, s. 28-29, København 1986.
- Vibe, C.: Kalaallit Nunaata Uumasii, Miluumasut (Grønlands Fauna, Pattedyr). *Grønlands Fauna*, B. Muus, F. Salomonsen, C. Vibe (eds), s. 354-459, Nuk 1985.
- Wolff, T.: Erik M. Poulsen, 14. juli 1900- 12. januar 1985. *Vidensk. Medd. dansk naturh. For.* 146, s. 133-39, København 1985.
- : The Composition and Distribution of the hydrothermal vent Fauna. *Deep-Sea Newsletter* 6. december, s. 9-13, København 1985.
- : Jubilæumsrejsen til Indien og Nepal 17. dec. 1983 – jan. 1984. *Vidensk. Medd. dansk naturh. For.* 146, s. 145-50, København 1985.
- : Havdyr, der æder træ. Træ og ting af træ, Træbranchens oplysningsråd, 85 s. København 1985.
- : Et bibliografisk klenodier. *Naturens Verden* 6-7, s. 246-48, København 1985.
- : Oaser i dybhavet – Det hydrotermiske væld og deres fantastiske dyreliv. *Naturens Verden* 11-12, s. 393-420, København 1985.
- : Runde begivenheder i glimt. *Natur* 87 lommekalenderen, Niels Blædel, Bent Jørgensen m.fl., s. 280-81, København 1986.
- : Dyrenes kulturhistorie. *Naturens verden* 10, s. 391-93, København 1986.
- : Erik M. Poulsen (1900-1985). *Journal of Crustacean Biology* Vol. 6, 2, s. 308-10, Lawrence, Kansas 1986.
- : Indledning. *Sahel lever*, P. Roch, H. Scudel, s. 2, København 1986.
- : Indledning. Historiske perspektiver. Beretn. fra 4. danske havforskermøde, København, januar 1986, Dansk Nationalråd for Oceanologi, s. 7-8, Hirtshals 1986.
- : Fagkundskab, æstetik og nøgne snegle. *Naturens Verden* 11-12, s. 433-35, København 1986.
- : Havskildpadderne. Køb ikke deres liv. *Levende Natur* 4, s. 17, København 1986.
- : Pandaen – et truet symbol. *Levende Natur* 4, s. 24, København 1986.

Niels Peder Kristensen

4. Ferskvandsbiologisk Laboratorium

Historie:

Københavns Universitets Ferskvandsbiologiske Laboratorium er Europas næstældste ferskvandslaboratorium, som stadig er aktivt. Det blev oprettet i 1897 af C. J. Wesenberg-Lund og Carlsbergfondet. Laboratoriet blev placeret ved Furesøens bred i Frederiksdal, hvor Danmarks berømteste zoolog, O. F. Müller, den danske Linné, havde foretaget sine banebrydende studier inden for ferskvandsbiologi 130 år tidligere, mens han var huslærer på Frederiksdal Slot.

De ydre vilkår for starten af laboratoriet var beskedne. Det blev indrettet i dækshuset fra skonnerten IN-GOLF. Det havde tjent som laboratorium i grønlandske farvande. Størrelsen var 4 × 5,5 m, og det blev delt i 3 rum. Det blev en frugtbar tid, hvor en række danske naturvidenskabsmænd benyttede laboratoriet til studier af Furesøen og dens omgivelser. Wesenberg-Lund skrev selv den ene store monografi efter den anden.

I 1911 flyttede laboratoriet til en lejlighed på Torvet i Hillerød, da Wesenberg-Lund forudså den senere urbanisering omkring Furesøen.

Laboratorieforholdene forbedredes væsentligt, bl.a. fik laboratoriet eget elektricitetsværk. Andre forskningsemner blev taget op. Det var studier over de nordsjællandske damme og deres dyreliv. Adskillige monografier om dette emne og emner fra Furesøtiden så dagens lys. I perioden 1911-1930 blev laboratoriets navn og dermed dansk ferskvandsbiologi slået internationalt fast.

I 1930 flyttede laboratoriet til en villa ved bredden

af Frederiksborg Slotssø, indkøbt til dette formål af Carlsbergfondet. Laboratorieforholdene forbedredes igen, idet huset blev indrettet til et moderne laboratorium. Wesenberg-Lund avancerede først til docent og siden til ekstraordinær professor. Ved hans afgang i 1939 blev professoratet gjort ordinært, og Carlsbergfondet forærede laboratoriet til Københavns Universitet. Carlsbergfondet havde overbevist staten om, at faget var bæredygtigt. Det lykkedes efterfølgeren Kaj Berg at udvide laboratoriet til praktisk taget den størrelse, som det har i dag. I 1955 og 1967 blev to større villaer erhvervet, og fra 1977 lykkedes det at leje en tre-etagers bygning ved siden af vore laboratorier.

Laboratoriet råder i dag over en stor grund over for Frederiksborg Slot med et kemihus, et botanikhus med kontor og fællesfaciliteter, et zoologihus samt et bibliotekshus med forskellige laboratorier. Endvidere findes et magasin og en værkstedsbygning. Laboratorieforholdene er ikke ideelle, men beliggenheden tæt på nogle af vore forskningsområder i den nordsjællandske natur er fortrinlig.

Laboratoriet har undervisning hele året. Kursusundervisning foregår på laboratoriets feltstation, Salten Skov laboratoriet ved Silkeborg, midt i det jyske sødistrikt. Forskningsaktiviteter i Jylland udgår herfra.

Stab:

VIP: Antal årsværk: 15,5.

Professor: P. M. Jónasson.

Lektorer: S. Bosselmann, T. Moth Iversen, K. Sand Jensen, C. Lindegaard, L. Kamp Nielsen, B. Riemann, J. Thorup, S. Wium-Andersen.

Stipendiater: P. C. Dall, P. Koefoed Bjørnsen, O. Gertz-Hansen, K. Christoffersen, J. Borum.

Fondsansatte: K. Hamburger, H. Jerl Jensen, J. P. Müller.

TAP: Antal årsværk: 14.

G. Andersen, T. Andersen, J. Christensen, L. Eckberg Danielsen, L. Eplov, M. Fisker, F. Heegaard, H. Heegaard, B. Kjeller, I. Larsen, W. Martinsen, H. Møller, J. Stensgaard Nielsen, D. Olsen, V. Kolbe Olsen, F. Petersen, E. Poulsen, A. Thorsteinsson.

Forskningsvirksomhed:

Instituttets forskningsvirksomhed dækker økologiske problemstillinger på forskellige niveauer i et spektrum af ferskvandssystemer eller dele heraf. Målet med denne virksomhed er at beskrive og forklare biotisk og abiotisk struktur og funktion i alle former for ferskvand: Vandløb, søer og brakvandsområder. Hovedvægten har været lagt på studiet af systemer med forskellige former for kulturpåvirkning som eutrofiering, orga-

nisk stof- og tungmetallforurening, vandindvinding og vandløbspleje og -regulering i ferskvandsbiologiens arbejdsområde. Som højeste synteseniveau arbejdes med matematisk-økologiske modeller omkring sø- og fjordeutrofiering, tungmetallforurening og omkring organisk stof og ilt i vandløb. Inden for denne emnekreds centrerer laboratoriets forskningsindsats sig om en række hovedtemaer, hvoraf de vigtigste for øjeblikket er:

- Procesdynamiske undersøgelser af stof- og energiuveksling mellem alger, bakterier og dyreplankton og fisk i søer med forskellig organisk stof- og nærings-saltbelastning. Detailbeskrivelse af algers udskillelse af organisk stof, bakteriers produktion og optagelse af opløst stof, samt dyreplanktonets produktion og græsning af såvel bakterier som alger. Dette tema omfatter nu eksperimenter med hele søer, hvor bl.a. effekter af manipulation af skildtfiskebestanden (skaller, brasen) belyses i relation til algevækst, næringssalt- og iltomsætning, forekomst af bunddyr og fastsiddende vandplanter.

- Validering af opstillede søeutrofieringsmodeller med baggrund i konkrete rensningsindgreb i søer, hvor der tidligere er lavet undersøgelser og opstillet modeller.

- Vurdering af de økologiske konsekvenser af vandindvinding i vandløb. Detailbeskrivelse af den naturlige dynamik og virkningerne på: Iltforholdene, stofakkumuleringen, de autotrofe komponenter (mikrobenthos, makrofyter, biologisk film), invertebratfaunaen på bunden og i vegetationen samt fiskene. Arbejdet involverer samtidig beskrivelser af årssynamik i forekomst og produktion af de biologiske komponenter, d.v.s. alle primærproducenter og invertebrater.

- I tilknytning til ovenstående arbejdes der med procesdynamiske aspekter: Den overordnede ilt- og kvælstofbalance, fotosyntese-respirationsforholdene samt nitrifikationsprocesser på vandløbsbunden, på makrofyterne og i vandfasen.

Med henblik på bl.a. arbejdets generelle administrative anvendelse arbejdes der med overordnede iltmodeller for en række vandløbsstrækninger i Suså-systemet og Gudenå-systemet.

- Økosystemanalyser af søer, hvori indgår kemiske stofbalancer, primærproduktionsbestemmelser af såvel fasthæftede organismer som fytoplankton og populationsdynamik, produktionsstudier og energetik af både invertebrater og fisk.

De konkrete systemer, som undersøges, er:

- a) Thingvallavatn, Islands største sø, med henblik på senere sammenligning af en dyb, subarktisk sø med velundersøgte subarktiske og tempererede, dybe og lavvandede søer.
- b) Esrom Søs littoralzone med henblik på afklaring af energiomsætningen og for senere sammenligning med de velundersøgte forhold i Esrom Søs frie vandmasser og på bar bunden.

– Identifikation, forekomst samt økologisk betydning af kampstoffer hos submerse vandplanter.

– Betydningen af skidtfisk (Skalle og Brasen) for forekomst af planteplankton, bunddyr, næringsstoffer og undervandsplanter i Frederiksborg Slotssø.

– Brug af det på ålegræs voksende epifysamfund som målestok for eutrofiering i brakvandområder.

– Intern ilt- og kuldioxid-recirkulation og udveksling hos vandplanter med henblik på vurdering af planternes rolle i omsætning af organisk stof og ilt i de frie vandmasser og i sedimentet.

– Tungmetalsætning og -påvirkning i vandløb, søer og marine områder.

– En undersøgelse af næringssaltene transport og omsætning i Roskilde/Isefjord-systemet og dets op- og nedbrydning af vandsystemernes abiotiske og biotiske struktur.

1. Økosystemanalyse af en dyb, subarktisk sø, Thingvallavatn

I samarbejde med Islands Alting, Islands Universitet, Uppsala Universitet, Fiskeristyrelsens Sötvattenslaboratorium, Drottningholm, Joensuu Universitet og Oslos Universitet samt andre norske instanser er undersøgelsen af Thingvallavatn fortsat. Formålet er at klarlægge det organiske stofs opbygning og nedbrydning på alle niveauer. Undersøgelsen, som startede i 1975, har foreløbig omfattet: Temperaturforhold, kemiske forhold (især næringssaltbalancen), det organiske stofs sedimentationsforhold, plante- og dyreplanktonets sammensætning og produktion, plante- og dyresamfundenes sammensætning og produktion på sten, sandbund og klippekyst (der udgør ca. 40% af søens areal), samt dyresamfundet på de bløde sedimentationsområder. Fiskepopulationernes biologi og kvantitative betydning i økosystemet undersøges også. Thingvallavatn har en stor fjeldørredbestand og er den eneste kendte sø, hvor der er fundet 4 varianter af denne fisk. En særlig undersøgelse er derfor sat i gang for at undersøge disse varianter genetiske forhold indbyrdes. Med inddragelsen af undersøgelser af fiskebestandens artssammensætning, størrelse og aldersfordeling, fødevalg, vækst, dødelighed og det nuværende fiskeris indflydelse på bestandens størrelse får projektet også en almenyttig betydning. Projektet forventes at udmunde i et sammenfattende økosystemstudie og vil være den første undersøgelse af en dyb fjeldørred i Norden. I 1986 har der været lagt særlig vægt på fiskeproblematikken, samt en fortsat undersøgelse af plantebælterne. Et internationalt symposium: »Subarctic Lakes influenced by continental drift on the North Atlantic Ridge – an ecological analysis at all levels« blev afholdt i Reykjavik i Nordens Hus 26. august til 2. september 1986 (P. M. Jónasson, C. Lindegaard, H. Malmquist, P. C. Dall, K. Hamburger, F. & H. Heegaard, L. Eplöv).

2. Økosystemanalyse af en lavvandet subarktisk sø, Mývatn

Laboratoriet foretog i 70'erne i samarbejde med det islandske industriministerium en økosystemanalyse af søen. I forbindelse med ønsket om en videregående industriel udnyttelse af kiselgursedimentet i søen er der på foranledning af industriministeriet startet nye undersøgelser, hvor specielt sedimentets iltforbrug under islægning, samt bunddyrenes og fiskenes iltforbrug og iltbehov analyseres (P. M. Jónasson, C. Lindegaard, K. Hamburger, P. C. Dall).

3. Energiomsætningen i Esrom Sø's bredzone

Projektet vedrørende energiomsætning i Esrom Sø's bredzoner er fortsat. Projektet omhandler bestemmelse af livscyklus, vækst og produktion af de forskellige bunddyr på 0-2 m dybde i Esrom Sø. Undersøgelserne gennemføres på flere lokaliteter, og dyresamfundenes sammensætning, mængden af føde, samt omfanget af predation fra fisk. Der foregår således undersøgelser på alle primære fødekædeniveauer. De overordnede projektsresultater indgår i en omfattende økosystemanalyse af energiomsætningen i Esrom Sø (P. C. Dall, C. Lindegaard, P. M. Jónasson, K. Hamburger).

4. Energiomsætning i Esrom Sø's dybdezone

En langtidsundersøgelse over dybdefordeling, populationsdynamik og produktion af ærtemuslinger foregår (P. M. Jónasson, I. J. Holopainen). Endvidere undersøges dybdeudbredelse og flyvetider af dansemyg (C. Lindegaard, P. M. Jónasson).

5. Invertebratfaunaens struktur og stabilitet i et 1. ordens skovvandløb

Ud fra kvantitative prøver fra Rold Kilde igennem et år er faunaens biomasse, produktion og fødesammensætning blevet analyseret, hvorved det har været muligt at teste nogle væsentlige hypoteser omkring struktur og dynamik i sådanne vandløb.

Stabiliteten i invertebratsamfundet analyseres ud fra kvantitative forårsprøver indsamlet i perioden 1972-1984 (T. Moth Iversen, J. Thorup).

6. Regulering af invertebratfaunaen i Susåen

Susåundersøgelserne omfattede integrerede undersøgelser af alle vigtige strukturer og processer. Ud fra kvantitative prøver på to lokaliteter i 1979-82 analyseres de parametre, som regulerer den kvantitative forekomst af de enkelte arter såvel som hele invertebratfaunaen (T. Moth Iversen, J. Thorup).

7. Biomassen af benthiske alger i små vandløb med forskellig NPO-belastning, dens regulering og dens betydning for faunaen

I fem små, jyske vandløb, som har forskellig NPO-belastning, måles koncentrationerne af N, P og O, mængden af lys, som tilføres vandløbsbunden, samt

biomassen af bentiske alger på sand og/eller sten. Desuden undersøges faunaens kvantitative forekomst og fødesammensætning. Hovedvægten lægges på udviklingen af algerne forårsmaksimum på de 4 lokaliteter, medens den 5. lokalitet følges hele året (T. Moth Iversen, J. Thorup).

8. *Gammarus pulex* i Fold Kilde

Driften af *Gammarus pulex* fra Rold Kildes øverste kildefelt er analyseret med hensyn til køns- og størrelsesfordeling. Resultaterne heraf er sat i relation til struktur, biomasse og produktion af *Gammarus* populationen i kildefeltet. Herved kan driftens betydning for kildefeltets populationsstruktur og -dynamik vurderes (J. Thorup).

9. Restaurering af Bjerge Å

I forbindelse med restaurering af en 3 km lang strækning af Bjerge Å foretages i samarbejde med to specialstuderende og Vestsjællands Amt en analyse af fysiske forhold, vandkvalitet, flora og fauna før og efter restaureringen, med det formål at vurdere restaureringens effekt på den pågældende vandløbsstrækning (J. Thorup).

10. Populationsdynamik og produktion hos invertebrat-faunaen

I forbindelse med Miljøstyrelsens undersøgelser af næringssaltudvaskning fra landbrugsarealer er der igangsat omfattende projekter på bl.a. Rabis Bæk, som ligger i et udrænet landbrugsområde på den jyske hedeslette. En analyse af invertebratstrukturen indgår i undersøgelsen, og i samarbejde med Erik Mortensen, Miljøstyrelsens Ferskvandslaboratorium bearbejdes kvantitative prøver indsamlet i 1983-84. Invertebraternes livscyklus, vækst og produktion klarlægges og relateres til en række abiotiske og biotiske faktorer (C. Lindegaard).

11. Omsetning af organisk stof i de frie vandmasser i Roskilde Fjord

I april, juni og september måned blev der gennemført intensive forsøgsperioder i Roskilde Fjord. I hver periode blev den samlede stofomsætning fulgt i klare, cylindriske plastikposer, hver indeholdende 5-7 m³ fjordvand. Vandet i poserne blev manipuleret med til sætninger af næringssalte, fisk og muslinger. Med 1-3 dages intervaller blev fytoplanktonets stofproduktion og biomasse sammenholdt med en kvantitativ opgørelse over nedbrydningen af det organiske stof. Herunder bestemmelser af bakterierne, mikroflagellaterne og zooplanktonets sekundærproduktion.

Det er hensigten at vurdere effekterne af spildevandstilførslen i relation til en række biologiske processer i fjordområder, herunder en vurdering af betydningen af de filtrerende muslinger og zooplanktonet. Projektet er et samarbejdsprojekt med Havforure-

ningslaboratoriet (B. Riemann, P. Koefoed Bjørnsen).

12.1 Regulering af forekomst og vækst af søsalat i Roskilde Fjord

Ved eutrofiering af kystområder opstår masseforekomst af fritsvømmende makroalger, især søsalat, som kvæler ålegræs og øger risikoen for iltsvind og lugtgener. Søsalat aftager i hyppighed fra de indre, hårdt belastede områder i Roskilde Fjord til de ydre lavt belastede. Ved felteksperimenter har vi vist, at søsalats vækst er lysbegrænset forår og efterår og kvælstofbegrænset om sommeren. Væksthastigheden er høj og ens overalt i fjorden. Derimod er invertebratgræsnin-gen (især tanglus) høj i yderfjorden og lav i inderfjorden. Selv om søsalat er kvælstofbegrænset om sommeren, er begrænsningsperioden ens i fjorden p.g.a. planteplanktonets kvælstofoptagelse, og akkumuleringerne inderst i fjorden skyldes manglende græsning. Vi undersøger nu årsagerne til den manglende invertebratgræsning (f.eks. periodisk iltsvind, mange hundestejler ved fravær af rovfisk) (K. Sand Jensen, O. Gertz-Hansen).

12.2 Vækststrategi og fysiologi

Søsalats succes beror på, at det samme væv kombinerer evnen til hurtig vækst og til at klare ugunstige betingelser (lavt lys, vintermørke med indfrysning, iltfrie forhold). De fysiologiske mekanismer bag evnen til at vokse ved masseforekomst ved høj ilt og pH undersøges nu (K. Sand Jensen).

13. Biomanipulation som sørestaureringsværktøj

Formålet med projektet er at vurdere de økologiske konsekvenser af manipulation af fiskebestanden i Frederiksborg Slotssø, samt på baggrund af resultaterne at udvirke en tredje generation af sømodeller til anvendelse på mikrocomputer.

Det er endvidere formålet:

a) at bestemme skalle og brasengenerationernes konsumering af zooplankton, samt konkurrence og mortalitetforhold.

b) at vurdere zooplanktonets potentielle græsning af kolonidannende alger, specielt blågrønalger, der ofte dominerer i spildevandsbelastede søer.

c) at vurdere effekterne af en reduceret fiskebestand på ilt- og næringsstofbalancen (specielt kvælstof og fosfor).

d) at vurdere effekterne af en reduceret fiskebestand på vækst og udbredelse af bundinvertebrater.

e) at vurdere effekterne af en reduceret fiskebestand på de kvalitative og kvantitative forekomster af submerse makrofyter.

f) at vurdere forskellige metoder til bestemmelse af fytoplanktonets produktion af organisk stof.

Projektet er et samarbejdsprojekt med Miljøstyrelsens Ferskvandslaboratorium i Silkeborg

(B. Riemann, H. Jerl Jensen, J. M. Müller, C. Lindegaard, S. Bosselmann, K. Hamburger, K. Christoffersen, S. Wium-Andersen).

14. Zooplanktonets græsning i Frederiksborg Slotssø

I forbindelse med et forsøg på opfiskning af planktivore fisk i Slotssøen er zooplanktonets succession i løbet af året blevet fulgt. De enkelte arters græsning på fytoplankton er blevet undersøgt eksperimentelt ved fodring med C^{14} mærket fytoplankton. Forsøgene har belyst græsningen på forskellige størrelsesfraktioner af naturligt fytoplankton, græsningens variation i løbet af døgnet, individuelle græsningsrater i relation til dyrenes livscyklus, samt betydningen af uensartet mærkning af fytoplanktonet.

Materialet samarbejdes med resultater fra foregående år fra samme, samt flere jyske lokaliteter (S. Bosselmann, B. Riemann, K. Christoffersen, K. Hamburger).

15. Zooplanktonets økofysiologi

I forbindelse med restaureringsprojektet i Frederiksborg Slotssø (B. Riemann, S. Bosselmann) undersøges krebsdyrplanktonets (*Daphnia*, *Copepoda*) potentielle udnyttelse af blågrønalger (*Microcystis*, *Anabena*) i laboratorieforsøg (K. Hamburger).

16. Balancen mellem makrofyter, fastsiddende mikroalger og planteplankton under forskellige næringsstofforhold

I forbindelse med NPO-forskningsprogrammet har laboratoriet indledt et samarbejde med Miljøstyrelsen for at få belyst, hvorledes øgede næringsstoffertilførsel påvirker balancen mellem de forskellige primærproducenter i et fjordområde. Ifølge den traditionelle opfattelse har eutrofieringseffekter som iltsvind, bundvendinger og bundfauna-/fiskedød været forklaret med en næringsstofbetinget forøgelse af den totale stofproduktion og et deraf følgende forøget iltforbrug. Man kan imidlertid, ud fra teoretiske overvejelser, forvente, at iltsvindsproblemerne i lavvandede kystområder ikke så meget skyldes kvantitative ændringer, men i høj grad beror på kvalitative ændringer i primærproduktionen. Ved stigende næringsstoffrigdom øges planteplanktonets produktion ganske vist, men samtidig forsvinder de stabile og særdeles produktive bestande af bundvegetation (f.eks. ålgræs), og det er tvivlsomt, om den totale storproduktion i virkeligheden øges.

For at afklare dette spørgsmål har vi i tre udvalgte perioder i 1986 undersøgt de forskellige primærproducenters biomasse og produktion i to områder med forskellig belastning i Roskilde Fjord. Primærproducenterne opdelt i komponenterne: Planteplankton, benthiske mikroalger, epifytiske alger, rodfæstede planter og fritsvømmende makroalger. Resultaterne er under bearbejdning.

Projektet fortsætter i 1987, hvor arbejdet primært vil bestå i at beskrive ændringerne i iltforhold i de to undersøgelsesområder, samt at belyse de forskellige primærproducenters bidrag til disse ændringer (J. Borum, K. Sand Jensen, O. Geertz-Hansen, S. Wium-Andersen).

17. Næringssalttransport og -omsætning i Roskilde Fjord

I samarbejde med Miljøstyrelsen og Hovedstadsrådet er der gennem 1986 fortsat prøvetagning langs en eutrofieringsgradient i Roskilde Fjord. Månedlige prøvetagninger på 8 stationer afbrudt af 3 intensivperioder har omfattet transport med de største vandløb og fra de væsentligste direkte kilder til fjorden af kvælstof og fosfor. Endvidere er sedimentation og sedimentomsætning af organisk stof klorofyl og kvælstof og fosfor-komponenter blevet bestemt i samarbejde med Marinbiologisk laboratorium.

Næringssalt- og biomassevariationerne danner sammen med fysiske variabler grundlaget for opstilling af en matematisk eutrofieringsmodel for fjorden, bestående af en hydraulisk advektion/dispersionsmodel koblet med en biogeokemisk vandkvalitetsmodel (L. Kamp Nielsen).

18. Omsætning af kvælstof og fosfor i oversvømmede enge

Med henblik på at klarlægge vandløbsnære vådområders betydning som buffer mellem vandløb, grundvand og dyrkede marker er der gennem 1986 foretaget et intensivt måleprogram med både hydrologiske og omsætningsparametre. Endvidere er der indhentet data fra en selvregistrerende klimastation opstillet på forsøgsområdet ved Stevn Å. I samarbejde med specialestuderende undersøges mineralisering, sorption, nitrifikation og denitrifikation med henblik på en modelbeskrivelse af kvælstof- og fosforomsætning (L. Kamp Nielsen).

Redaktionsvirksomhed m.v.:

P. M. Jónasson er hovedredaktør af *Zoology of Iceland* og medredaktør af *Archiv für Hydrobiologie*. K. Sand Jensen er medredaktør af *Ophelia* og *Vand og Miljø*.

Gæster og rejser:

J. Borum var i efteråret på et 3 måneders studieophold på Horn Point Environmental Laboratory, Univ. of Maryland og Virginia Institute of Marine Science, USA. Opholdet blev støttet af Statens naturvidenskabelige Forskningsråd.

L. Kamp Nielsen har holdt gæsteforelæsning ved Instituto de Idrobiologia, Paltanza 27.10., EAWAG, Zurich 2. 11.

K. Sand Jensen var på 3 mdr.'s studieophold ved Horn Point Environmental Laboratory, Univ. of Ma-

ryland, USA. Under opholdet undersøgt: »Interaktioner mellem epifytiske alger-bakterier og værtsplanten ålegræs. Gæsteforelæsninger ved: Marine Institute, Sapelo Island, Univ. of Georgia, USA; Waterways Experimental Station, Vicksburg, Mississippi, USA; Botanical Physiological Institute, Univ. of Florida, USA.

Publikationer:

Bjørnsen, P.K.: Automatic determination of bacterioplankton biomass by image analysis. *Applied and Environmental Microbiology* 50, s. 1199-1204, Washington, DC 1986.

–: Bacterioplankton growth yield in continuous seawater cultures. *Marine Ecology Progress Series* 30, s. 191-96, Vesttyskland 1986.

–, Larsen, J.B., Geertz-Hansen, O., Olesen, M.: A field technique for the determination of zooplankton grazing on natural bacterioplankton. *Freshwater Biology* 16, s. 245-53, Oxford 1986.

Bosselmann, S., Riemann, B.: Zooplankton. Carbon dynamics in eutrophic, temperate lakes, Bo Riemann, Morten Søndergaard, s. 199-236, Amsterdam 1986.

Christoffersen, K., Jespersen, A.: Gut evacuation rates and ingestion rates of *Eudiaptomus graciloides* measured by means of the gut fluorescence method. *Journal of Plankton Research* Vol. 8, No. 5, s. 973-83, Oxford 1986.

Hamann, O., Wium-Andersen, S.: *Scalesia gordilloi* sp. nov. (Asteraceae) from the Galapagos Islands, Ecuador. *Nordic Journal of Botany* 6 (1), s. 35-38, København 1986.

–, Wium-Andersen, S.: *Scalesia gordilloi*, a new Galapagos plant species. *Noticias de Galapagos* 44, s. 13-14, Ongar, Essex 1986.

Hamburger, K.: Energy flow in the populations of *Eudiaptomus graciloides* and *Daphnia galeata* in Lake Esrom. *Archiv für Hydrobiologie* Vol. 105 (4), s. 517-30, Stuttgart 1986.

Hoffmann, C.C.: Nitrate reduction in a reedswamp receiving water from a agricultural watershed. *Proc. 13th. Nord. Symp. Sediments* 1985 13, s. 41-63, Lund 1986.

Iversen, T.M., Lindegaard, C., Sand-Jensen, K., Thorup, J.: Vandløbsøkologi. Hillerød 1986, 109 s.

Jensen, K.S., Lindegaard, C., Nielsen, L.K.: Vurdering af miljøtilstanden i Hjarbæk Fjord og Lovns Bredning ved forskellige indgreb. Danmark 1986, 96 s.

Jørgensen, S.E., Kamp-Nielsen, L.: Eutrofierings modeller som prognose-værktøj – et case study: Glumsø. *Vand og Miljø* 5, s. 191-95, København 1986.

–, Kamp-Nielsen, L., Jørgensen, L.A.: Examination of the generality of eutrophication models. *Ecological Modelling* 32,4, s. 251-67, Amsterdam 1986.

–, Kamp-Nielsen, L., Christensen, T., Windolf-Nielsen, J., Westergaard, B.: Validation of a prognosis based upon a eutrophication model. *Ecological Modelling* 32, 1-3, s. 165-83, Amsterdam 1986.

Kamp-Nielsen, L.: Planificazione della qualità delle acque e fonti diffuse di inquinamento. *Annuaio europeo dell'ambiente* 1986, Istituto di studi e documentazione per l'territorio, Milano, s. 479-83, Milano 1986.

–: Modelling the recovery of hypertrophic L. Glumsø (Denmark). *Hydrobiological bulletin* 20 (1/2), s. 245-55, Vlissingen, Holland 1986.

Kamp-Nielsen, L., Grevy, P., Rasmussen, E.K., Karup, H.: Modelling the recovery and internal loading of Lake Hald. *Proc. 13th Nordic Symp. Sediments* 1985 s. 74-107, Lund 1986.

Kierkegaard, J., Lindegaard, C., Thorup, J., Dall, P.C., Iversen, T.M.: En oversigt over danske ferskvandsinvertebrater til brug ved bedømmelse af forureningen i søer og vandløb. Hillerød 1986, 201 s.

Lindegaard, C., Dall, P.C.: Eutrofiering af og recipientkvalitetsplanlægning for søer. Hillerød 1986, 66 s.

Olesen, M., Bjørnsen, P.K.: Forudsigeligheden af eutrofieringseffekter i kystvande. *Vand og Miljø* Nr. 1, s. 16-18, København 1986.

Riemann, B., Søndergaard, M., Persson, L., Johansson, L.: Carbon metabolism and community regulation in eutrophic, temperate lakes. Carbon dynamics in eutrophic, temperate lakes, Bo Riemann, Morten Søndergaard, s. 267-80, Amsterdam 1986.

–, Søndergaard, M.: Regulation of bacterial secondary production in two eutrophic lakes and in experimental enclosures. *Journal of Plankton Research* 8, s. 519-36, Oxford 1986.

–, Jørgensen, N.O.G., Lampert, W., Fuhrman, J.A.: Zooplankton induced changes in dissolved free amino acids and in production rates of freshwater bacteria. *Microbial Ecology* 12, s. 247-58, New York 1986.

–, Søndergaard, M.: Carbon dynamics in eutrophic, temperate lakes. Amsterdam 1986, 284 s.

–, Søndergaard, M., Jørgensen, N.O.G.: Bacteria. Carbon dynamics in eutrophic, temperate lakes, Bo Riemann, Morten Søndergaard, s. 127-97, Amsterdam 1986.

–: Potential importance of fish predation and zooplankton grazing on natural populations of freshwater bacteria. *Applied and Environmental Microbiology* 50, s. 187-93, New York 1985.

Søndergaard, M., Riemann, B., Jørgensen, N.O.G.: Extracellular organic carbon (EOC) released by phytoplankton and bacterial production. *Oikos* 45, s. 323-32, København 1985.

Wium-Andersen, S., Hamann, O.: Manglares De Las Islas Galapagos. *Revista Geografica* 23, s. 101-22, Quito, Ecuador 1986.

Wium-Andersen, S.: Søen, et truet økosystem. København 1986, 54 s.

Bo Riemann

5. Marinbiologisk Laboratorium

Historie:

Marinbiologisk Laboratorium indviedes formelt i 1958. Grundlaget for dette laboratorium ligger imidlertid helt tilbage til 1936, da den senere professor Gunnar Thorson for private midler og med tilskud fra Carlsbergfondet oprettede et lille laboratorium på øen Ven midt i Øresund. Under meget primitive forhold gennemførtes omfattende studier og undersøgelser af Øresunds bunddyr og deres larvers forekomst og udbredelse. Det var i denne periode, det faglige grundlag for et egentligt marinbiologisk laboratorium blev skabt. Besættelsestiden gjorde det umuligt at fortsætte med arbejdet på Ven, og laboratoriet blev derefter flyttet til et lille kælderlokale ved Helsingør statshavn. I den efterfølgende periode lykkedes det Gunnar Thorson at overbevise de bevilgende myndigheder om nødvendigheden af et marinbiologisk laboratoriums placering i Danmark. I 1958 blev Marinbiologisk Laboratorium, Helsingør Nordhavn, formelt indviet, med Gunnar Thorson som professor.

Laboratoriet ekspanderede i starten meget kraftigt, og en planlægning for udvidelse startede i 1964 og allerede i 1970 kunne nye bygninger, der 4-doblede det bebyggede areal indvies. I bygningens sydlige fløj blev et offentligt akvarium indrettet, og driften af dette er siden blevet videreført i samarbejde med Helsingør Kommune.

Der blev ved indvielsen af den nye bygning mulighed for at etablere flere separate vandsystemer med forskellig saltholdighed og senere forskellige temperaturer. Hvis et marint laboratorium skal fungere hensigtsmæssigt, må rent og friskt vand være let tilgængeligt, og derfor blev en vandtankbåd med en lasteevne på ca. 28 tons tilknyttet laboratoriet.

Udover nævnte vandtankbåd disponerer laboratoriet over 2 andre både: »Ophelia«, som er 28 BRT og udstyret til feltundersøgelser, kan medbringe op til 18 personer udover besætningen på 2 mand, og »Spisula«, som er en 36 fods motorbåd beregnet til at arbejde i lavtvandsområder.

Til laboratoriet hører også en afdeling med overnatningsmulighed for max. 31 personer. Dette muliggør afholdelse af internatkurser m.v.

Af store investeringer på laboratoriet kan bl.a. nævnes kølesystem (1982) til kontrol af saltvandets fremløbstemperatur (ca. 1 mill. kr.) og installation af ny Volvomotor (1985) i vor kutter »Ophelia« (ca. ½ mill.kr.).

I 1964 startedes publikationen af vort tidsskrift »Ophelia« indeholdende medarbejderes og gæsters forskningsresultater. Det blev i 1976 omdannet til et internationalt tidsskrift, hvori udenlandske artikler dominerer.

Gunnar Thorson startede et nært samarbejde mellem de nordiske landes marinbiologiske stationer: Nordisk Kollegium for Marinbiologi. Formanden for den danske sektion er p.t. en af Marinbiologisk Laboratoriums medarbejdere. Kollegiet arrangerer kurser og uddeler stipendier, således at laboratoriet næsten konstant har en stipendiat fra et af de andre nordiske lande.

Laboratoriet underviser på alle niveauer hele året.

Stab:

VIP: Antal årsværk: 8,1.

Lektorer: Aage Møller Christensen, Grete Møller Christensen, Hans Christensen, Lars Hagerman, Ebbe Kannevorf, Marianne Køie, Kirsten Muus, Willy Nicolaisen, Kurt W. Ockelmann.

TAP: Antal årsværk: 11,5.

Harriet Andreasson, Birthe Carlsen, Marianne Klem Ernsted, Harriet Hansen, Inge Hansen, Bendt Jørgensen, Holger Knudsen, Leif Knudsen, Kai Olsen, Benly Thruue, Ib Aagaard.

Forskningsvirksomhed:

Laboratoriets primære forskningsfelt er studiet af basale processer i havet og eksperimentelle undersøgelser i havet og i laboratoriet. Disse undersøgelser af livsvilkårene i hav og fjord suppleres med studier af den indflydelse, som menneskets aktivitet har på havet og dets organismer.

Med den geografiske placering som laboratoriet har, er mulighederne for at opfylde disse forskningsopgaver meget gode. Det sydlige Kattegat, hele Øresund og de lavvandede fjorde er inden for kort afstand. De hydrografiske forhold, forskellige bundforhold og de økologiske forskelle indenfor og mellem det frie vand og bunden, indebærer også, at området er perfekt for såvel forskning som undervisning.

Instituttets forskningsfelt dækker således hovedsageligt økologiske og økofysiologiske problemstillinger på forskellige niveauer i brakvand og marint miljø. I 1986 har forskningen derfor været centreret om fire felter:

– Akkumulering af og omsætning af organisk materiale i bundsedimentet i Roskilde/Isefjord med baggrund i den kraftige kulturpåvirkning disse områder er eksponeret for. En af konsekvenserne af den store tilførsel af næringssalte, som havet og fjordene er udsat for, er en øget tilførsel af organisk stof i form af plantemateriale til bunden. Flere spørgsmål af betydning for økosystemet melder sig på grund af denne tilførsel: Hvor længe bindes de i algerne indkorporerede næringssalte i sedimentet, før de igen frigøres efter

nedbrydningen, hvornår bliver denne bundfældning kritisk for bundens iltforhold, og hvordan reagerer bundens dyr i form af tilvækst, sammensætning m.m. på disse forhold. Problemerne studeres langs en transekt fra den indre til den yderste del af Roskilde fjord.

– Eutrofieringseffekter på bundfaunaen i Kattegat. Et højaktuelt forskningsområde, hvor situationens alvor i 1986 blev belyst af jomfruhummerkatastrofen i efteråret. Laboratoriets arbejde består dels i undersøgelser af bundfaunaens kår og dels af studier af jomfruhummernes økofysiologi.

– Økofysiologiske aspekter på krebsdyr. Vores basisviden om havets organismer er i mange tilfælde mangelfuld. Menneskets påvirkning af havet og dermed af dets organismer har også gjort det klart, hvor vigtigt det er at denne basisviden fremskaffes, at man studerer hvilke krav organismene stiller til deres omgivelser, samt ved hvilke processer, organismene regulerer deres forhold til omgivelserne. Laboratoriet har derfor gennem mange år haft en livlig forskningsaktivitet inden for den eksperimentelle marinobiologi og den marine økofysiologi. Tyngdepunkterne har ligget inden for osmo/ionregulering, aktivitetsrytmik, ekskretion, respiration, ventilation og cirkulation. Forskningen har som oftest været centreret omkring økonomisk vigtige arter. Som en videre overbygning på disse undersøgelser indgår projekter omhandlende f.eks. virkningen af tungmetaller på krebsdyr.

– Akvatisk parasitologi har også i mange år været en vigtig del af laboratoriets forskning. Afdelingens forskning har været koncentreret om livscyklus og morfologi hos digene ikter hos fisk, specielt ising og torske. I de senere år er også parasitter i brakvands- og ferskvandsfisk blevet undersøgt, samt sygdomme og parasitter i ål fra såvel ferskvand som fra marine områder.

1. Marin økofysiologi

1.1 *Aerob/anaerob respiration ved hypoxi hos rejerne Crangon Crangon (hestereje) og Palaemon adspersus (Roskildereje)*

Undersøgelserne har vist, at Crangon kan bibeholde en konstant rutinerespiration ved faldende ilt-tensioner ned til ca. 30 torr (ca. 20% iltmætning), den såkaldte P_c , og at den under normale iltforhold typiske døgnrytme i respirationen (kan også korreleres til svømmeaktivitet) forsvinder ved hypoxi. Til gengæld forhøjes det generelle respirationsniveau, det vil sige at aktiviteten øges. For Palaemon er tilsvarende ilt-tension (P_c) 45 torr, ca. 30% iltmætning. P_c den kritiske ilt-tension, er påvist at være langt fra kritisk; det er i stedet for den ilt-tension, hvor anaerobt stofskifte begynder, som er reelt kritisk. Denne ilt-tension er for Crangon ved 15 torr (10%). Undersøgelsen præsenteredes ved European Marine Biology Symposium i

Gdansk, Polen, i september (Lars Hagerman i samarbejde med Anna Szaniawska, Gdansk Universitet).

1.2 *Effekten af salinitet og temperatur og de osmoregulatoriske konsekvenser af tungmetaleksponering (krom, nikkel, zink) hos mysiden Praunus flexuosus*

Forøget salinitet og temperatur over eller under det ismotiske punkt leder til formindsket overlevelsestid og sænket metalkoncentration. Effekten af salinitet på metal-toksicitet har klart vist sig at have forbindelse med en forstyrrelse af det normale mønster for Praunus hyper/hypo-osmoregulering. Mortalitet i krom- eller zinkholdigt vand er direkte relateret til en formindsket evne til osmoregulering. Nikkel er mindre toksisk end krom og zink. Arbejdet foreligger som manuskript (Lars Hagerman i samarbejde med Donald McLusky, Stirling University).

1.3 *Økofysiologiske aspekter hos taskekrabben Cancer pagurus*

Gennem en serie eksperimenter undersøges effekterne af moderat og alvorlig hypoxi på *C. pagurus*' fysiologi. Under stress kan en kraftig blodprotein katabolisme finde sted, og blodpigmentets mængde og evne til at binde ilt er derfor væsentlig, for at krabben kan overleve en kombination af stress og hypoxi. En kombination af sult og hypoxi kan desuden være fatal for en stresset population. Eksperimenterne gennemføres med juvenile krabber, både sultede og velernærede. I blodet måles lactat, glykose, total protein, haemocyanin og klorid. Circulation (hjerterytme) og ventilation (scaphognathitpumpning af vand over gællerne) måles kontinuerligt. Ekskretion af ammonium over gællerne, en aktiv ekskretionsproces, måles ved normoxia og hypoxia. Det har vist sig, at ekskretionen formindskes kraftigt under hypoxia, hvor meget afhænger af krabbens ernæringstilstand. Glutamatoxidation via glutamatdehydrogenase (GDH) er vigtigt for ammoniogenese i velernærede dyr, og ved sult formindskes GDH-aktiviteten. Hypoxia medfører et metabolisk skift til glycolysis og en forøgelse af glutamatsyntesen via GDH. Således forøges GDHs aktivitetsratio (glutamatsyntese: glutamatoxidation) under hypoxia (Lars Hagerman sammen med Michele Regnault, Deborah Hosie og Roger Uglow).

1.4 *Jomfruhummerens, Nephrops norvegicus, haemocyaninkoncentration i Kattegat*

I efteråret 1986 forekom døde og døende jomfruhummere i stort antal i Kattegat, og en alvorlig iltmangel blev påvist. Analyser viste en meget lav blodpigmentkoncentration (haemocyanin) i jomfruhummerne, 0,04 mM l^{-1} , i forhold til 0,33 mM l^{-1} som tidligere regnedes for normalt. En jomfruhummer, som er udsat for iltmangel, vil normalt syntetisere mere blodpigment for at kompensere for vandets lavere iltindhold (12 dages iltmangel medfører en fordobling af blod-

pigmentmængden). En forudsætning for denne syntese er imidlertid, at ernæringsforholdene er gode: Føde af rigtig art og mængde må være tilstede. Et sultet dyr kan ikke syntetisere blodpigment ved iltmangel, i stedet mindskes mængden af blodpigment, og dyret bliver mere følsomt over for iltmangel og kan dø ved et iltniveau, hvor et normalt ernæret dyr ville overleve uden problemer. Jomfruhummere fra hele Kattegat og en del af Skagerak blev undersøgt. De viste sig at have en stigende mængde blodpigment, jo længere nordpå de blev fanget, og jomfruhummere fra Skotlands kyst havde en blodpigmentmængde, som var helt normal ($0,3-0,5 \text{ mM l}^{-1}$). Undersøgelserne tyder på, at jomfruhummere fra Kattegat har været mere eller mindre udsultede. Dette søges korreleret med de senere års eutrofiering og bundfaunaforandringer i Kattegat (Lars Hagerman sammen med Susanne Baden, Kristineberg).

1.5 *Respiration, ventilation og kropsvæskeregulering ved hypoxia hos glacialrelikten Mesidotea (Saduria) entomon*

Dette projekt påbegyndtes i efteråret 1986 og skal 1) Undersøge Mesidoteas krav til kombinationer af basale omverdensfaktorer, 2) Studere respirationen ved så naturlige forhold som muligt: Ved langtids eksperimenter, når dyret er nedgravet i substratet, 3) Studere cirkulatoriske og ventilatoriske processer, mens dyret er nedgravet, 4) Undersøge akkumulering af anaerobe metaboliske produkter og 5) Studere det metaboliske potentiale i relation til næringsoptagelse ved hypoxia (Lars Hagerman sammen med Anna Szaniawska, Gdansk Universitet).

2. Økosystemprocesser

Laboratoriet arbejder med økosystemprocesser med særlig vægt på at fastlægge sammenhænge mellem de biologiske processer, der foregår i vandmassen og processer i bunden. Arbejdsområdet er i 1985 blevet stadig mere aktuelt, og det vil være i samfundets interesse med en forstærket forskningsindsats på dette område (Ebbe Kanneworff).

2.1 *Sedimentation og sedimentomsætning i Roskilde-Isefjord*

Projektets formål er at beskrive sedimentomsætningen langs en eutrofieringsgradient, der strækker sig fra Lynæs i Isefjorden til det inderste af Roskilde fjord. Gradienten beskrives af 8 stationer, hvor sediment og bunddyromsætning og dynamikken i næringssaltudveksling måles ved regelmæssige prøvetagninger inden for et rutineprogram. Rutinemålingerne påbegyndtes i foråret 1986 så tidligt som besejlingsforholdene tillod og er fortsat hele året. I 3 intensive måleperioder af 3 ugers varighed er særligt dynamiske perio-

der (sent forår, sommer og efterår) dækket ved 2 ugentlige måleserier.

Bunddyrmængden (biomassen af bunddyr) pr. bundareal er i de eutrofierede dele af fjorden (ikke de ekstremt eutrofierede) meget stor på grund af mange og meget store bunddyr. Artsmæssigt er biomassen meget ensidigt sammensat (en følge af eutrofieringsbetingelserne): Hjertemusling, østersømusling, sandmusling og blåmusling. Også bunddyr »funktionen« er ensidig, idet disse muslinger alle lever som filtratorer af planteplankton fra bundvandet. Bunddyrernes store biomasse betyder en meget stor kapacitet for vandfiltrering, og med den ret kraftige vandomrøring, som er hyppigt forekommende i det åbne, relativt fladvandede (3-5 m) fjordsystem, vil hele vandmassens planteplankton i vindpåvirkede perioder være til rådighed for bundens filtratorer, som således kan realisere deres store kapacitet for »høst« af planteproduktionen. Under disse betingelser vil bunddyr være det væsentligste faunaelement i fjordsystemet som kontrollerer mængde og produktion af planteplankton. Samtidig vil de være den afgørende faktor for tilførsel (input) af organisk materiale – overvejende planteplankton – til bunden af vandet. Den »passive« bundfældning af nedsynkende materiale vil være af mindre betydning.

En del af det organiske materiale som tilføres ved det aktive »input« vil nedbrydes ved bunddyrenes stofskifte, og den tilhørende, mineraliserede næringssaltmængde vil umiddelbart vende tilbage til vandmassen og her danne grundlag for planteproduktion. De ikke-fordøjede plantedeile vil som ægte og uægte fæcalpiller (uægte fæcalier har ikke passeret tarmkanalen og er ikke fordøjede) tilføres bundsedimentet, hvor de, fordi bunden under overfladen er uden væsentligt højere liv, overvejende omsættes af bakterier eller vil blive permanent deponeret. Tidsrummet, der forløber fra deponering i bundsedimentet til en mineralisering med en efterfølgende frisætning af de til det organiske stof hørende næringssalte (kvælstof og fosfor), vil være den forsinkelse (time-lag) som formindsker eller fører til bortfald af en ellers mulig produktion i vandmassen.

Bunddyrene vil således være en meget afgørende faktor i fjordsystemets interne dynamik. De vil i meget høj grad bestemme udvekslingen af organisk stof og næringssalte mellem vand og bund og kan derfor blive afgørende for størrelse og artssammensætning af vandmassens planteproduktion og dermed for eutrofierings udvikling.

Problemstillingen for Marinbiologisk Laboratoriums projekt del er således:

- at kvantificere bundens rolle for omsætning,
- at kvantificere og beskrive bunddyr »funktionen«,
- at vurdere og beskrive samtidighed eller time-lag i opbygningen og nedbrydningen af organisk stof og bunddyrenes betydning herfor (Ebbe Kanneworff).

3. Akvatisk parasitologi

Gennem hele året er parasitfaunaen i marine fisk blevet undersøgt, bl.a. ved deltagelse i togt med havundersøgelsesskibet »Dana« i Nordsøen og Kattegat. Omkring 100 marine fiskearter er blevet undersøgt bl.a. med henblik på udarbejdelse af en oversigt og bestemmelsesnøgle over parasitter.

4. Brakvandsparasitters biologi

Undersøgelser af livscyklus hos digene ikter, der har fiskeædende fugle som slutvært, er fortsat. Mellemværter her er små snegle, for eks. dyndsnegle *Hydrobia* spp., kutlinger og hundestejler fra Isefjorden. Der er blevet arbejdet med *Cryptocotyle jejuna* og en art af *Pygidioopsis* livscyklus. *Pygidioopsis genata* er tidligere registreret i hunde i Danmark; arten er imidlertid fejlbestemt, det drejer sig i stedet om en ubeskreven art. Der er i år arbejdet med dennes beskrivelse.

5. Introducerede åleparasitter

Åleparasitter, der stammer fra undslupne japanske ål, har i løbet af de sidste 5 år bredt sig i Vesteuropa. Da flere af disse introducerede parasitter er stærkt patogene over for europæiske ål, er en undersøgelse påbegyndt for at følge disse parasitters spredning i danske ålepopulationer. Glasål fra Nivå bugt har bl.a. vist sig at være inficeret med to monogene ikter, der stammer fra det østlige Asien. Den ene, *Gyrodactylus nipponensis*, er ikke tidligere fundet i Europa. Den anden, *Pseudodactylogyrus anguillae*, er tidligere fundet i glasål fra Frankrig.

6. Ferskvandsfiskeparasitter, især hos ål

Ål fra Esrum Sø er fra maj til november blevet undersøgt for samtlige parasitter. 26 parasitarter er fundet i disse ål, det er langt flere end på ål fra nogen lokalitet i udlandet. Danske ål, såvel som andre ferskvandsfisk, har ikke tidligere været genstand for parasitologiske undersøgelser. Ålene fra Esrum sø var bl.a. inficeret med 3 parasitarter, som er indslæbt fra det østlige Asien. *Pseudodactylogyrus anguillae* og *P. bini*, monogene ikter, som lever på ålens gæller, fandtes i 70% af ålene. I de varmeste måneder, hvor parasitbyrden er størst, kan parasitterne svække ålene og eventuelt dræbe dem. *Pseudodactylogyrus* spp. er de økonomisk vigtigste parasitter i danske ålebrug, men hvorvidt parasitterne er sluppet ud i naturen via ål fra nedlagte ålebrug eller via de glasål, der udsættes i søen, vides ikke. Den 3. art, nematoden *Anguillicola crassa*, er også ny for den danske fauna. Den bliver flere cm lang, og da den er tyk og brunrød, er den meget iøjnefaldende. Den lever i ålens svømmeblære. Denne art er fornylig fundet i danske ålebrug.

Andre ferskvandsfisk (bl.a. aborre, skalle, brasen, suder og gedde) fra Esrum Sø er ligeledes i løbet af året blevet undersøgt for parasitter (Marianne Køie).

7. Systematik, faunistik, fylogeni

Det omfattende arbejde med beskrivelse af de tidlige juvenile bundstadier af danske marine muslinger er fortsat i 1986. Arbejdet forventes færdiggjort i foråret 1987 (K. W. Ockelmann, K. Muus).

7.1 Studierne over mytilidernes systematik og fylogeni, der især er baseret på autogenetiske studier, er fortsat. Vigtigt materiale fra Thailand og Tyskland er blevet fremskaffet (K. W. Ockelmann).

8. Øresunds pelagiske systems sammensætning og funktion

Der er i de foregående år indsamlet en stor mængde data til at beskrive Øresunds pelagiske systems sammensætning og funktion. Det indsamlede materiale vil blive analyseret statistisk med henblik på i detaljer at klarlægge samspillet mellem systemets forskellige komponenter (W. Nicolaisen, H. Christensen).

9. Andre projekter

9.1 Sedimentets stofomsætning og bunddyrenes betydning for denne omsætning undersøges i det nordlige Øresund (Troels Wenzel).

9.2 Stofomsætningen og vækst af bundlevende muslinger i Isefjorden (Hans Ohrt).

9.3 Respiration, vækst og SDA (specific dynamic action) hos lerkutling som en funktion af forskellige iltspændinger (Gitte I. Petersen, Jens Kjerulf Petersen).

9.4 Undersøgelse af iltvindets udbredelse i det sydlige Kattegat. Ved interviews med kattegatfiskere blev det klarlagt, at iltvindets udbredelse var væsentligt større end først antaget af Miljøstyrelsens Havforureningslaboratorium. Rapporten kan rekvireres hos Marinbiologisk Laboratorium, Helsingør (Gitte I. Petersen, Jens Kjerulf Petersen).

9.5 Planktoniske alger dyrkes i massekulturer i laboratoriet. Algerne anvendes i toxicitetstester til foder til dyr, til forsøg med bioakkumulering af bl.a. cadmium og lanthanider (G. M. Christensen).

Redaktions- og udgivervirksomhed:

Det internationale marinbiologiske tidsskrift *Ophelia* redigeres af laboratoriet. I 1986 udkom tidsskriftet i 3 bind (bind 25-26 samt supplement nr. 4) på ialt over 1000 sider. *Ophelia* redigeres af K. Muus.

Kurt W. Ockelmann var repræsentant i Nordisk Kollegium for Marinbiologi og Dansk Nationalråd for Oceanografi.

Lars Hagerman var dansk repræsentant i BMB (Baltic Marine Biologists) og i bedømmelsesudvalg for doktordisputats ved Zoologisk Centralinstitut og

opponent ved forsvar af doktordisputats ved Göteborg Universitet.

Gæster og rejser:

Lars Hagerman var i april i Gdansk, Polen som deltager i internationalt forskningsarbejde og i september samme sted til EMBS (European Marine Biology Symposium) samt i Roscoff, Frankrig, i oktober og november som deltager i internationalt forskningssamarbejde.

K. W. Ockelmann var i perioden 26.1.-5.4. udsendt til Thailand som Danida-ekspert i mollusker. I perioden 21.7.-2.8. var han gæstelærer på et nordisk specialkursus om marine invertebraters larvebiologi i Kristineberg, Sverige.

M. Køie forelæste i december ved et symposium i Stockholm om »Parasites and diseases in natural waters and aquaculture in Nordic countries«.

Følgende udenlandske forskere har gæstet laboratoriet: Professor D. W. Halton, The Queen's University, Nordirland. B.Sc. Deborah Hosie, Hull. Dr. Ian Johnson, Plymouth. Dr. Donald McLusky, Stirling. Dr. Roger Uglow, Hull. Dr. Anna Szaniawska, Gdansk.

De 5 sidste har arbejdet med økofysiologiske problemstillinger, den første med parasitter.

Publikationer:

Christensen, H., Kannevorff, E.: Sedimentation of phytoplankton during a spring bloom in the Øresund. *Ophelia* 26, s. 109-22, Helsingør 1986.

Hagerman, L., Szaniawska, A.: Behaviour, tolerance and anaerobic metabolism under hypoxia in the brackish-water shrimp Crangon crangon. *Marine Ecology Progress Serie Vol. 34*, s. 125-32, Amelingshausen, Vesttyskland 1986.

—: Haemocyanin concentration in the skrimp crangon crangon (L) after exposure to moderate hypoxia. *Comparative Biochemistry and Physiology Vol. 85A*, s. 721-24, Oxford, England 1986.

Kannevorff, E., Christensen, H.: Benthic community respiration in relation to sedimentation of phytoplankton in the Øresund. *Ophelia* 26, s. 269-84, Helsingør 1986.

Køie, M.: The life-history of *Mesorchis denticulatus* (Rudolphi 1802) Dietz 1909 (Trematoda, Echinostomatidae). *Zeitschrift für Parasitenkunde* 72, s. 335-43, Heidelberg 1986.

Nicolaisen, W., Christensen, H.: Pelagic turnover and transport to the bottom of particulate organic material in the northern Øresund. *Ophelia* 26, s. 317-32, Helsingør 1986.

Benly Thru

6. Isefjordlaboratoriet

Adresse:

Vellerup Vig, 4200 Skibby. Tlf.: 02 32 92 05.

Bestyrelse:

Lektor, dr. phil. Erik Rasmussen (formand), lektor, lic.scient. Helge A. Thomsen, laborant Tom Schiøtte, stud.scient. Jan Kristensen.

Dagligt opsyn og rengøring:

Mekaniker Mogens Bendtzen.

Laboratoriet har i 1986 været benyttet 131 dage, dvs. ca. 36% af året med den største belægning i sommersæsonen. Vinteren og det tidlige forår har atter i år haft et stærkt begrænset besøg på grund af den strenge isvinter 1985-86 med islæg indtil slutningen af marts.

Selvom det som sædvanligt fortrinsvis er danske forskere og studerende fra Københavns Universitet, der benytter laboratoriet, har der i 1986 været et stigende antal besøg fra udlandet (51 af de ialt 294 personenheder), der som de øvrige besøgende har gjort flittigt brug af laboratoriets både.

Der er blevet indsamlet dyremateriale til undervisnings- og forskningsbrug af følgende institutioner under Københavns Universitet: Marinbiologisk Laboratorium, Helsingør; Ferskvandsbiologisk Laboratorium, Hillerød; Inst. f. Cellebiologi og Anatomi og Zoologisk Museum. I det forløbne år har laboratoriet også stået til rådighed for større forskningsprojekter.

I august (23.8.1986) var laboratoriet vært for 25 deltagere fra den 2. Internationale Polychæt-kongres i København med ekskursioner og foredrag.

Forskningsvirksomhed:

1. Udenlandske projekter

1.1 Indsamling af polychætarten *Nereis succinea*'s kønsmodne stadier til fysiologiske undersøgelser Dr. Jörg Hardige og dr. Gustaf W. Wesselmann, Universitæt Oldenburg, Vesttyskland (juli 1986).

1.2 Indsamling af diverse børsteormearter til reproduktionsbiologiske analyser, Dr. Helmut Goerke, Alfred-Wegener Institut, Bremerhaven, Vesttyskland (august 1986).

2. Danske projekter

2.1 Fortsættelse af den i 1985 påbegyndte analyse af reproduktionsmekanismen hos søpunge af slægten *Dendrodoa* (Lektor, mag. scient. J. Lützen, Inst. f. Cellebiologi og Anatomi).

2.2 Supplering og definitiv afslutning af den i 1984 påbegyndte bio-akustiske adfærdsundersøgelse af vis-

Zoofysiologi

1. Zoofysiologisk Laboratorium A

Historie:

Laboratoriet oprettedes i 1919 som Dyrefysiologisk Laboratorium i forbindelse med oprettelsen af et docentur i dyrefysiologi til August Krogh. Laboratoriet indrettedes i universitetets ejendom Ny Vestergade 11, som blev ledig ved det Medicobakteriologiske Laboratoriums fraflytning. I 1916 omdannedes laboratoriet til Fysiologisk Institut på Juliane Mariesvej, bygget for midler som Krogh skaffede fra »The Rockefeller Foundation«. Fysiologisk Institut kom til at rumme laboratorier for biofysik, gymnastikteori og dyrefysiologi. Ved flytningen ændrede Dyrefysiologisk Laboratorium navn til Zoofysiologisk Laboratorium. I 1958 oprettedes et ekstraordinært professorat til T. Weis-Fogh, som etablerede sig i Zoofysiologisk Laboratorium B i lokaler på Juliane Mariesvej 36. Professoratet bortfaldt, da Weis-Fogh rejste til England, men opdelingen i Zoofysiologisk laboratorium A og B opretholdtes samtidig med en opdeling i 1965 af faget: Zoofysiologi med særligt henblik på den sammenlignende fysiologi og zoofysiologi med særligt henblik på den almene fysiologi. Professoratet i sammenlignende fysiologi forblev knyttet til Zoofysiologisk Laboratorium A. I 1970 flyttede laboratoriet til August Krogh Institut-tet, Universitetsparken 13.

Staff:

VIP: Antal årsværk: 6.

Lektorer: P. E. Budtz, J. Gomme, E. Hviid Larsen, L. Olesen Larsen, P. Rosenkilde, I. Spies.

Fondslønnet videnskabelig assistent: S. Albrechtsen.

TAP: Antal årsværk: 11.

H. J. Astrup, Z. Ademovska, S. Binzer, A. Jørgensen, A. Karlsen, G. Mortensen, A. Nielsen, A. V. Olsen, L. Pedersen, B. Petersen, H. M. Schaltz, R. Tarkas.

Forskningsvirksomhed:

Hovedsigtet med laboratoriets forskning er en forståelse af det intakte dyrs funktion i dets naturlige miljø. De fysiologiske fænomener studeres på celle-, organ eller organismeniveau og omfatter emner med relation til fødeoptagelse, energiomsætning, vækst, udvikling og forplantning, samt udveksling af organiske og uorganiske stoffer mellem organismen og omgivelserne.

Laboratoriets grundforskning har naturlige berøringsflader med mange institutioner, hvor der foregår anvendt forskning. Således udføres et fællesprojekt med Dansk Bilharzioslaboratorium, og vi har i 1986 ydet vejledning ved speciale-, licentiat- og andre pro-

jekter ved Statens Husdyrbrugsforsøg, Miljøstyrelsens Havforureningslaboratorium, Danmarks Fiskeri- og Havundersøgelser (Hirtshals), Dansk Akvakultur Institut, Fiskerifaglig afdeling (Bodø), Fibigerlaboratoriet, Rigshospitalets epidemifdeling, Slakteriernes Forskningsinstitut, DANIDA (akvakultur i Sri Lanka), Danmarks Højskole for Legemsøvelser samt Løvens kemiske Fabrik.

Nedenfor præsenteres de forskellige forskningsprojekter og deres status.

1. Fødeindtagelse, vækst, forplantning, individudvikling

Studierne over dyrenes fødeindtagelse og fødens fordeling til vedligeholdelse, vækst, deponering og forplantning sigter mod en forståelse af fordelingsmønstrene, deres forhold til dyrenes levevilkår, især klimatiske forhold, og deres fysiologiske reguleringsmekanismer. Forsøgsdyr er især padder. På vore breddegrader er paddernes, ligesom andre vekselvarme dyrs, liv indrettet efter årstiderne. Forplantning foregår forår eller tidlig sommer; vækst, oplagring affedtdepoter, samt dannelse af æg til næste års gydning afsluttes i løbet af efteråret, medens vinteren tilbringes på frostfri steder. Sådanne årsrytmer i livsfunktioner indebærer tilsvarende rytmer i de fysiologiske mekanismer, der regulerer indtagelsen af føden og dens anvendelse. Disse fysiologiske rytmer påvirkes og styres i et vist omfang af ydre faktorer, særligt temperaturen, men indre rytmer er af fundamental betydning for årsrytmerne. Således synes en indre rytme at regulere fødeindtagelse, vækst og deponering af fedt hos skrubtudsen (Årbog 1982). Denne indre rytme synes primært reguleret gennem ændringer i sekretionen af hypofysens væksthormon (Årbog 1983).

1.1 Igangværende undersøgelser beskæftiger sig med betydningen af fødemængde og fodersammensætning for fødens fordeling til vækst og deponering (C. Barker Jørgensen).

1.2 I samarbejde med Tom Reuter og medarbejdere, Helsingfors, tidligere studier af skrubtudsens fødeindtagelse ved meget lave lysintensiteter er fortsat (se Årbog 1978). De tidligere fund af at skrubtudsen kan se og reagere på byttedyr ved lysintensiteter helt ned til ca. 5 μ Lux er bekræftet og suppleret med tilsvarende studier på isolerede nethinder (Lis Olesen Larsen).

1.3 Tidligere studier af flodlamprettens og ålens forplantningsbiologi er fortsat (se Årbog 1982). I samarbejde med David Kime, Sheffield, er det lykkedes at påvise en betragtelig produktion af kønshormonlignende stoffer hos gonadektomerede lampretter. Hormonerne stammer sandsynligvis fra interrenalcellerne, der svarer til pattedyrs binyrebark (manuskriptudkast foreligger). Der er grund til at antage, at de er

ansvarlige for visse fænomener, der ses isoleret fra kønsmodning hos »stressede« lampretter, såsom hastig forkortelse af kroppen, grønfarvning af lever og svulmen af gatområdet. Da disse ændringer også er led i den normale kønsmodning, kan man nu formode, at denne er afhængig af en stimulering fra hypofysen (herom handlede disputatsarbejdet) af både interrenalcellernes og gonadernes hormonsekretion. I samarbejde med Inge og Jan Boëtius, Danmarks Fiskeri- og Havundersøgelser, studeres kønshormoners virkning på ål (Lis Olesen Larsen).

1.4 To specialestuderende er i gang med et projekt på Slagteriernes Forskningsinstitut med Lis Olesen Larsen som vejleder. De undersøger kønsmodningens forløb hos hangrise, specielt med henblik på fremkomst af »ornelugt« og dens afhængighed af kønshormoner. De har inddraget et antal delvis nye og let registrerbare parametre: Kropsfacon, børstetykkelse, størrelse af scrotum, mælkekirtelantal m.m. (Ulf Nonboe, Henrik Verwohlt).

1.5 Studier af reguleringssystemer hos padder og fisk, specielt i forbindelse med udviklingsfænomener som metamorfose hos padder og smoltning før vandringen mod havet hos laksefisk (regnbueørred). I begge tilfælde har skjoldbruskkirtlen en væsentlig rolle ved at udløse og styre hastigheden ved forvandlingen. For tiden undersøges samspillet mellem skjoldbruskkirtlen og andre faktorer som årstid, temperatur og dyrets størrelse og alder (Per Rosenkilde).

2. Osmoregulering

2.1 I to specialestudier undersøgtes overgangen fra ferskvandstype til saltvandstype af osmoregulering hos regnbueørred. Fiskene fik foder med højt saltindhold i en periode før overførsel til saltvand. Behandlingen gav lidt bedre tilpasning til saltvand, bedømt ud fra overlevelse og blodets ionindhold. Forsøgene synes videre at vise, at gællernes Na/K-ATPase-aktivitet, der i reglen tages som udtryk for evnen til at transportere ioner, ændres som en følge af transportaktiviteten. Mange har hidtil anset en stigning i Na/K-ATPaseaktiviteten som en forudsætning for tilpasning til saltvand (Ulrik Meyer, Jan Kluge).

2.2 Et specialeprojekt, der udføres med P. Rosenkilde som intern vejleder og i samarbejde med Løvens kemiske Fabrik, går ud på at undersøge forudsætninger for en effektiv immunisering af regnbueørred mod bakterien *Yersinia ruckeri*. Denne fremkalder rødmundssyge, der volder hurtigt stigende skade også i danske dambrug. Af speciel fysiologisk interesse er detailviden om sammenhængen mellem betingelser for fiskens trivsel og sygdommens opståen og forløb (Dann Hansen, Jens Rainer Hansen).

3. Sundhedsbiologi

3.1 I en årrække har vi (Lis Olesen Larsen, Per Rosenkilde) afholdt studiekredse om menneskets centralnervesystem, med deltagelse af fysiologer, etologer og psykologer. I forlængelse heraf har vi i 1986 gennemført et nyt kursusmodul med titlen sundhedsbiologi, som imødekommer et behov hos mange studerende for undervisning, der beskæftiger sig med dagliglivets forhold i lyset af biologisk/fysiologisk viden.

3.2 Sundhedsværdien af henholdsvis »biodynamisk« og »konventionelt« producerede næringsmidler diskuteres livligt, men der foreligger endnu ret få forskningsresultater, hvor man har søgt at belyse de eventuelle forskelle på et grundlag, der kan accepteres af begge parter. I et specialeprojekt er næringsværdien af byg af henholdsvis konventionel og økologisk/biodynamisk oprindelse blevet undersøgt af Kirsten Henriksen med Per Rosenkilde som vejleder. Der er gennemført tre forsøgsserier under lidt forskellige betingelser. I nogle tilfælde syntes den økologisk/biodynamiske byg at give bedst trivsel og udvikling, i andre tilfælde syntes den konventionelle byg bedst. Det er tænkeligt, at når byggen i øvrigt er af høj kvalitet, kan forskelle mellem bygstamme og voksested være nok så væsentlig som forskel mellem økologiske og konventionelle dyrkningsmetoder.

3.3 I 1984 publicerede Lis Olesen Larsen i samarbejde med Inge-Lis Kanstrup Hansen en meget omtalt litteraturoversigt i »Ugeskrift for læger« om sammenhængen mellem idræt og menstruationsuregelmæssigheder. Disse forhold har ikke tidligere været undersøgt i Danmark, men bliver nu af cand.scient. Eva Wulff Hansen belyst ved udsendelse af spørgeskema til 350 elite-idrætsskvinder. Lis Olesen Larsen rådgiver i projektet.

4. Vækst og differentiering i paddehuden

4.1 Hos skrubtudsen er produktionen af celler i huden (epidermis) større end nødvendigt til erstatning af celledøden ved keratinisering og hamafkastninger (se Årbog 1983-85). »Overskudscellernes« skæbne er ikke afklaret; der synes ikke at være tale om nekrose i videre omfang, men muligvis spiller apoptose (d.v.s. fragmentering af celler med efterfølgende fagocytose af fragmenterne) en rolle. Histokemiske undersøgelser af den epidermale differentiering med fluorescensmærkede lektiner, påbegyndt i 1986, har ført til en alternativ hypotese, nemlig en udvandring af »overskudscellerne« fra epidermis til dermis. Der arbejdes videre med undersøgelser til belysning af denne hypotese (Povl Budtz, Ingrid Spies).

4.2 De i 1985 påbegyndte forsøg med dyrkning af skrubtudsehud i langtidsgangkultur med henblik på

en yderligere karakteristik af de vævshomeostatiske mekanismer har været videreført i 1986, men synes i den anvendte opstilling ikke at være velegnede til formålet (Povl Budtz).

4.3 Som led i de løbende undersøgelser over kontrollen af vækst og differentiering er gennemført en større forsøgsserie med implantation af hydrocortison-piller i intakte skrubbudser og i skrubbudser, hvor hypofyseforlappen er bortopereret. Materialet er under oparbejdelse (celledelingsaktivitet, keratiniseringsgrad og -hastighed, m.m.) (Povl Budtz).

4.4 1. etape af den i Årbog 1985 omtalte kvantitative undersøgelse af Merkelcellerne i skrubbudseepidermis under normale og eksperimentelle betingelser er afsluttet, men da resultaterne ikke er konklusive fortsættes undersøgelse (Povl Budtz, i samarbejde med prof. G. Zaccane, Messina, Italien).

4.5 Povl Budtz er vejleder for en specialestuderende ved Fibigerlaboratoriets tumor-endokrinologiske afdeling (»In vitro-undersøgelser over den invasive vækst af humane mammacarcinom-celler«) og (sammen med Per Rosenkilde) for en specialestuderende ved Fibigerlaboratoriet (»Oprensning og karakteristik af transformerede vækstfaktorer«). En specialestuderende (Poul Petersen) har i 1986 med Povl Budtz og Lis Olesen Larsen som vejledere afsluttet sit speciale om fysiologiske og strukturelle forskelle på kromatorer hos korrekt og fejlpigmenterede hybrider af pig-hvar og slethvar. En del af materialet fra dette speciale blev udarbejdet til en poster (Poul Petersen, Lis Olesen Larsen og Povl Budtz: Observations on colour change in ambicolorate *Scopthalmus* hybrids) og fremvist på et nordisk zoologmøde i Kolmården, Sverige, maj 1986.

5. Muslingegællens pumpe- og filteregenskaber

Undersøgelserne over muslingegællens pumpe- og filteregenskaber fortsætter i samarbejde med Fluidmekanisk Afdeling ved DTH, Miljøstyrelsens Havforureningslaboratorium og Biologisk Institut ved Odense Universitet. Forbedret teknik tillader nu måling af pumpestryk ned til ca. 0.1 mm vandsøjle. Denne følsomhed er nødvendig for at kunne fastlægge muslingegællens pumpekarakteristik og andre pumpe- og filteregenskaber. Pumpens maksimale løftehøjde er omkring 3-4 mm vandsøjle, medens den normale driftstryk synes at være omkring 1 mm vandsøjle. Muslingers vandtransport er stærkt afhængig af skallens åbningsgrad. Den faldende vandtransport med faldende åbningsgrad antoges tidligere at skyldes stigende gnidningsmodstand i de kanalsystemer, der fører til og fra gællepumpen. Vore undersøgelser viser, at den faldende vandtransport altovervejende skyldes nedsat pumpekraft (C. Barker Jørgensen).

6. Epiteltransport: Stofudveksling mellem den dyriske organisme og omgivelserne

6.1 Fortsatte eksperimentelle undersøgelser af salttransporterende epithelvæv. I den første halvdel af 1986 var undersøgelserne henlagt til National Institute of Health, Bethesda, Maryland, U.S.A., hvor Erik Hviid Larsen i samarbejde med Dr. Kenneth R. Spring og professor Hans H. Ussing studerede iontransport i de små flaskeformede, mitochondrierige celler i paddehud. Ved hjælp af en metode, der beror på måling af de levende cellers volumen, studeredes den passive Cl-transport, som disse celler er specialiseret til at varetage. Det blev tillige vist, at cellerne bidrager til vævets aktive transport af Na, og at denne finder sted via den type af transportsystemer, der kendetegner de kvantitativt dominerende, store Na-transporterende celler i epithellet. Dermed er væsentlige aspekter af den tidligere opstillede teoretiske model (se tidligere årbøger) af de små, spredt forekommende mitochondrie-rige cellers funktionelle specialisering blevet bekræftet. Undersøgelserne førte også til en uddybende kvantitativ beskrivelse af denne celletypes iontransport. F.eks. er mere end 98% af Cl-fluxen, men mindre end 2% af Na-fluxen, lokaliseret til de mitochondrie-rige celler. Det nye aspekt af disse undersøgelser af organismens saltreguleringsmekanismer er, at transporten af NaCl finder sted gennem celler, der er specialiseret til transport af hver sin ion. Det er for tidligt at påstå, at dette princip kan generaliseres, men der er nu voksende interesse for at undersøge eventuel tilstedeværelse af flere celletyper i osmoregulatoriske epitheler. Mitochondrie-rige celler, der optræder som minoritetscelletype, er fundet f.eks. i visse nyreafsnit og i urinblæreepithel. Undersøgelser af Cl-transportens spændingsafhængighed og af Cl-aktiviteten i de store Na-transporterende celler (med lic.scient. Niels Willumsen), af et nyremedikaments, indacrinons, virkning på Cl-transporten (med Ph.D. studerende Johanna Dürr, University of Hohenheim, Stuttgart) og af Cl-transportssystemets anionselektivitet og koncentrationsafhængighed (med cand.scient. Anders Harck) er i løbet af året blevet færdiggjort og publiceret (Erik Hviid Larsen).

6.2 I et andet projekt, i samarbejde med læge Peter Steen Pedersen (Rigshospitalets Børneafdeling) og Dr.med. Jørgen Hedemark Poulsen (Medicinsk fysiologisk Institut A, Panum Institutet), undersøges iontransport i humane svedkirtler; den er defekt hos patienter med sygdommen cystisk fibrose. Der arbejdes med kulturvæv af kirteludførselsgangen fra raske individer og fra cystisk fibrose patienter. Undersøgelserne sigter mod en uddybende beskrivelse af disse cellers salttransport-mekanismer som forudsætning for en forståelse af de defekte processer i cellerne. I løbet af året er Na-transporten karakteriseret, og ved anvendelse af tracerteknik er Cl-transporten i væv dyrket fra

raske individer og CF-patienter sammenlignet. Det kunne vises, at CF-patienternes kirtelvæv transporterer Cl på en abnorm måde, idet Cl udveksles med sig selv og dermed forhindrer en egentlig reabsorption af salt. Dette fund kan redegøre for den abnormt store saltkoncentration i sved hos disse patienter, og det følger sig til samtidigt publicerede undersøgelser af udenlandske forskergrupper, der med andre teknikker har kunnet demonstrere fravær af Cl-konduktans i lungeepithelvæv fra disse patienter. Resultaterne er så lovende, at der fortsættes med dybdeborende undersøgelser af transportsystemets egenskaber med andre teknikker. Laborant Lone Pedersen er knyttet til projektet ved hjælp af midler, som Peter Steen Pedersen har fået stillet til rådighed af Cystic Fibrosis Foundation, Maryland, U.S.A. (Erik Hviid Larsen).

6.3.1 Sidste år besøgte professor R. Boucher Zoofysiologisk laboratorium A, og et samarbejde om studiet af iontransport i lungeepithelvæv blev indledt. I årets løb er et stort eksperimentelt materiale blevet analyseret og bearbejdet med henblik på offentliggørelse. Undersøgelserne, der igen tager udgangspunkt i cystisk fibroseforskningen, drejer sig om iontransport i kulturvæv fra to områder af lunge, henholdsvis det NaCl-secererende tracheaepithel og det NaCl-absorberende bronchiepithel, og det blev vist, at deres funktioner blev bevaret efter dyrkning og uddifferentiering i cellekulturmedium. Cellekulturepithel udgør således en god model for studiet af iontransport i det intakte lungenvæv, der kun i sjældne tilfælde er tilgængelige for egentlige eksperimentelle undersøgelser.

6.3.2 Lic.scient. Niels Willumsen arbejder for tiden som »Postdoctoral Fellow« på Boucher's laboratorium i North Carolina, og samarbejdet fortsætter med detaljbeskrivelser af transportsystemernes elektriske egenskaber i kulturepithelceller fra forskellige luftvejsregioner.

6.4 Studiet af transportprocesser i invertebrateintegumentet er fortsat. I det forløbne år har hovedvægten været lagt på en afslutning og færdigrapportering af det i Årbog 1984 omtalte projekt, hvis formål har været at karakterisere mekanismerne ved transporten af glukose gennem overfladeepithet hos det voksne stadium af den humane endoparasit *Schistosoma mansoni*. Denne organisme skaffer næsten al sin energi ved optagelse af glukose fra værtens blod. Vi har på grundlag af tracerkinetiske undersøgelser og matematisk modelanalyse fundet, at glukoseoptagelsen i væsentlig grad er påvirket af en »perifer diffusionszone« i integumentet, hvis fysiske natur endnu ikke er klarlagt. Denne observation gør det nødvendigt at reevaluere tidligere forsøg på en kinetisk beskrivelse af den epidermale glukosetransport. Vi har endvidere kunnet påvise, at glukose-transportssystemet i den udadven-

dende epidermale cellemembran udviser betydelige lighedstræk med den form for faciliteret glukose-transport, der kendes fra en række dyriske cellemembraner, men der synes tillige at være områder, hvor specificitetsmønstret er afvigende. Det er således tænkeligt, at det vil være muligt farmakologisk at påvirke glukoseoptagelsen hos parasitten uden at gribe ind i værtens stofskifte (Jørgen Gomme, Sten Albrechtsen).

6.5 I samarbejde med professor G. C. Stephens (University of California, Irvine), der opholder sig på laboratoriet som gæsteforsker juli 1986 - juli 1987, er indledt undersøgelser, der sigter på at belyse den transepidermale aminosyretransport gennem integumentet hos *Nereis diversicolor* (Jørgen Gomme).

6.6 Professor L. B. Kirschner har afsluttet sit gæsteforhold ved laboratoriet, hvorunder han har studeret Na- og Cl-transporten i frøhuden med særligt henblik på de mekanismer, der er operative, når hudens yderside er badet med en stærkt fortyndet saltopløsning. Samarbejdet med prof. Kirschner fortsættes gennem et nyt forskningsophold i sommeren 1987.

Udgivervirksomhed m.m.:

Jørgen Gomme er sekretær for »European Society for Comparative Skin Biology«, medlem af bestyrelsen for Dansk naturhistorisk Forening, samt medlem af organisationskomitén for »ESCPB Congress on Mechanisms and Regulation of Transport in Membranes and Epithelia«. Jørgen Gomme er endvidere formand for Carbon 14 Centralens bestyrelse (ATV).

Lis Olesen Larsen er medlem af redaktionskomitén for Journal of Herpetology og Fish Physiology and Biochemistry.

Per Rosenkilde er medlem af redaktionskomitén for General and Comparative Endocrinology. Per Rosenkilde var medarrangør af workshopmødet Biologists and Modern Industry, afholdt af den Europæiske Biologsammenslutning (ECBA) på Mytilene, Grækenland, april 1986. Han er hovedredaktør på workshoprapporten.

Gæster:

Professor L. B. Kirschner, University of Washington, Pullman (samarbejde med Jørgen Gomme).

Professor G. C. Stephens, University of California, Irvine (samarbejde med Jørgen Gomme).

Rejser og gæsteforelæsninger:

C. Barker Jørgensen deltog efter invitation i en session om Filter Feeding Mechanisms, arrangeret af Society for Experimental Biology.

Erik Hviid Larsen har været gæsteforelæser på Duke University, North Carolina og på Heart, Cornell University, New York, og Lung and Blood Institute, National Institute of Health, Bethesda, Maryland.

EHL har som inviteret foredragsholder deltaget i GAP Conference on Cystic Fibrosis, Port St. Lucie, Florida, FASEB Summer Conference on Membranes and Membrane Transport in Neoplasia, Vermont Academy, Vermont, IUPS Symposium on Membrane Transport and Control: Comparative Mechanisms, Banff, Canada.

Lis Olesen Larsen har været på forskningsophold ved University of New Hampshire, USA (lamprethypofysefunktion) og ved universitetet i Helsingfors (padders fødeindtagelse) og begge steder holdt gæsteforelæsning. Hun har desuden deltaget i 13. Conference for Comparative Endocrinologists i Beograd.

Per Rosenkilde deltog i et internationalt seminar, Health Education in the Preservice Training of the Teacher, Luxembourg, afholdt af EF-kommissionen i samarbejde med WHO's Europaafdeling og Europarådet og redegjorde som dansk delegeret for sundhedspædagogikken i de danske læreruddannelser. PR deltog i en workshop om biologers uddannelse og erhvervsmuligheder, arrangeret af den europæiske biologsammenslutning, ECBA, i Mytilene, Grækenland.

Povl E. Budtz, C. Barker Jørgensen, Per Rosenkilde og Lis Olesen Larsen deltog med foredrag i et møde om organismebiologi arrangeret af universitetet i Stockholm.

Publikationer:

Boucher, R.C., Larsen, E.H.: Bioelectric properties of canine pulmonary epithelia in primary culture. *Fed. Proc.* 45, s. 785, Massachusetts, USA 1986.

Budtz, P.E.: Expectations of human epidermal kinetic homeostasis. *Br. J. Dermatol* 114, s. 645-50, Oxford 1986.

–: Amphibian skin as a model in studies on epidermal homeostasis. Skin models. Models to study function and disease of skin, Ronald Marks, Gerd Plewig (eds), s. 58-72, Berlin/Heidelberg/New York/Tokyo 1986.

Dürr, J.E., Larsen, E.H.: Indacrinone (MK-196) – a specific inhibitor of the voltage-dependent Cl[–] permeability in toad skin. *Acta Physiol. Scand.* 127, s. 145-53, Oxford 1986.

Famme, P., Riisgård, H.U., Jørgensen, C.B.: On direct measurement of pumping rates in the mussel *Mytilus edulis*. *Marine Biology* 92, s. 323-27, Berlin 1986.

Gomme, J.: Fysiologiske aspekter af opløst organisk stof i det marine miljø-historiske perspektiv og status. Historiske Perspektiver – beretning fra fjerde danske havforskermøde, s. 19-29, København, 1986.

Harck, A., Larsen, E.H.: Concentration dependence of halide fluxes and selectivity of the anion pathway in toad skin. *Acta Physiol. Scand.* 128, s. 289-304, Oxford 1986.

Jørgensen, C.B.: External and internal control of patterns of feeding, growth and gonadal function in a temperate zone anuran the toad *Bufo bufo*. *Journal of Zoology A* 210, s. 211-41, London 1986.

–: Feeding and digestion. *Animal Biology*, R. McNeill Alexander (ed.), s. 34-49, London 1986.

–, Shakuntala, K., Vijayakumar, S.: Body size, reproduction and growth in a tropical toad *Bufo melanostictus* with a comparison of ovarian cycles in tropical and temperate zone anurans. *Oikos* 46, s. 379-89, København 1986.

–: Effect of fat body excision in female *Bufo bufo* on the ipsilateral ovary with a discussion of fat body – gonad relationships. *Acta Zoologica* 67, s. 5-10, Stockholm 1986.

–, Møhlenberg, F., Sten-Knudsen, O.: Nature of relation between ventilation and oxygen consumption in filter feeders. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 29, s. 73-88, Vesttyskland 1986.

–, Famme, P., Kristensen, H.S., Larsen, P.S., Møhlenberg, F., Riisgård, H.U.: The bivalve pump. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 34, s. 69-77, Vesttyskland 1986.

–: Relations between hibernation and ovarian functions in a temperate zone frog, *Rana temporaria*. *Acta Zoologica* 65, s. 239-47, Stockholm 1984.

Larsen, E.H., Spring, K.R., Ussing, H.H.: Volume response of mitochondria-rich cells of toad skin to amiloride and Na-free outside medium. *Fed. Proc.* 45, s. 746, Massachusetts, USA 1986.

Larsen, E.H., Rasmussen, B.E.: A mathematical model of amphibian skin epithelium with two types of transporting cellular units. *Pflügers Arch* 405 (suppl. 1), s. S50-S58, Berlin, Heidelberg 1985.

Pedersen, P.S., Larsen, E.H.: Effect of isoproterenol on ion transport in cell culture epithelial membranes derived from human sweat gland ducts. *IRCS Med. Sci* 14, s. 108-109, Manchester 1986.

–, Brandt, N.J., Larsen, E.H.: Qualitatively abnormal beta-adrenergic response in cystic fibrosis sweat duct cell culture. *IRCS Med. Sci* 14, s. 701-02, England 1986.

–, Larsen, E.H.: Chloride flux studies in normal and cystic fibrosis sweat duct cell cultures. *IRCS Med. Sci* 14, s. 1159-60, Manchester 1986.

Rosenkilde, P.: Professional Biologists in Europe: Position and Perspectives in Employment. Report of the workshop "Biologists in New Fields", Kollekolle, Denmark, Dec 13-17, 1984. Grækenland 1986, 48 s.

Willumsen, N.J., Larsen, E.H.: Membrane potentials and intracellular Cl[–] activity of toad skin epithelium relation to activation and deactivation of the transepithelial Cl[–] conductance. *J. Membrane Biol.* 94, s. 173-90, Berlin/Heidelberg/New York 1986.

–, Larsen, E.H., Davis, C.W., Boucher, R.C.: Chloride

de activity of cultured human nasal epithelial cells measured by doubled barrelled microelectrodes. Fed. Proc. 45, s. 1013, Massachhsetts, USA 1986.

Willumsen, N.E., Larsen, E.H.: Passive Cl currents in toad skin: Potential dependence and relation to mitochondria-rich cell density. Transport processes, ionic and osmoregulation, R. Gilles, M. Gilles-Bailien, s. 20-30, Berlin, Heidelberg 1985.

Poul E. Budtz

2. Zoofysiologisk Laboratorium B

Historie:

Laboratoriet er oprettet 1958 ved opdeling af det tidligere Zoofysiologiske Laboratorium, jvf. beskrivelsen under Zoofysiologisk Laboratorium A.

Stab:

VIP: Antal årsværk: 11.

Lektorer: G. Christoffersen, K. B. Hendil, N. Chr. Jørgensen, B. I. Kristensen, L. E. Nielsen, L. O. Simonsen, B. Vestergaard-Bogind.

Adjunkt: C. Juel.

Kandidatstipendiater: P. Christophersen, P. Stampe.

Seniorstipendiat: P. Bennekou.

TAP: Antal årsværk: 9,55.

K. Abel, G. Bengtson, J. G. Hansen (orlov), A. Honig, K. M. Jensen, B. B. Jørgensen, B. J. Knifström, A.-M. Lauridsen, H. Olesen, V. Rasmussen, I. Somer.

Forskningsvirksomhed:

Laboratoriets forskningsaktiviteter omfatter almen fysiologi og cellefysiologi. Specielt foregår undersøgelser af de basale mekanismer, der er knyttet til funktionen af cellens plasmamembran.

Plasmamembranen, der omgiver alle celler, besidder komplicerede transportsystemer, der bevirker en opretholdelse af en uens fordeling af ioner over membranen. Disse ionkoncentrationsforskelle over membranen er af betydning for f.eks. dannelsen af elektriske signaler i nerve/muskelsystemet, og for cellers volumenregulering. Calciumionen spiller en særlig rolle ved muskelkontraktion, sekretion og ved regulering af transport af andre ioner over cellemembranen. Således undersøges calcium-, kalium- og kloridioners bevægelser over den humane røde blodlegememembran, Ehrlich ascites tumor cellen samt ionforskydninger i skeletmusklen under arbejde. Også synapsefunktionen og impulsaktiviteten i nerveceller er afhængig af calciumionen, og undersøgelser heraf kan bidrage til forståelsen af, hvorledes centralnervesystemet fungerer. Adrenalins fysiologiske regulering af blodlege-

rets evne til at transportere ilt via binding af ilt til hæmoglobin studeres på frøblodlegemer.

Endelig undersøges omsætningen af protein i celler. Protein nedbrydning i cellerne er af betydning for bl.a. nedbrydning af defekte proteiner og regulering af væksthastighed, hvorfor især protein nedbrydende enzymer i dyrkede pattedyrceller er genstand for isolering og karakterisering.

1. Den Ca^{2+} -aktiverede K^{+} -kanal i røde blodlegemer

1.1 Den sidste år beskrevne Michaeliske sammenhæng mellem konduktansen og den extracellulære koncentration af kaliumioner er blevet opløst i en ren kaliumkoncentrations funktion og en hidtil overset meget stejl spændingsfunktion. Sidstnævnte er operativ i et snævert område omkring det foreliggende ligevægtspotentiale for kaliumioner og er derfor hidtil blevet overset selv i patchclamp studier af kanalen. Fænomenet er sandsynligvis af stor betydning for forståelsen af indadgående ensrettede kaliumkanalers funktion, og kanaler af denne type spiller en væsentlig omend ufuldstændigt forstået rolle i tværstribet muskulatur (Bent Vestergaard-Bogind, Per Stampe, Palle Christophersen – accepteret til publ. J. Membrane Biol.).

1.2.1 Undersøgelser af protoners indflydelse på Ca-aktiveringen af kaliumkanalen er vidt fremskredne og præliminære resultater er publiceret (Per Stampe, Acta Physiol. Scand.).

1.2.2 I forbindelse med ovenstående har det været nødvendigt at beskrive calcium bufferingens afhængighed af calcium- og protonkoncentrationerne. Delresultater er publiceret (Per Stampe, Acta Physiol. Scand.) (Bent Vestergaard-Bogind, Per Stampe, Palle Christophersen, Annelise Honig).

2. Ion konduktanser over erythrocyt membranen

I forbindelse med undersøgelsen af ionkonduktanser over det humane blodlegemes membran er det blevet vist, at hidtidige undersøgelser af chloridkonduktansen, hvor denne er bestemt under antagelse af konstant felt, må refortolkes.

I denne forbindelse er spændings- og koncentrationsafhængigheden for chloridkonduktansen blevet undersøgt. Hovedresultatet af denne undersøgelse er, at den konduktive chloridtransport afhænger lineært af det drivende potentiale.

Der er samtidig påbegyndt en undersøgelse af de stigninger i kationfluxe, der ses ved lave extracellulære ionstyrker. Det er her vist at denne fluxforøgelse er af konduktiv karakter (Poul Bennekou, Kirsten Abel).

3. Iontransport i Ehrlich ascites-tumor celler

De i Årbog 1985 omtalte undersøgelser, foretaget i samarbejde med Else K. Hoffmann og Ian H. Lam-

bert, Institut for biologisk Kemi A, er nu publiceret i J. Membrane Biology. Undersøgelserne påviste en K^+ -kanal og en lidt selektiv anion-kanal i Ehrlich cellernes cellemembran. Begge transportveje aktiveres ved cellesvulmning, og kan desuden aktiveres ved hjælp af Ca^{2+} -ionoforen A23187. Aktivering syns involvere Ca^{2+} (bl.a. frigjort fra indre depoter i cytoplasmaet) og tillige regulatorproteinet calmodulin (Lars Ole Simonsen).

4. Calciumtransport i røde blodlegemer

Undersøgelserne over optagelse og intracellulær binding af cobolt i røde blodlegemer er fortsat i samarbejde med Dr. A. M. Brown, Department of Physiology & Pharmacology, University of Nottingham Medical School, Nottingham, U.K.. Disse forhold er af interesse, idet cobolt ofte benyttes eksperimentelt til blokering af Ca^{2+} -kanaler i eksitabel væv, og idet cobolt besidder en betydelig toksicitet, hvis mekanisme er stort set ukendt.

Cobolt optagelsen i røde blodlegemer viser en række lighedspunkter med calcium optagelsen, som kan undersøges i ATP-depleterede røde blodlegemer. Det er dog endnu uafklaret, om transporten sker gennem samme transportvej eller gennem adskilte, men beslægtede transportveje.

Cobolt akkumuleres i røde blodlegemer, idet intracellulært cobolt i udtalt grad bindes i cytoplasmaet, formentlig til hæmoglobin. Bindingen er i starten reversibel, men bliver med tiden i stigende grad irreversibel, især i celler med intakt energistofskifte. Mekanismen bag denne tids- og stofskifteafhængige ændring af bindingens karakter undersøges i øjeblikket. Det kan vises, at cobolt ikke transporteres af cellemembranens calciumpumpe, selv om cobolt i flg. litteraturen er substrat for Ca^{2+} -ATPasen.

De foreløbige resultater er forelagt ved et møde i European Red Cell Club i Visegrád, Ungarn i juni 1986.

I de seneste år er der fra forskellig side fremkommet holdepunkter for, at røde blodlegemer besidder Ca^{2+} -kanaler i lighed med Ca^{2+} -kanalerne i eksitabel væv. I samarbejde med Dr. Sigfried Zaiss, Institute of Pharmacology, Bayer AG, Wuppertal, BRD er foretaget undersøgelser over optagelsen af calcium og cobolt i røde blodlegemer og over virkningen af forskellige Ca^{2+} -kanal-blokkere (Ca^{2+} antagonist), bl.a. stoffer, som tilhører gruppen af 1,4 dihydropyridiner. De foreløbige resultater er forelagt ved et møde i Nordisk Forening for Fysiologi i København i november 1986 (Lars Ole Simonsen, Inga Somer).

5. Magnesiums indflydelse på den calciumafhængige binding af calmodulin til blodlegememembranen

Undersøgelser over magnesiums rolle for binding af regulatorproteinet calmodulin til »inside-out« vesikler af det humane røde blodlegemes membran er bragt til afslutning. Resultaterne viser, at magnesium er

nødvendig for den calciumafhængige binding af calmodulin til membranen, og at følsomhed for binding er størst i netop de koncentrationsområder, der er fysiologiske for cellen. Endvidere hæmmer calmodulin-antagonisten calmidazolium bindingen og derved den aktive calciumtransport over membranen (Berit I. Kristensen, Gurli Bengtson).

6. Calciumafhængige membran/protein-interaktioner

Fra cytoplasmaet af Ehrlich ascites tumor cellen isoleres tre proteiner, der bindes calciumafhængigt til cellens plasmamembran. Proteinerne bindes også til »inside-out« vesikler af det røde blodlegemes membran. Dette benyttes til oprensning af proteinerne, idet vesiklerne anvendes som »affinitetsmateriale«. De isolerede proteiner ledsages af proteaseaktivitet, idet i hvert fald spectrin og bånd 3 i vesiklerne nedbrydes. Der arbejdes videre med en nærmere karakterisering af disse proteiner og deres funktion i cellen (Berit I. Kristensen, Gurli Bengtson i samarbejde med Poul Kristensen, Institut for biologisk Kemi A).

7. Ionændringer under muskelarbejde

Der arbejdes på lang sigt mod en beskrivelse af ionændringerne under muskelarbejde. Det ønskes afklaret i hvor høj grad disse ændringer er en medvirkende årsag til muskeltræthed. I det sidste år er udført eksperimentelt arbejde på to områder: 1) Måling af sammenhængen mellem Na-K-pumpernes antal og evnen til at pumpe Na og K efter muskelarbejde. 2) Forsøg til belysning af hvilke transportprocesser der er involveret i intracellulært pH-recovery og laktat efflux efter muskelarbejde (Carsten Juel).

8. Analyse af neurale transmitterfremkaldte forandringer af intracellulær Ca^{2+} -aktivitet i rollen som »second-messenger«

Neurale transmitterstoffer absorberes dels på receptormolekyler, som fremkalder »hurtige synapsepotentialer« dels på enzymatiske receptorer (adenylatcyclase) som via intracellulære »second messengers« fremkalder »langsomme« synaptiske signaler.

Her på laboratoriet er sådanne transmitteraktiverede »second-messenger« signaler tidligere blevet målt direkte for første gang som intracellulære Ca^{2+} bølger. Nu arbejdes der videre med afklaring af spørgsmål om bølgernes dannelse og henfald. En dobbelt intracellulær Ca^{2+} elektrode er udviklet dels til fastlæggelse af bølgernes dannelsessted og dels til måling af deres udbredelse i cellen gennem en bestemmelse af intracellulær Ca^{2+} -mobilitet med mere nøjagtige metoder end hidtil anvendt (Gert Christoffersen).

9. Neuroplasticitet i vinbjergsneglen *Helix pomatia*

Indlæring og hukommelse er i mennesker og dyr forbundet med adfærdsendringer og er i snegle i nogle tilfælde påvist at være ledsaget af bestemte aktivitets-

ændringer i lokaliserede celler i centralnervesystemet, men de molekylære processer herfor er ikke klarlagt.

I vinbjergsneflen *Helix pomatia* er det i centralnervesystemet fundet, at der i nogle genkendelige celler optræder lignende ændringer i aktivitet i forbindelse med gentagen stimulering gennem de perifere nerver. De fundne ændringer tages som udtryk for hukommelse på det cellulære niveau og de involverede molekylære processer i forbindelse hermed søges indkredset.

I mange celler regulerer calciumionaktiviteten vigtige processer og blandt andre vides synapsefunktionen og impulsaktiviteten i nerveceller at være afhængig af calciumioner. Det undersøges, hvorledes calciumioner influerer på nogle af de processer, som indgår i den karakteristiske aktivitet i cellerne RPa3 og LPal i centralnervesystemet i *Helix pomatia* (Lis Engdahl Nielsen).

10. Røde blodlegemers ilttransportegenskaber

Vi har tidligere påvist og karakteriseret en virkning af adrenalin på frøerythrocytsuspension i fysiologisk saltvand og fuldblod (*Rana temporaria*), idet adrenalin kan øge iltbindingens P_{50} (iltpartialtryk ved 50% iltmætning) 20-40%. Denne virkning af adrenalin kan lette iltafgivelsen fra blod til væv. Adrenalinvirksomheden har ikke kunnet fremkaldes i alle forsøg, hvorfor vi har arbejdet med en nøjere fastlæggelse af de forsøgsbetingelser, der er en forudsætning for denne virkning af adrenalin. Cobolt kan optages i humane røde blodlegemer og bindes intracellulært, muligvis til hæmoglobin. Det er derfor muligt, at cobolt har en virkning på de røde blodlegemers ilttransport. I samarbejde med Lars Ole Simonsen har jeg påbegyndt en undersøgelse af cobolts mulige virkninger på ilttransportegenskaber af humant blod (Niels-Chr. Jørgensen).

11. Intracellulær proteinnedbrydning i pattedyrceller

Proteiner i levende celler omsættes til stadighed. Protein nedbrydningens mekanisme er relativt ukendt, men nedbrydningen er af betydning for cellernes evne til at adaptere deres enzymsammensætning efter skiftende forhold, til at nedbryde defekte proteiner og til at regulere deres væksthastighed. For at forstå processerne bedre, oprenser vi nu protein nedbrydende enzymer (proteinaser) fra menneske- og pattedyrceller i kultur.

α_2 -Macroglobulin (α_2 -M) fra human blodplasma binder de fleste protein nedbrydende enzymer. Vi har oprenset α_2 -M og blandet det med cellehomogenater for at lade proteinaserne reagere med α_2 -M. Komplexerne af proteinaser og α_2 -M er derefter oprenset på immun-affinitets søjler og proteinerne er karakteriserede ved gelelektroforese og ved deres reaktion med antistoffer («immun-blotting»).

Fra fibroblaster fra okse og fibroblaster og carcinomceller fra menneske har vi på denne måde kunnet påvise cytoplasmatiske proteinaser med neutrale pH-

optima og molekylvægte på 108 000, 53 000 og 79 000 (gelelektroforese med natriumdodecylsulfat). Sidstnævnte proteinase er identisk med calpain, en Ca^{2+} -aktiveret proteinase.

Ved lav pH (pH 5.5) kan vi påvise binding af proteinaser med molekylvægte på 79 000, 52 000 og 33 000. Sidstnævnte reagerer med antistoffer mod cathepsinerne B & D. De andre proteinaser er ukendte.

Komplexerne af proteinaser og α_2 -M kan formentlig bruges til fremstilling af monoklonale antistoffer mod de ukendte proteinaser, som derefter kan isoleres, ligesom deres lokalisering i cellerne kan bestemmes og analyseres kvantitativt (Anne-Marie Lauridsen, Klavs B. Hendil).

Rejser:

Poul Bennekou, Berit Kristensen og Per Stampe har deltaget i møde i Nordisk Forening for Fysiologi i Göteborg.

Poul Bennekou og Lars Ole Simonsen har deltaget i kongres i European Red Blood Cell Club i Visegrád, Ungarn.

Publikationer:

Bennekou, P.: Human red cell membrane potential and valinomycin flux ratio. *Acta physiol. scand.* 128, s. 40a 1986.

-, Christophersen, P.: Flux ratio of valinomycin-mediated K^+ fluxes across the human red cell membrane in the presence of the protonophore CCP. *J. Membrane Biol.* vol. 93, s. 221-27. New York 1986.

Hoffmann, E.K., Lambert, I.H., Simonsen, L.O.: Separate, Ca^{2+} -activated K^+ and Cl^- transport pathways in Ehrlich ascites tumor cells. *Journal of Membrane Biology* 91, s. 227-44, Berlin 1986.

Juel, C.: Potassium and sodium shifts during in vitro isometric muscle contraction, and the time course of the ion gradient recovery. *Pflügers Arch.* 406, s. 458-63, Berlin/Heidelberg 1986.

-, Muscular fatigue. *Biochemistry of Exercise VI*, Bengt Saltin (ed.), s. 393-96, Illinois, USA 1986.

Kristensen, B.I.: The effect of Mg^{2+} and calmidazolium on the calmodulin binding to human red cell IOV. *Acta Physiol. Scand* 128, s. 42A, England 1986.

-, The effect of Mg^{2+} and calmidazolium on the calmodulin binding to inside-out vesicles of the human red cell membrane. *Biochim. Biophys. Acta* 862, s. 457-60, Holland 1986.

Slot, L.A., Hendil, K.B., Lauridsen, A.M.: Intracellular protein degradation in serum-deprived human fibroblasts. *Biochem. J.* 237, s. 491-98, England 1986.

Berit I. Kristensen

3. Gymnastikteoretisk Laboratorium

Historie:

Gymnastik – senere benævnt Legemsøvelser – blev indført ved Københavns Universitet i 1909, som bifag ved skoleembedseksamen under Det filosofiske og Det naturvidenskabelige Fakultet. Lægen Johannes Lindhard (1870-1947) fungerede først som docent og fra 1917 som ekstraordinær professor i faget gymnastikteori under Det lægevidenskabelige Fakultet, men professoratet blev senere, trods modstand, overflyttet til Det naturvidenskabelige Fakultet. Et mindre lokale i Ny Vestergade fungerede som studiosal for undervisningen og bar betegnelsen »Gymnastikauditoriet«. Lindhard udførte sine experimentelle arbejder som gæst hos K. A. Hasselbalch på Finsenslaboratoriet og hos August Krogh på Dyrefysiologisk Laboratorium. Med flytningen af faget til Det naturvidenskabelige Fakultet fulgte, at et lokale, beliggende under disputatsauditoriet og trappen i Studiegården, blev stillet til hans rådighed – det første gymnastikteoretiske laboratorium.

Ved indretningen af Fysiologisk Institut – Rockefeller-Instituttet – på Juliane Mariesvej i 1928 blev det gymnastikteoretiske laboratorium tildelt 1. salen i den nordlige fløj, nr. 32, med adgang til fælles bibliotek og auditorier. På grund af fagets bredde og den stærke tilgang af studerende fra både Det humanistiske og Det naturvidenskabelige Fakultet, blev der oprettet endnu et professorat i faget og laboratoriet blev i 1962 delt i to administrativt selvstændige laboratorier, A og B, omend med fælles faciliteter i vidt omfang. I 1970 flyttedes Gymnastikteoretisk Laboratorium A og B til det nybyggede August Krogh Institut i Universitetsparken. Dette betød en længe tiltrængt fornyelse af de tekniske installationer beregnet til forsøg, som fx klimakammer og undertryksskammer, samt en nyskabelse i form af et svømmebassin med strømmende vand til studiet af svømningens fysiologi. Fra styrelseslovens indførelse (1972) fungerede de 2 laboratorier som et institut.

Stab:

VIP: Antal årsværk: 9,5.

Professorer: B. Saltin og en vakant.

Lektorer: K. Jørgensen, K. Klausen, B. Nielsen, B. Rasmussen, E. A. Richter, E. Nygaard (kombinationsstilling) og en vakant.

Kandidatstipendiat: K. Allenberg, N. Fallentin.

Forskningsstipendiat: B. Jensen, B. Kiens.

TAP: Antal årsværk: 8,3.

B. Bolmgren, M. Grønlund, D. Haugaard, M. Hemmingsen, P. Haarbye, H. Jensen, I. Kring, A. G. Pe-

dersen, L. Riis-Jacobsen, E. M. Skræm, W. Taagerup, M. Vannby.

Forskningsvirksomhed:

Laboratoriets forskning er koncentreret om menneskets biologi og har en basal såvel som en anvendt fysiologisk retning. Forskningen omfatter organsystemer og processer, der er led i ilttransporten (respiration, kredsløb, muskelstofskifte), varmeregulering, vand- og ionbalance, samt direkte arbejds- og idrætsorienterede studier. De regulationsmekanismer, der ligger til grund for at mennesket kan opretholde et konstant internt miljø, er i centrum for laboratoriets forskningsaktivitet. Disse regulationsmekanismer søges klarlagt gennem forsøgsmodeller, der udsætter den menneskelige organisme for forstyrrelser i det interne miljø, for derigennem at beskrive regulationsmekanismernes omfang og natur. Undertiden udføres dyreforsøg, hvor det skønnes nødvendigt for tolkningen af resultaterne. Som eksempler på sådanne eksperimentelt varierende stress faktorer, der kan kontrolleres under laboratorieforhold, kan nævnes: Ydre påvirkninger, fx varme, kulde, fugtighed, høj eller lav iltprocent i indåndingsluften (højdeklima), ændret virkning af tyngdefeltet eller muskelarbejde; endvidere kombinationer af muskelarbejde med en eller flere af forannævnte ydre betingelser. Forsøgspersoner af forskelligt køn, alder og træningstilstand er blevet undersøgt for at få et indblik i disse variabelers betydning for menneskets tilpasningsevne til omgivelserne. I visse forsøgsmodeller undersøges virkningerne af ændringer i stofskifte eller i nervesystemets følsomhed fremkaldt ved indgivelse af forskellige lægemidler.

De ovenfor nævnte laboratoriemodeller forudsætter et bredt udvalg af fysiske, kemiske og fysiologiske målemetoder, og på baggrund af disse kan udføres undersøgelser både i laboratoriet og i felten. Arbejds- og idrætsorienterede undersøgelser kan eksempelvis dreje sig om, hvorledes et samspil af muskler fungerer under tunge løft i en arbejdssituation eller under løb i en idrætssituation, eller hvorledes stofskifte og muskelkraft ændrer sig med alderen hos voksne, eller i en population af børn, der trænes.

Laboratoriet samarbejder med klinisk fysiologiske og medicinske hospitalsafdelinger, med skoler, erhvervsvirksomheder og andre institutioner inden for og uden for universiteterne, foruden at der er et nært samarbejde med forskellige udenlandske læreanstalter.

Laboratoriets virksomhed omfatter også konstruktion af mekanisk og elektronisk udstyr til brug ved de mangeartede undersøgelser.

Laboratoriets arbejdsområder er som nævnt mange. Mange af aktiviteterne – beskrevet i sidste årbog – er stadig under bearbejdelse og vil ikke nøjere blive beskrevet i det følgende. Kun afsluttede eller igangværende projekter omtales.

1. Muskelstofskifte og muskelgennemblødning

1.1 Undersøgelser af human skeletmuskulatur's insulinfølsomhed

Insulinfølsomheden af human skeletmuskulatur er undersøgt efter forskellige grader af fysisk aktivitet. Ved undersøgelserne er anvendt den såkaldte euglycæmiske hyperinsulinæmiske clamp-teknik kombineret med kateterisering af underekstremiteternes blodkar. Clamp-teknikken tillader opnåelse af forskellige grader af hyperinsulinisme uden ledsagende lavt blodsukker. Forsøgene tillader, at insulins virkning bl.a. på glukose, fedt og saltstofskiftet kan studeres over hele insulins dosis-responsområde. Det er blevet vist, at en enkeltstående arbejdsperiode med det ene bens knæstrækkemuskel øger dette bens insulinfølsomhed i hvert fald i 8 timer efter arbejdet. Effekten var lokal, begrænset til den arbejdende muskel. Ligeledes er det blevet undersøgt, hvorledes en uges sengeleje påvirker musklernes insulinfølsomhed. Sengeleje viste sig at medføre en markant nedsættelse af benenes insulinfølsomhed. Det kan således konkluderes, at hos mennesker afhænger muskulaturens insulinfølsomhed af aktivitetsgraden: Øget aktivitet øger, og nedsat aktivitet nedsætter insulinfølsomheden (E. A. Richter i samarbejde med B. Kiens, August Krogh Institut og K. Mikines, Panum Institut).

1.2 Langvarig insulinstimulation af perfunderet rotte-skeletmuskulatur

Det er velkendt, at insulin øger skeletmusklers glykogenindhold, men det er aldrig undersøgt, hvor højt muskelglykogenindholdet kan blive ved udsættelse for langvarig, maximal insulinpåvirkning. Isolerede rottebagkroppe blev perfunderet med maksimalt stimulerende insulinconcentrationer og 12 mM glukose i 0-5 timer. Forsøget viste, at muskelglykogenkoncentrationen kunne øges 2-4 gange afhængig af muskelfibertypen, og at muskulaturen kunne beskytte sig selv mod glykogenoverfyldning, primært ved at nedsætte membranpermeabiliteten for glukose. Opfyldning af musklernes glykogendepoter – og ikke hyperinsulinisme per se – ledsages af svær insulinresistens. Forsøget viser endvidere, at den alment accepterede kendsgerning, at insulin øger skeletmusklers kaliumoptagelse, kun er et kortvarigt fænomen. Selv under påvirkning med maksimalt stimulerende insulinconcentrationer reverserer musklens kaliumoptagelse til en afgivelse efter 60 min. (E. A. Richter i samarbejde med S. Asp Hansen og B. Falck Hansen).

1.3 Metaboliske og kredsløbmæssige forhold under muskelarbejde efter inaktivitet

Med henblik på at undersøge de metaboliske og kredsløbmæssige forhold under muskelarbejde efter en kortere inaktivitetsperiode, undersøgtes raske unge mænd, efter at 1 ben har været immobiliseret i en bandage i 10 dage. Forsøgspersonerne udfører et lige stort arbejde

med begge ben efter 10 dages immobilisering af det ene ben, og stofskifte og kredsløbmæssige forhold undersøges ved kateterisering af a. og v. femoralis og udtagning af muskelbiopsier før og efter arbejde. De foreløbige resultater synes at vise, at 10 dages immobilisering kun har beskedne indflydelse på metabolisme og kredsløb under muskelarbejde (E. A. Richter, B. Saltin, B. Kiens).

1.4 Lipoprotein metabolismen

For at få kendskab til hvorledes reguleringen af lipoprotein lipase aktiviteten (LPLA) i muskelvæv foregår hos mennesket, er effekten af muskelkontraktioner og forskellige hormoner blevet undersøgt. Muskelkontraktioner i sig selv forårsager en lokal forøgelse af muskel-LPLA, men stigningen optræder først fire timer efter muskelarbejdets ophør.

Muskel-LPLA reduceres ved øget insulinconcentration i blodet, hvilket er fremkommet ved at indfundere forskellige mængder af insulin i blodbanen. Den reducerede muskel-LPLA er dog markant formindsket efter forudgående muskelarbejde.

For at belyse effekten af adrenalin på muskel-LPLA anvendes knæ-extensionsmodellen til gennemførelse af muskelarbejde med det ene ben. Det andet fungerer som kontrolben. Terbutalin infunderes under arbejde og målinger foretages over det arbejdende henholdsvis det ikke-arbejdende kontrolben. Foreløbige resultater viser, at muskel-LPLA kun øges i den arbejdende muskel (B. Kiens).

1.5 Virkningen af diæt og fysisk træning på muskelstofskiftet

Sammenskrivning af projektet: »Effekt af diæt og fysisk træning på skeletmuskelmetabolismen hos patienter med type 2 diabetes« pågår. Projektet omfatter en beskrivelse af metabolitkoncentrationer og aktivitet af nøgleenzymet i skeletmuskulatur hos 125 forsøgspersoner fra Malmö, Uppsala og København. Resultaterne vil blive publiceret i 3-4 arbejder:

1. Et beskrivende studium af skeletmuskelmetabolismen hos personer med varierende alder, køn, overvægt og fysisk tilstand. Inkluderet en vurdering af en selvkontrolleret diæt hos overvægtige.

2. En beskrivelse af køns- og træningseffekten på aktiviteten laktat dehydrogenase i skeletmuskulatur.

3. En vurdering af effekten af en velkontrolleret diæt på personer med varierende overvægt og insulinfølsomhed.

4. Effekten af 10-15 ugers moderat udholdenhedstræning på type 2 diabetikers blodsukker og blodlipider, muskulære tilpasningsmekanismer samt almene træningstilstand.

Sideløbende er udført en metodebeskrivelse og -vurdering for glykogen syntase, som sammen med ovennævnte arbejder vil udgøre den endelige licentiatafhandling (K. Allenberg).

1.6 Kredsløbsregulering under statisk (isometrisk) muskelarbejde: Centrale og perifere kontrolmekanismer, muskelfiberkomposition og elektromyografisk aktivitet
Reguleringen af blodtryksstigningen under statisk muskelarbejde er søgt forklaret som en interaktion mellem centrale og perifere kontrolmekanismer. Den centrale kontrolmekanisme udgøres af en »irradiation« af impulser fra motor cortex til det medullære kredsløbscenter under voluntær muskelkontraktion. Perifert udløser metabolitter i de aktive muskler en refleksmæssig påvirkning af kredsløbscentret sandsynligvis via type III og IV afferente nervefibre.

Den relative betydning af de to kontrolmekanismer, såvel som arten og karakteren af den perifere respons, er indtil videre uafklaret. I en række tidligere forsøg har vi imidlertid påvist, at ændringer i elektromyogrammet (EMG) power spektrum kan indicere omfanget af de metabolitinducerede blodtryksreflekser udløst lokalt i muskulaturen.

I det aktuelle projekt vil ændringer i EMG signalet under muskelkontraktion blive relateret til ændringer i muskelfibrenes metabolisme, herunder specielt syre/base og K^+ homeostasen i musklerne. Ion selektive elektroder (ydre diameter 100 μm) vil blive anvendt til måling af extracellulære K^+ og H^+ koncentrationer i musklerne under kontraktion. Metoden åbner mulighed for direkte at påvise, hvilke forandringer i musklerne der kan påvirke type III og IV afferente i interstitiet (Ovenstående projekt er N. Fallentins kandidatstipendie/licentiatprojekt. I baggrundsgruppen indgår K. Jørgensen, B. Saltin, adjunkt C. Juel, Zoofysiologisk Laboratorium B).

1.7 Muskelgennemblødning under arbejde og varmebelastning

Ved fysisk arbejde i varme omgivelser er arbejdsvevnen nedsat. Det ses selv hos veltrænede sportsfolk, når de konkurrerer under varme klimaforhold. Under varmebelastning lægges kredsløbet om. Det udpumpede blod fordeles med en større blodmængde til huden i termoreguleringens tjeneste, medens der sker reduktioner i kredsløbet til de indre organer. Vi har i indledende forsøg bestemt kredsløbet til den arbejdende muskulatur. Varmebelastning blev fremkaldt ved, at forsøgspersonen i dragt beklædt med tynde plastrør fik dragten gennemstrømmet med varmt vand, 48°C (i modsætning til 0°C vand eller ingen gennemstrømning i dragten). I modsætning til de fleste tidligere undersøgelser fandt vi ved den direkte måling af blodgennemstrømningen i det arbejdende ben (cykelarbejde), at kredsløbet i musklen ikke blev reduceret under varmebelastningen. Temperaturreguleringen (hudkredsløbet) blev således ofret på bekostning af vedligeholdelse af kredsløbet til de arbejdende muskler. I planlagte forsøg skal muskelgennemblødningen undersøges under mere »normale« varmebelastninger, hvor arbejdet foregår i klimarum ved 40-45°C lufttem-

peratur. I modsætning til dragtforsøgene vil svedfordampningen i dette forsøg kunne bevirke, at hudtemperaturen sænkes. Termoreguleringen vil derfor fungere med en »naturlig« feed-back til temperaturcentrene. Vi vil desuden studere, om høj muskeltemperatur gennem hæmmende virkning på metaboliske processer i den arbejdende muskulatur kunne give en forklaring på den nedsatte arbejdsvevne, hvis kredsløbet, som det synes i vore indledende forsøg, ikke begrænses under varmostress (B. Nielsen).

1.8 Betydning af det sympatiske nervesystem for muskelgennemstrømningen under arbejde

1.8.1 Årets arbejde har hovedsageligt været koncentreret omkring aktiveringen af det sympatiske nervesystem under arbejde. Den fremherskende opfattelse har været, at når muskelarbejde udføres, så øges den sympatiske aktivitet afhængigt af belastningen af det kardiovaskulære system. På baggrund af dette forventede vi at finde, at selvom en lille muskelgruppe arbejdede meget intenst, så var stigningen af noradrenalin (NA) og adrenalin (A) i plasma meget lille. Undersøgelsen er blevet udført med det formål at undersøge, om ændringer i plasmakoncentrationen af NA under arbejde skyldes ændringer i frigivelsen eller elimineringen af NA. Isotopstudier viste, at muskelarbejde ændrede frigivelsen og ikke elimineringen af NA. Det vistes endvidere, at stigningen i NA først bliver stor, når en stor muskelmasse engageres intensivt i arbejdet. Under disse forhold kan den observerede frisætning af NA fra de arbejdende muskler forklare den markante stigning, der ses i arterieblodets plasmakoncentration af NA.

Disse resultater bidrager til en bedre forståelse først og fremmest af, hvordan reguleringen af kredsløbet sker under arbejde. Ved lettere arbejde, eller når kun en lille del af muskelmassen er engageret, sker der en dilatation af karområdet i de kontraherende muskler. Det centrale kredsløb (~ hjertet) har under disse forhold kapacitet til at forsyne muskulaturen med den blodgennemstrømning, som behøves. Engageres en kritisk stor muskelmasse i arbejdet, opstår der en situation, hvor der er uligevægt mellem, hvad behovet er i muskulaturen og de øvrige organers væv, og hvad hjertet kan præstere. For at blodtrykket ikke skal falde, må der ske en sammentrækning i blodkarrene til eller i de muskler, som er involverede i arbejdet. Det sympatiske nervesystem aktiveres således, dels for at hjertet skal præstere et så stort arbejde som muligt og dels for at dirigere, men også afpasse (reducere), størrelsen af den blodgennemstrømning, som selv kontraherende muskler modtager under hårdt arbejde, i hvilket en stor muskelmasse er engageret (B. Saltin i samarbejde med G. Savard, E. A. Richter og B. Kiens).

1.8.2 Forsøgene har også til hensigt at vurdere selekti-

viteten i den sympatiske aktivitet, d.v.s. i hvilken udstrækning et vævsområde eller organ påvirkes forskelligt af et givet sympatikusstimulus, og hvilken funktionel rolle dette har for stofskifte og K^+ -homeostasen under arbejde (B. Saltin i samarbejde med G. Savard, S. Strange, E. A. Richter og B. Kiens).

2. Fysiologiske reaktioner på ydre påvirkninger

2.1 Temperatur: Betydning af ansigtsskøling for temperaturreguleringen under arbejde

Ved løb og cykling under naturlige udendørs omgivelser finder en stærk afkøling af ansigtet sted på grund af vindbevægelsen. Denne afkøling bevirker, at trommehindens temperatur er betydeligt lavere ved arbejde (cykling) ude end indendørs i klimakammer uden vindbevægelse ved samme temperatur. Dette er vist i indledende forsøg. Det påstås, at trommehindens temperatur afspejler hjernens temperatur; man skulle således kunne »holde hjernen kold« ved fysisk aktivitet, hvor man bevæger sig med en vis fart gennem luften.

I det forsøg, som nu udføres i klimakammer, bliver vindbevægelse frembragt ved hjælp af en stor ventilator rettet mod ansigtet. Retningen af blodstrømmen fra ansigtet, gennem overfladiske vener eller gennem vener, der passerer ind i kraniet, og evt. der kunne køle hjernen, søges ændret ved at ændre på trykket i hjerne-kredsløbet. Dette fremkaldes ved et let tryk på venerne ved struben på halsens forside (v. jugularis). Hvis det kan vises, at en sådan afkøling finder sted via blodstrømmen fra ansigtet, kan det få betydning ved behandling af hedeudmattelse og hedeslag, hvor ventilation af ansigtet i så fald ville kunne have gavnlig virkning (B. Nielsen).

2.2 Lavt ilttryk

I løbet af foråret 1986 blev en større undersøgelse af virkningen af akut hypoxi (2500 m over havet) på 22 fodboldspillere (danske landshold) gennemført. Undersøgelsen omfattede hvileforsøg, submaximale arbejdsforsøg, samt en specialkonstrueret intervaltest, til belysning af spillernes forventede reaktion under fodboldkampe i stor højde. Resultaterne fra forsøgene er under bearbejdning (K. Klausen, Jens Bangsbo, Thomas Bro Rasmussen, Jan E. Larsen).

2.3 Virkning af hyperventilation på arteriel iltmætning

Et pilotstudie er blevet gennemført for at vurdere, om det under hårdt arbejde er muligt at øge iltmætningen i det arterielle blod, når man arbejder under lavt ilttryk. Baggrunden for undersøgelsen er, at man hos veltrænede idrætsudøvende hyppigt ser meget lave arterielle iltmætninger, endog ved havniveau, sammenlignet med personer, der ikke er specielt udholdenhedstrænede. Et specielt apparatur til kontrol af hyperventilationsgraden blev konstrueret og forsøg gen-

nemført på 3 forsøgspersoner. Det var klart muligt at ændre på iltmætningsgraden, medens det ud fra forsøgene ikke med sikkerhed kunne konkluderes, om den forbedrede grad af iltmætning havde effekt på arbejds- evnen. Flere forsøg samt en lidt ændret metodik kan muligvis belyse dette (B. Rasmussen, S. Larsen, B. Jørgensen).

3. Ernæring og energiomsætning

3.1 Ernæringsfysiologi

Komplekse kulhydrater absorberes langsommere fra tarmen end de simple. Det medfører også ændringer i visse blodsubstrater og hormoner. Undersøgelser er i gang med det formål at belyse, hvilken effekt komplekse, henholdsvis simple kulhydrater i kosten har på LPLA i muskel- og fedtvæv og på lipoproteinsammensætningen i blodbanen. Den langsommere absorption af komplekse kulhydrater fra tarmen kan også medføre, at genopbygningshastigheden af muskel-glykogen bliver langsommere. En række forsøg til belysning af kostens effekt på muskelglykogen – deponeringshastigheden efter muskelarbejde – er iværksat. Også påvirkningen af LPLA og muskel-triacylglycerol koncentrationen understitutionsfasen undersøges. Endvidere er det hensigten at få kendskab til den arbejds- henholdsvis diætinducerede effekt på hvilestofskiftet ved forskelligt kostindtag (B. Kiens).

3.2 Unges kostvaner

En landsomfattende undersøgelse af de 16-19 åriges kostvaner – og sammensætning er afsluttet. Resultater er under udarbejdelse, men foreløbige data viser, at de unge spiser mindre fedt – og flere kulhydrater end den øvrige del af befolkningen, men fedtmængden dækkes overvejende af mættede fedtsyrer – og godt halvdelen af kulhydratindtaget dækkes af sukker. Svømmere, som dagligt træner 2-4 timer, er også blevet undersøgt med hensyn til kostvaner og -sammensætning. Disse udviser den samme kostsammensætning som de andre jævnaldrende unge. Men da kalorieomsætningen er langt større for både svømmepiger og -dreng, får de en langt bedre dækning af de næringsrige produkter end andre unge (B. Kiens i samarbejde med Danmarks Højskole for Legemsøvelser).

4. Børn og unges fysiske udvikling og træning

Til bedømmelse af effekten af udvikling og træning hos børn er over de sidste mange år et testbatteri blevet udviklet, kaldet »Eurofit Tests of Physical Fitness«. Undertegnede har deltaget i adskillige seminarer om emnet og arbejdet blev afsluttet i 1986, hvor de endelige tests, som indgår i testbatteriet, blev fastlagt. Ved denne lejlighed blev et indlæg fremlagt vedrørende vurdering af testresultater hos børn ved den såkaldte PWC₁₇₀ test (arbejdsintensiteten ved puls 170), idet det blev påpeget, at små (vægtmæssigt set) børns nyt-

tevirkning ved cykelarbejde er mindre end større børns (B. Rasmussen).

5. Ergonomi

5.1 Rygmuskelfunktion, -lænderygbelastning og -besvær

5.1.1 Formålet med dette projekt er at opklare forekomsten og erhvervsbetinget træthedsudvikling i rygstrækkermusklerne i relation til forskellige jobtyper (stående/siddende, monotont/varierende, rygbelastende/ikke rygbelastende) samt at bidrage til at forklare mekanismerne bag den tidligere viste sammenhæng mellem udholdenhedskapacitet i rygmusklerne og lænderygbesvær.

Metodologisk har træthedsudvikling i elektromyogrammet fra rygstrækkerne og hasemusklerne, arterielt blodtryk, puls og oplevet anstrengelse, samt holdetid været undersøgt ved to forskellige tests for rygmuskeludholdenhed (K. Jørgensen og cand.scient C. Krogh-Lund, Teknologisk Institut).

5.1.2 Autopsistudier har været udført på rygmusklerne fra tre personer som et led i planlægningen af studier angående rygstrækkerne muskelfibertyper og metaboliske profil (K. Jørgensen, M. Kato, M. A., læge T. Nicolaisen).

5.1.3 Lænderygbesvær og lænderygbelastning har været undersøgt hos danske fægttere. Undersøgelsen har omfattet 1) En spørgeskemaundersøgelse ang. muskuloskeletalt besvær hos ca. 200 fægttere, 2) En kapacitetsundersøgelse af den fysiske præstationssevne hos 12 elitefægttere og 3) En arbejdskravundersøgelse af de samme 12 elitefægttere (K. Jørgensen, 2 speciale-studerende).

5.1.4 Et ergonomisk interventionsstudie af rygbelastning i forbindelse med lastning og losning af DC-9 fly. Undersøgelsen har til formål at studere rygbelastning og træthedsudvikling ved den type af arbejde samt at vise effekten ved brug af et mekanisk transportsystem i lasterummet (K. Jørgensen, B. Jensen).

5.1.5 Undersøgelsen vedr. deklaration og validering af nogle observationsmetoder til bestemmelse af erhvervsbetingede lænderygbelastninger er afsluttet (K. Jørgensen, N. Fallentin, Å. Kilbom, Forskningsadv., ASS, Stockholm).

5.2 Fysiologiske effekter af lavgraderet muskelarbejde og disses ergonomiske konsekvenser

5.2.1 Lokal muskelbelastning og bevægeapparatssymptomer ved høj-repetitivt kontorarbejde (se Årbog 1985) er afsluttet (K. Jørgensen, N. Fallentin).

5.2.2 Instrumenteret stol til måling af muskelstyrke

og -udholdenhed i skuldermusklerne. Stolen er nu færdigkonstrueret og har været underkastet omfattende reliabilitetsvurderinger med hensyn til kraft og udholdenhed ved skulderflexion, skulderelevation og udrotation i skulderen (K. Jørgensen, N. Fallentin).

Udgivervirksomhed m.v.:

I redaktionen for Tidsskrift for Idræt er K. Klausen. B. Saltin har i det forløbne år været redaktør for »Metabolic Regulations in Exercise«.

K. Jørgensen er medlem af en kommission under EF vedr. »Reduction of Lumbar Injury Hazards at Work« og er ligeledes i en projektgruppe under Nordisk Ministerråd vedr. »Yrkesrelaterede Rørelsesapparat Sjukdomar«.

B. Kiens modtog i oktober Wander prisen i Biochemistry of Exercise. Flere i staben fungerer som referees for internationale tidsskrifter.

Gæster og rejser:

J. Bénédiktsson (Island), T. Graham (Canada), M. Kato (Japan), M. Mizuno (Japan), G. Savard (Canada).

K. Jørgensen har gæsteforelæst i Oslo. B. Kiens forelæste i Athen ved sin prisoverrækkelse (se ovenfor). B. Nielsen har gæsteforelæst i Canada og Japan i det forløbne år. B. Rasmussen har deltaget i arbejde i Europaråd regi.

Publikationer:

Galbo, H., Richter, E.A., Sonne, B.: On the accuracy of fuel mobilization in exercise. *Biochemistry of Exercise*, B. Saltin (ed.), s. 223-26, Champaign, Illinois 1986.

Galbo, H., Richter, E.A.: Introduction. *Scand. J. Sports Sci.* 8, s. 2, Finland 1986.

-, Kjær, M., Richter, E., Sonne, B., Mikines, K.J.: The effect of exercise on Norepinephrine and epinephrine responses with special reference to physical training and metabolism. *The Sympathoadrenal System*. Alfred Benzon Symposium 23, N. Juel Christensen, O. Henriksen, N. A. Lassen, s. 174-87, København 1986.

Hartling, O.J., Schibye, B., Klausen, K., Lund, J.O., Trap-Jensen, J.: Metabolism of exercising skeletal muscle during beta₁-selective adrenoceptor blockade. *Clinical Physiology* 6, s. 431-38, Oxford 1986.

Hilsted, J., Richter, E.A., Madsbad, S., Tronier, B., Christensen, N.J., Hildebrandt, P., Galbo, H., Damkjær, M.: Increased metabolic sensitivity towards adrenaline in diabetic autonomic neuropathy. *Clinical Physiology* 5, suppl. 5, s. 72-73, Oxford 1985.

Jørgensen, K., Fallentin, N.: Lokal muskelbelastning og bevægeapparatssymptomer blandt ekspeditions-personale på danske postkontorer. Rapport fra

- August Krogh Institutet. Institutpublikation 1986, 34 s.
- , Nicolaisen, T.: Two methods for determining trunk extensor endurance. A comparative study. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology* 55 (6), s. 639-44, Berlin/Heidelberg 1986.
 - Kjeldsen, K., Richter, E.A., Galbo, H., Lortie, G., Clausen, T.: Training increases the concentration of (³H) ouabain-binding sites in rat skeletal muscle. *Biochimica et Biophysica Acta* 860, s. 708-12, Holland 1986.
 - Klausen, K.: The shape of the spine in young males with and without back complaints. *Clinical Biomechanics* Vol. 1, No. 2, s. 81-84, Bristol 1986.
 - , Fodbold VM i Mexico City. *Fodboldmagasinet* 19, s. 8, 25, København 1986.
 - , Schibye, B.: Hvad sker der ved at faste? *Tidsskrift for Idræt* 2, s. 64-66, Nyborg 1986.
 - , Hvad ved vi om vort arbejdsstofsifte. *Tidsskrift for Idræt* 2, s. 78-82, Nyborg 1986.
 - , Rasmussen, B., Schibye, B.: Evaluation of the physical activity of school children during a physical-education lesson. *Children and Exercise XII*, J. Rutenfranz, R. Mocellin, F. Klint, s. 93-101, Champaign, Illinois 1986.
 - Mikines, K.J., Sonne, B., Richter, E.A., Galbo, H.: Route of administration of Pentobarbital affects activity of liver glycogen phosphorylase. *Journal of Applied Physiology* 61, s. 804-06, USA 1986.
 - Nielsen, B., Sjøgaard, G., Ugelvig, J., Knudsen, B., Dohlman, B.: Fluid balance in exercise dehydration and rehydration with different glucose – electrolyte drinks. *Eur. J. Appl. Physiol* 55, s. 318-25, Berlin/Heidelberg 1986.
 - , Hvad drikker vi – og hvad har vi brug for? *Tidsskrift for Idræt* 2, s. 85-89, 1986.
 - , The role of non-thermal factors in the control of skin blood flow during exercise. *Yale J. Biol. Med* 59, s. 299-306, New Haven, Connecticut 1986.
 - , Temperature regulation; effects of sweat loss during prolonged exercise. *Acta Physiol. Scand.* 128, Suppl. 556, s. 105-09, Oxford 1986.
 - Rasmussen, B., Klausen, K.: Videnskaben i skole – eller energiomsætningen i idrætstimerne. *Tidsskrift for Idræt* 2, s. 51-54, Nyborg 1986.
 - Rattigan, S., Appleby, G.J., Edwards, S.J., Mc K.W.J., Colquhoun, E.Q., Clark, M.G., Richter, E.A.: α -adrenergic receptors in rat skeletal muscle. *Biochemical and Biophysical research communications* 136, s. 1071-77, London 1986.
 - Richter, E.A.: Hormones, Exercise and Skeletal Muscle. *Scand. J. Sports Sci* 8, s. 35-41, Helsinki 1986.
 - , Galbo, H.: Diabetes, Insulin and Exercise. *Sports Medicine* 3, s. 275-88, New Zealand 1986.
 - , Mikines, K.J., Kiens, B.: Exercise increases insulin sensitivity and responsiveness of glucose uptake in human muscle. *Acta Physiologica Scandinavica* 128, s. 11A, Oxford 1986.
 - , Mikines, K.J., Galbo, H.: Human adaptation to prolonged activity. *Ugeskrift for Læger* 42, s. 2694-95, København 1986.
 - , Sonne, B., Ploug, T., Kjær, M., Mikines, K.J., Galbo, H.: Regulation of carbohydrate metabolism in exercise. *Biochemistry of Exercise VI*, Bengt Saltin (ed.), s. 151-66, Champaign, Illinois, USA 1986.
 - , Galbo, H.: High glycogen levels enhance glycogen breakdown in isolated contracting muscle. *Journal of Applied Physiology* 61, s. 827-31, USA 1986.
 - Rowell, L.B., Saltin, B., Kiens, B., Christensen, N.J.: Is peak quadriceps blood flow in humans even higher during exercise with hypoxemia? *American Journal of Physiology* 251, s. H1038-44, USA 1986.
 - Saltin, B., Kiens, B., Savard, G., Pedersen, P.K.: Role of hemoglobin and capillarization for oxygen delivery and extraction in muscular exercise. *Acta Physiol. Scand.* 128 suppl. 556, s. 21-32, Oxford 1986.
 - , Kiens, B., Savard, G.: A quantitative approach to the evaluation of skeletal muscle substrate utilization in prolonged exercise. *Biochemical aspects of physical exercise*, G. Benzi, L. Packer, N. Siliprandi (eds), s. 235-44, Holland 1986.
 - , Metabolic regulations in exercise. *Biochemistry of Exercise*, Bengt Saltin (ed.), USA 1986.
 - , Gollnick, P.D., Rowell, L.B., Sejersted, O.M.: Power, output of man. *Human Muscle Power*, N. L. Jones, N. McCartney, A.J. McComas (eds), s. 183-94, USA 1986.
 - , Physiological adaptation to physical conditioning; old problems revisited. *Acta Med Scand. Suppl.* 7, s. 11-24, København 1986.
 - , The Aging Endurance Athlete. *Sports Medicine for the Mature Athlete*, R. John, M.D. Sutton, M. Robert, M.D. Brock (eds), s. 59-80, Indianapolis, USA 1986.
 - Sjøgaard, G., Kiens, B., Jørgensen, K., Saltin, B.: Intramuscular pressure, EMG and blood flow during lowlevel prolonged static contraction in man. *Acta Physiologica Scandinavica* 128, s. 475-84, Stockholm 1986.
 - Winkel, J., Jørgensen, K.: Evaluation of foot swelling and lower-limb temperatures in relation to leg activity during long-term seated office work. *Ergonomics* 29, s. 313-28, London/Philadelphia 1986.
 - , Jørgensen, K.: Swelling of the foot, its vascular volume and systemic hemoconcentration during long-term constrained sitting. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology* 55, s. 162-66, Berlin/Heidelberg 1986.

Birger Rasmussen

4. Institut for biologisk Kemi A

Historie:

Instituttets historie starter med oprettelsen af Isotopafdelingen ved Zoofysiologisk Laboratorium i 1952. Med hjælp fra bl.a. Michaelsen Fondet og Carlsbergfondet fik afdelingen under professor H. H. Ussing stillet lokaler til rådighed i det nye Michaelsen Institut. Denne bygning var planlagt som et Neurofysiologisk Institut, og det blev krævet fra de bevilgende myndigheders side, at der ikke på grund af Isotopafdelingen måtte ske forøgelse af driftsudgifterne. Disse måtte derfor erholdes af fondsmidler, hovedsageligt fra Carlsbergfondet og Eli Lilly Foundation. Isotopafdelingen varetog også fakultetets undervisning i biokemi med professor Ussing, der på det tidspunkt var ekstraordinær professor i zoofysiologi, som ansvarlig. Biokemiundervisningen var startet i 1942, hvor antallet af studerende var steget så meget, at Det lægevidenskabelige Fakultet selv overtog undervisningen.

I 1959 flyttede afdelingen som »Institut for biologisk Kemi« ind i det nye Biologiske Institut i Botanisk Have, nu med professor Ussing som professor i biokemi. I 1960'erne steg studentertallet kraftigt, ikke mindst som følge af at biokemi blev obligatorisk fag på biologistudiet. I 1967 blev instituttet derfor delt, og Agnete Munch-Petersen udnævntes til ny professor. Den nye afdeling, Institut for biologisk Kemi B, fik midlertidigt lokaler i bygningens underetage, indtil den i 1969 flyttede til Sølvgade 83 i den gamle Polytekniske Læreanstalt.

Institut for biologisk Kemi A flyttede ved årsskiftet 1971 til de nuværende lokaler på August Krogh Instituttet. Inden da havde der været flere forgæves forsøg på at samle biokemien ved fakultetet under samme tag.

Ved udflytningen delte de to institutter for biologisk kemi den elementære undervisning, således at B-instituttet overtog de biokemistuderendes og A-instituttet de biologistuderendes undervisning i biokemi.

I 1982 blev instituttet administrativt overført fra Biologisk Centralinstitut til Zoofysiologisk Centralinstitut. Samtidig hermed blev Zoofysiologisk Laboratorium C nedlagt, og en del af staben herfra blev overført til vakante stillinger ved Institut for biologisk Kemi A. Professor S. O. Andersen overtog således den efter professor Ussings afgang ledige stilling.

Ved udflytningen til August Krogh Instituttet flyttede instituttets øvelseslokaler imidlertid ikke med. Øvelseskurserne blev afholdt i Sølvgade 83 indtil 1976 og siden i Rockefellerkomplekset. Først i 1986 har instituttet fået øvelseslokaler på August Krogh Instituttet ved en rokade, hvorved Genetisk Institut fik øvelseslokaler i Molekylærbiologisk Centralinstituts bygning.

Stab:

VIP: Antal årsværk: 12.

Professorer: S. O. Andersen, H. H. Ussing (emer.).

Lektorer: E. K. Hoffmann, V. Koefoed-Johnsen, P. Kristensen, S. Nedergaard, R. Nielsen, H. Rasmussen, U. F. Rasmussen, W. Uerkvitz, G. B. Wybrandt.

Adjunkt: B. M. Jørgensen.

Kandidatstipendiat: H. Bjerregaard.

Fondslønnede VIP: Antal årsværk: 3.

Gæsteforsker: B. Kramhøft (Carlsbergfondet).

Seniorstipendiat: I. Lambert (SNF).

Kandidatstipendiat: F. Jessen (SNF).

TAP: Antal årsværk: 8,37.

K. Dissing, I.-L. Føhn, M. Grønlund, P. Hansen, B. Hasman, P. Korsgaard, K. Krogh, H. Lauritzen, A. Nielsen, M. Schiødt, B. Vasbo.

Forskningsvirksomhed:

Instituttets forskning er centreret om biokemiske og fysiologiske forhold ved den levende celle. Den er nedenfor opdelt i felterne: 1. Membranbiokemi og transport, 2. mitochondriestofskifte og stofskifteregulering og 3. proteinkemi og enzymologi.

På den ene side falder en sådan opdeling naturlig, idet den bl.a. kan begrundes i anvendelsen af forskellige indfaldsvinkler og tildels også metoder i felterne; men på den anden side er den kunstig, idet der er betydeligt fællesskab mellem forskningsfelterne, der således kan virke inspirerende på hinanden. Membrantransportstudierne udføres ikke kun inden for de rammer, som dette område normalt er begrænset af, men inddrager tillige i meget høj grad aspekter fra de andre forskningsfelter, navnlig proteinkemi og reguleringsmekanismer. Tilsvarende inddrager mitochondriestudierne både fysiologiske og enzymkinetiske aspekter, og endelig beskæftiger væsentlige dele af det proteinkemiske felt sig med membranbundne enzymer og proteiner på cellernes overflader. Bredden i instituttets forskning er fordelagtig tillige ved at muliggøre en bredere ekspertise i undervisningsmæssig henseende.

Det vil fremgå af beskrivelsen af forskningsfelterne, at der anvendes meget forskelligartet forsøgsmateriale, såsom bakterier, insekters hudskelet og tarm, frøskind, duehjerter og kræftceller. Valget af forsøgsmateriale er bestemt af, at visse fænomener bedst studeres i eet eller nogle få biologiske systemer. Disse kan betragtes som modeller således, at de resultater, der opnås, uanset det anvendte materiale, vil være af generel betydning for opfattelsen af den levende celledes funktion.

Instituttet har valgt at sammensætte sin forskningsredegørelse af en mere detaljeret beskrivelse af eet forskningsprojekt, og kortere beskrivelser af de øvrige. I Årbog 1983 omfattede den mere detaljerede beskrivelse studiet af mitochondriestofskiftet. I Årbog

1984 beskrives forskningen i strukturproteiners biokemi og i Årbog 1985 undersøgelsen af kaliumtransport gennem epitelere mere detaljeret.

I denne årbog er det membranproteinernes rolle i cellemembranen ved regulering af cellevolumen, ionindhold og intracellulær pH, der beskrives mere detaljeret (pkt. 1.1, 1.2 og 1.3)

1. Membranbiokemi og transport

Cellemembranen består, foruden af et lipiddobbeltlag, af en række proteiner, der er i stand til at modtage information udefra f.eks. i form af ionændringer, hormoner, neurotransmittere og vækstfaktorer. Aktivisering af proteiner af receptortypen aktiverer intracellulære »second messengers«, som igen udløser det ønskede cellulære respons, (vækst, sekretion, celledeling etc.). Andre membranproteiner tjener til at transportere stoffer mellem det intra- og extracellulære miljø. Helt central er her »eksporten« af metaboliske affaldsstoffer (f.eks. H^+) samt opretholdelsen af konstant cellevolumen gennem en kontrol af salt- og vandindhold.

1.1 Regulering af cellens vand- og ionindhold

Vi har gennem en længere periode arbejdet på at karakterisere de basale iontransportmekanismer, der sætter pattedyrcellen i stand til dels at regulere sit volumen (vandmængde), dels at opretholde et bestemt indre ionmiljø. Som forsøgsobjekt er benyttet Ehrlich ascites tumorceller, der er en simpel, uspecialiseret »grund« celletype. Viden om de mekanismer, der er involveret i en pattedyrcelles ion- og volumenregulering (salt- og vandbalance) er en forudsætning for forståelsen af de volumenændringer, som følger af f.eks. lokal iltmangel eller af en ændring i det ydre ionmiljø. Det er desuden nødvendig baggrundsviden for beskrivelsen af virkningsmekanismen for en række toksiske stoffer, herunder lægemidler med primær membranefekt. Gruppen har indenfor toksiske stoffer specielt interesseret sig for tungmetaller og inden for farmaka for vanddrivende midler, (i samarbejde med Løvens kemiske Fabrik), calciumtransporthæmmere (i samarbejde med Beyer Chemie) og antipsykotiske farmaka (stillet til rådighed af Lundbeck). Endelig har vi i samarbejde med Merck Frosst Canada Inc. afprøvet membranefekterne af en række stoffer med virkning på glat muskulatur, leukotriener, som firmaet fremstiller syntetisk.

De vigtigste volumenregulatoriske transportsystemer har vist sig at være følgende:

1.1.1 $Na^+K^+2Cl^-$ -transport

Det har været muligt at påvise et transportsystem for natriumklorid (Na^+ og Cl^-) i Ehrlich celler med samme egenskaber som det elektroneutrale $Na^+K^+2Cl^-$ -transportsystem i den tykke opadstigende gren af Henle's slynge i nyrerne. I Ehrlich cellen er $Na^+K^+2Cl^-$ -cotransporten normalt inaktiv, men ak-

tiveres ved celleskrumpning eller et fald i intracellulært Cl^- . Aktiveringen af systemet får cellerne til at svulme igen til normalt volumen.

$Na^+K^+2Cl^-$ -cotransport er både i Ehrlich cellen og i nyrerne hæmmbar med det vanddrivende stof (diuretika) bumetanid. Ved hjælp af tritiummærket bumetanid, syntetiseret af dr. P. W. Feit, Løvens kemiske Fabrik, har vi i samarbejde med professor P. B. Dunham, Department of Biology, Syracuse University, U.S.A., bestemt antallet af cotransport »sites« og vist, at aktiveringen af systemet ikke skyldes rekruttering af nye proteiner til membranen, men snarere en aktivering af de eksisterende.

Vi har vist, at det kritiske volumen, hvor cotransporten »slås til« ikke ændres med cellealder, selvom ionindhold og aminosyreindhold ændres noget, d.v.s. at cotransportsystemet hjælper med at opretholde konstant cell størrelse, selvom cellens metaboliske tilstand ændrer indholdet af osmotisk aktive stoffer. Det er foreslået af flere grupper, at cotransportsystemet er ansvarligt for forøget cellulært Na^+ -indhold ved forhøjet blodtryk. Hvis blot cotransportsystemet »slås til« ved lidt forhøjet cellevolumen, ville dette føre til, at cellen optager ekstra NaCl med et forhøjet cellulært Na^+ til følge. I så fald ville kendskab til de regulatoriske metaboliske systemer udnyttes i behandlingen. Vi planlægger samarbejde med professor Bianchis gruppe i Milano om disse problemer.

Vi har ved hjælp af synkroniserede Tetrahymena kulturer fundet, at hvis celler skrumper og forhindres i at volumenregulere, holder de op med at dele sig. Denne iagttagelse kunne danne baggrund for studier af NaCl optagelsessystemernes betydning for cellevækst. Vort eksperimentelle system kan også udnyttes ved afprøvning af diuretika. Det skal i denne forbindelse nævnes, at dr. Feit på Løvens kemiske Fabrik har syntetiseret en række bumetanidderivater, og at vi ved afprøvning af disse stoffer har fundet, at en enkelt substitution i bumetanid kan øge affiniteten 3-4 gange for cotransportsystemet (Else Hoffmann, Birte Kramhøft, Marianne Schiødt).

1.1.2 Aktivisering af adskilte anion- og K^+ -transportveje (kanaler)

Nettotabet af KCl efter cellesvulmning er nu vist hovedsageligt at foregå via en K^+ -kanal og en uspecifik kanal for negative ioner, som begge synes at aktiveres via en stigning i intracellulært calcium (Ca^{2+}). Vi har holdepunkter for, at det calciumbindende protein calmodulin er involveret i reguleringen, idet en række stoffer (antipsykotiske farmaka som pimozid, trifluoperazin og chlorpromazin), der alle vides at hæmme calmodulin-aktiverede systemer, også hæmmer åbningen af både K^+ -kanalen og den uspecifikke anionkanal. Vi har i samarbejde med Berit Kristensen, Zoofysiologisk Laboratorium B desuden vist, at bindingen af calmodulin til membranerne stiger, når den frie

Ca^{2+} -koncentration stiger. Stigning i Cl^- -permeabilitet efter hypoton svulmning er vist i samarbejde med Lars Ole Simonsen, Zoofysiologisk Laboratorium B at være transient og sekundær til en transient stigning i Ca^{2+} .

Antallet af Ca^{2+} -aktiverede K^+ -kanaler beregnes til ca. 100 per celle, med antagelsen af en enkeltkanalkonduktans på 20 pS, og der er holdpunkt for »single-file« diffusion, som er en speciel form for diffusion igennem snævre kanaler.

Vi kan også vise, at et stimulus som cellesvulmning, der åbner kanalerne, inducerer en stigning i syntesen af leukotriener. Denne stigning induceres også ved stigning i Ca^{2+} . Vi har vist, at tilsætning af leukotrien D_4 åbner både K^+ og Cl^- -kanalen. Specifikke hæmmere af leukotrien D_4 -syntesen forhindrer omvendt kanalåbningen. Dette giver et utroligt simpelt testsystem for sådanne hæmmere, som anvendes mod astmatiske anfald og allergier. Dette har derfor en direkte industriinteresse.

Ved svulmning i hypotont medium sker der også en hæmning af prostaglandinsyntesen. Forsøg med prostaglandiner (udført i samarbejde med P. Christensen, Institut for Intern Medicin), har desuden vist, at den passive Na^+ -permeabilitet i Ehrlich celler stimuleres af prostaglandiner. Den nedsatte prostaglandinsyntese, som følger hypoton svulmning, kan således forklare den formindskede Na^+ -permeabilitet, som vi tidligere har observeret.

Arachidonsyre er desuden vist at hæmme den efterfølgende volumenregulering af hypotont svulmede Ehrlich celler. Ved tilstedeværelse af Na^+ skyldes hæmningen en øget optagelse af Na^+ , sandsynligvis en følge af en øget syntese af prostaglandiner, medens hæmningen i fravær af Na^+ skyldes en direkte effekt af arachidonsyre på Cl^- -permeabiliteten. Forsøg med andre mættede/umættede fedtsyrer, hvoraf kun de umættede havde hæmmende virkning på volumenregulering i hypotone medier, tyder på, at den direkte effekt af arachidonsyre på Cl^- -permeabiliteten i svulmede celler er en simpel detergent effekt af fedtsyren (Else Hoffmann, Ian Lambert).

1.1.3 $\text{K}^+ \text{Cl}^-$ -cotransport

I røde blodlegemer er det fundet, at visse stoffer, der reagerer med SH-grupper i cellemembranen, er i stand til at aktivere en koblet transport af K^+ -ioner og Cl^- -ioner – en såkaldt $\text{K}^+ \text{Cl}^-$ -cotransport – ind eller ud af cellerne afhængigt af de forhåndenværende gradienter. En række forsøg har vist eksistensen af et lignende system i Ehrlich celler efter behandling af cellerne med stoffet N-ethylmaleimid (NEM), der alkylere SH-grupper. Den $\text{K}^+ \text{Cl}^-$ -cotransport, der kan aktiveres af NEM, medfører et nettotab af KCl fra cellerne og dermed skrumpling af cellerne i isotont medium. Fluorimetriske målinger af membranpotentialer har som forventet vist, at tabet af KCl er elektroneutralt.

KCl udgør under normale omstændigheder en ringe del af Ehrlich cellens K^+ - og Cl^- -transport. Forsøgene med NEM viser imidlertid, at man ved at interfere med SH-grupper kan ændre cellernes transportsystemer. En række forsøg, hvorunder cellernes ydre miljø blev ændret, viste, at udover en direkte påvirkning af SH-grupper med NEM, kan $\text{K}^+ \text{Cl}^-$ -cotransport induceres ved sænkning af ydermiljøets pH, hvorved cellen taber calcium.

Sideløbende med ovennævnte undersøgelser arbejder vi på at isolere og oprense det (de) membranprotein(er), der er ansvarlig(e) for $\text{K}^+ \text{Cl}^-$ -cotransport. Dette gøres ved hjælp af elektroforetiske teknikker efter mærkning af membranproteiner med radioaktivt NEM (Poul Kristensen, Birte Kramhøft).

1.2 pH-regulering

Arbejdet med pH-regulering er påbegyndt for nylig.

I pattedyrceller holdes pH altid mere basisk end hvad der svarer til en passiv fordeling af brintioner, d.v.s. at brintioner stadig skal udskilles på kontrolleret måde. Vi har vist, at Ehrlich ascites tumorceller har et system, som udveksler H^+ med Na^+ , og som aktiveres, når det indre pH falder under et vist niveau. På denne måde opretholder cellerne konstant pH. Systemet aktiveres foruden ved forsuring af cytoplasma ved behandling med visse stoffer (phorbolestre) og efter celleskrumpning i visse celler (lymfocytter). I Ehrlich celler er Na^+/H^+ -udveksling ikke involveret i volumenregulering, men aktiveres som i andre celler ved forsuring af cytoplasma. Dette fremkaldes, hvis celler overføres til et medie indeholdende en svag syre som propionsyre, fordi udisocieret syre diffunderer ind i cellen, hvor den dissocieres. Hvis den pågældende celle har Na^+/H^+ udveksling, vil H^+ i cytoplasma blive byttet ud med Na^+ fra ydermediet. Nettoeffekten bliver en optagelse af Na -saltet af den svage syre fulgt af vand. Med andre ord: Cellerne vil svulme. Denne cellesvulmen kan forhindres, hvis hæmmeren amilorid er tilstede. Amilorid er en specifik hæmmer af Na^+/H^+ -udveksling.

Vi har tidligere vist, at CuSO_4 hæmmer volumenregulering i Ehrlich celler efter et hypototisk chok. Vi har nu vist, at denne hæmning af volumenregulering skyldes en CuSO_4 -induceret optagelse af Na^+ , som er hæmmbar med amilorid. CuSO_4 medfører herudover en øget udskillelse af syreækvivalenter (H^+) fra cellerne. Denne syreudskillelse fjernes med amilorid. Endelig har målinger af intracellulært pH ved hjælp af en fluorescenceteknik vist, at CuSO_4 forårsager et forbigående fald i cellernes pH, der bliver permanent i nærvær af amilorid. Disse resultater er stærk evidens for, at CuSO_4 enten ved en direkte interaktion med specifikke membranproteiner eller sekundært til en forsuring af cytoplasma aktiverer Na^+/H^+ -udveksling i Ehrlich celler (Else Hoffmann, Birte Kramhøft, Ian Lambert).

1.3 Isolering og funktionel rekonstituering af membranproteiner med transportfunktioner

Formålet med nærværende projekt er at identificere, isolere og rekonstituere transportproteiner. Det langsigtede mål er at studere sammenhængen imellem proteinstruktur og den resulterende transport. Vi håber, det genetisk vil være muligt at kortlægge overensstemmelserne mellem relaterede transportproteiners struktur. Eventuelle genetiske fejl i transportproteiner, som ved sygdomme som essentiel hypertension og cystisk fibrose, kan dermed bestemmes.

1.3.1 $\text{Na}^+ \text{K}^+ 2\text{Cl}^-$ -cotransportproteinet

Ovennævnte bindingsstudier med tritiummærket bumetanid indicerede, at der i Ehrlich-cellers cellemembran findes rimelige mængder af det transportprotein, der er ansvarligt for denne transport. Vi besluttede derfor at forsøge at identificere dette protein. Det er lykkedes dr. Feit at fremstille et azidderivat af bumetanid, som derefter er anvendt til fremstilling af en affinitetskølnne på basis af et thiolderivat af Sepharose.

Denne affinitetskølnne har nu været anvendt i en række forsøg med detergentekstrakter af isolerede membraner fra Ehrlich celler. Vi har opnået en meget kraftig oprensning af fire polypeptidkæder, som muligvis er subunits fra et stort protein. Vi forsøger nu at inkorporere disse i lipidvesikler for at undersøge, om de har den forventede transportfunktion. Hvis det er rigtigt, at det er cotransportsystemet, er det første gang, det er isoleret. Da cotransportsystemet spiller en vigtig rolle for nyrernes funktion, kan et større kendskab til dette protein få stor betydning (Else Hoffmann, Poul Kristensen, Marianne Schiødt).

1.3.2 Anionexchangeproteinet

Formålet med dette projekt er, at karakterisere systemet, som udveksler negativt ladede ioner, fra en anden, mindre specialiseret celletype end det røde blodlegeme. Vi er nået frem til, at et membranprotein med en molekylvægt på ca. 30.000 Dalton er den sandsynlige formidler af anionudvekslingen i Ehrlich ascites tumorceller (Jessen, Sjøholm og Hoffmann, 1986). Til identificering af exchangeproteinet benyttes tritiummærket DIDS (4,4'-diisothiocyano-2,2'-stilbenedisulfonsyre), et stof, der efter en næsten øjeblikkelig hæmning af anionexchange-transporten med tiden bindes covalent til transportproteinet, som derpå kan genkendes (på grund af mærket) efter gelelektroforetisk adskillelse af membranproteinerne. Mærkningsforsøgene har desuden vist, at hver celle har ca. 400.000 eksemplarer (3×10^{10} pr. cm^2) af anionexchangeproteinet, og det betyder, at hvert protein transporterer omkring 350 kloridioner pr. sekund. Hvis disse værdier sammenlignes med de tilsvarende for røde blodlegemer (6×10^{11} pr. cm^2 og 50.000 ioner pr. sekund), kan det tolkes derhen, at specialiseringen af anionudvekslingen i røde blodlegemer ikke kun bygger på en større tæthed af

transportproteiner, men også på en større transporthastighed. Vi er på nuværende tidspunkt netop ved at forsøge på selve den funktionelle inkorporering af anionexchangeproteinet i lipidvesikler ud fra de ekstrakter, som indeholder dette protein. Dette 30.000 Dalton store protein har vist sig at kunne opløses i bl.a. detergentet Triton X-100, men kun hvis mediet har en høj ionstyrke, hvilket kunne antyde en ionisk binding til cytoskelettet (Else Hoffmann, Flemming Jessen).

1.3.3 K^+ - og Cl^- -transportproteiner

Arbejdet udføres sammen med Thomas Zeuthen, Medicinsk-fysiologisk Inst. A. Proteinerne oprenses ved hjælp af affinitetschromatografi på dels kiningel, dels på furosemidgel. Både cotransportproteinet og transportkanalerne består af proteinsubunits, og vi mener at have fundet i al fald to fælles proteinsubunits for cotransportproteinet og kloridtransportkanalen. Det er tænkeligt, at en ionbindende subunit kan indgå i proteinet i flere transportveje bestemt af det lokale lipidproteinmiljø.

Vi er endvidere sammen med Thomas Zeuthen i stand til at genindsætte disse proteiner i kunstige lipidmembraner og studere deres funktion og regulering under kontrollerede omstændigheder. Vi er således i stand til at give en molekylær beskrivelse af virkningsmekanismen. Det langsigtede mål er som nævnt at studere sammenhængen mellem proteinstrukturen og den resulterende transport (Else K. Hoffmann, Flemming Jessen, Marianne Schiødt).

1.4 Volumenregulation og iontransport i epitel

Det er et hovedformål med projektet at gøre rede for epitelcellers volumenregulation med frøhudsepitelet som modelsystem. Systemet er særdeles egnet til formålet på grund af dets forholdsvis få transportsystemer, og fordi samtlige cellelag udgør en funktionel enhed, som først påvist af Ussing og Windhager og senere bekræftet fra mange sider.

Den apicale (udadvendende) membran er altid tæt for klorid- og kaliumioner, men har specifikke transportveje (kanaler) for natrium. Vandpermeabiliteten er forsvindende i forhold til permeabiliteten af den basolaterale (indadvendende) membran. Denne er normalt permeabel for kaliumioner, men tæt for klorid og natriumioner, og den er sæde for den koblede transport af natrium og kalium, der bidrager til at holde cellenatrium lavt og cellekalium højt.

Den basolaterale membran har kloridkanaler, som åbnes ved cellesvulmning og lukkes igen ved normalvolumen af cellerne. Jeg har tidligere vist, at cellernes høje kloridkoncentration opretholdes ved hjælp af en cotransportmekanisme, som er elektrisk tavs, idet den overfører klorid fra indermedium til cellerne sammen med en ækvivalent mængde kation. Kloridkoncentrationen (40-50 mM) ligger langt over den forventede for elektrokemisk ligevægt med indersideklorid.

I det forløbne år har jeg undersøgt denne cotransports natur og kinetik. Der er gjort to meget vigtige iagttagelser. For det første har det vist sig, at optagelse af klorid (tabt til indervæsken under osmotisk svulmen) kun kan finde sted i nærvær af både kaliumioner og natriumioner. For det andet har det vist sig, at den mængde klorid, der optages, afhænger af ionkoncentrationerne på en sådan måde, at det kun synes foreneligt med antagelse af en cotransport af NaKCl_2 . En sådan mekanisme blev for få år siden beskrevet af Heinz og medarbejdere for Ehrlich ascites tumorceller, og der er fundet evidens for processens eksistens i Henles slynge i nyrener. Jeg har desuden i samarbejde med Jørgen Hedemark Poulsen og Laurence Smaje fundet cotransportsystemet i spytkirtler (fra kaniner og katte).

Da cotransporten involverer Na^+ , K^+ og Cl^- , vil ved ligevægt produktet af natriumaktivitet, kaliumaktivitet og anden potens af kloridaktiviteten være det samme på begge sider af membranen.

De målte cellulære koncentrationer af de involverede ioner synes at være forenelige med antagelse af en sådan ligevægtsindstilling.

Interessen koncentrerer sig nu om regulationen af de før omtalte basolaterale kloridkanalers (eller rettere anionkanalers) aktivering og inaktivering. Det er i de fremsendte arbejder vist, at kanalerne åbner under osmotisk svulmning af cellerne; men desuden kan de åbne ved elektrisk depolarisering af cellernes basolaterale membran. Foreløbige forsøg tyder på, at »åbningspotentialer«¹ afhænger af calciumkoncentrationen i cellerne, samt af kloridkoncentrationen uden for den basolaterale membran, således at en sænkning af de to omtalte koncentrationer medfører krav om en kraftigere depolarisering, før anionkanalerne åbner. Da der er grunde til at antage, at lignende regulerbare, latente anionkanaler findes i mange slags celler og væv, har en undersøgelse af problemet almen biologisk interesse (H. H. Ussing).

1.5 Kalium-transport i epitel (frøskind)

I Universitetets Årbog 1985 blev der givet en bredere fremstilling af dette forskningsfelt. Af denne fremstilling fremgår det, at kaliumion (K^+)-sekretionen via epitelcellerne kan blokeres ved at tilsætte bariummioner (Ba^{2+}) til ydermediet; Ba^{2+} blokerer altså de K^+ -kanaler, der findes i de cellemembraner, der vender mod ydermediet. I et andet arbejde (se Årbog 1983) er det vist, at Ba^{2+} også blokerer de K^+ -kanaler, der findes i de cellemembraner, der vender mod vævets blodside, men Ba^{2+} -blokaden af disse K^+ -kanaler var delvis transient, hvilket kan fortolkes, som om der findes både Ba^{2+} -sensitive og -insensitive K^+ -kanaler i disse cellemembraner. Jeg har i år udført forsøg for at få afgjort, om de K^+ -kanaler, der findes i skindets yderside og skindets blodside, er forskellige med hensyn til følsomhed for Ba^{2+} . Disse forsøg har vist, at det ikke er

tilfældet, og de har vist, at fremkomsten af den Ba^{2+} -»ufølsomme«² K^+ -kanal skyldes, at Ba^{2+} -blokaden af K^+ -kanalen er afhængig af det cellulære potential. Når K^+ -kanalerne i de cellemembraner, der vender mod blodside, blokeres ved tilsætning af Ba^{2+} , depolariserer cellerne fra -75mV til -15mV , og denne ændring bevirker, at Ba^{2+} -hæmningen bliver mindre effektiv (Robert Nielsen).

1.6 Salt- og vandtransport i kirtler (frøskind)

Vi har tidligere vist, at stoffet A23187, der vides at øge mængden af frit calcium i cellerne, aktiverer natriumion-transporten i epitel ved at øge syntesen af prostaglandin E_2 (se Årbog 1984). I et netop afsluttet arbejde har vi vist, at prostaglandin E_2 også aktiverer kloridion-sekretionen via skindets kirtler. Den således aktiverede Cl^- -sekretion kunne hæmmes ved at tilsætte forskellige hæmmere af transportsystemer. Således hæmmes det af ouabain, en hæmmer af det koblede transportsystem for natrium- og kaliumioner. Furosemid, der hæmmer samtidig transport af positive og negative ioner, hæmmer ligeledes og det samme gør en hæmmer (diphenylamino-2-carboxylat), der vides at hæmme den normale klorid-transport. Den prostaglandin E_2 -aktiverede Cl^- -sekretion kan aktiveres yderligere i nærvær af stoffet theophylline. Dette antyder, at prostaglandin E_2 aktiverer Cl^- -sekretionen ved at øge cellernes cAMP-indhold, idet theophylline hæmmer nedbrydningen af cAMP via enzymet phosphodiesterase. Samtidig med Cl^- -sekretionen blev vand-sekretionen fra kirtlerne også målt. Forsøgene viste, at ændringerne i vandsekretionen fulgte ændringerne i Cl^- -sekretionen. Disse forsøg viser, at prostaglandin E_2 kan regulere kirtlernes sekretion af både salt og vand ved at ændre cellernes indhold af cAMP (Henning F. Bjerregaard, Robert Nielsen).

1.7 Transport af ioner gennem tarmvæggen fra larven af den amerikanske silkesommerfugl, *Hyalophora cecropia*

Tarmvæggen transporterer kaliumioner i en energikrævende reaktion (d.v.s. aktivt) ud i tarmlumen og passivt i modsat retning. De i tidligere årbøger omtalte undersøgelser over transportvejene for disse ionbevægelser er ved at være afsluttede med det resultat, at de to modsatrettede iontransporter ikke foregår via den samme rute gennem epitelet. Forholdet mellem de to transport er initialt fundet at variere med tiden. Et sådant varierende forhold er tidligere vist af H. H. Ussing at være bevis for forskellige transportveje i frøskind (målt for transport af natriumioner). Tarmepitelet består hovedsageligt af to slags celler, goblet celler og columnar celler. Det er allerede vist, at den aktive transport går gennem goblet cellerne, den passive transport må derfor, foruden at gå gennem goblet cellerne, gå gennem epitelet uden om cellerne og/eller gennem columnar cellerne. Kaliumiontrans-

port uden om cellerne kan drives af elektrodiffusion, da tarmlumen er positivt i forhold til blodsiden (ca. 100 mV). Det kan imidlertid kun være en lille del af den passive transport, der går mellem cellerne, da det før omtalte forhold mellem modsatte ionetransporter ellers skulle være meget lille i begyndelsen af forsøget. Da dette ikke er tilfældet, må størstedelen af den passive transport gå gennem columnacellerne. Goblet cellens anatomi vil formentlig forhindre, at ret meget kaliumioner returneres passivt gennem den aktive transportmekanismes rute. Det kan derfor konkluderes, at de modsatte transportveje for kaliumioner gennem tarmepitelet sandsynligvis går gennem forskellige celletyper (Signe Nedergaard).

2. Mitochondrieskifte og stofskifteregulering

I universitetets årbog fra 1983 blev der givet en bredere beskrivelse af dette felt, der beskæftiger sig med cellens energiproduktion. Mitochondrierne er de partikler i cellen, hvor energiproduktionen foregår. Nedenfor anvendes samme opdeling i emnegrupper, som i årbogsbeskrivelsen fra 1985.

2.1 Mitochondriestofskiftets rolle i den intakte hjertecelle

I det forløbne år har arbejdet inden for denne emnegruppe især koncentreret sig om fortsættelse af undersøgelserne af den formodede virkning af stress på enzymsystemet exo-NADH oxidases aktivitet, idet stoffet cAMP's effekt er inddraget i undersøgelsen. Derudover undersøges den virkning, hjertevævets tilstand har på de isolerede mitochondriers stofskifteegenskaber. Bruger man mitochondriernes funktionsdygtighed som kriterium, har der vist sig ændringer i hjertevævet ca. 10 min. efter blodcirkulationens ophør. Disse beskadigelser af mitochondrierne hænger højest sandsynligt sammen med celledød efter blodprop i hjertet, samt med de forøgede problemer forbundet med transplantation i lande bundet af hjertedøds-kriteriet. Dette arbejde er desuden et led i et større projekt, som beskæftiger sig med, i hvilken grad isolerede mitochondriers egenskaber er repræsentative for mitochondriers egenskaber i den intakte celle, og om det er muligt at undersøge f.eks. virkningsmekanismen af lægemidler ved at undersøge mitochondrier, isoleret fra målorganer (Ulla Rasmussen, Hans Rasmussen, Bo M. Jørgensen).

2.2 Den mitochondrielle respirationskædes organisation

De oxidationsreaktioner, der leverer hovedparten af al kemisk energi i levende celler, foregår i den mitochondrielle respirationskæde. Dette er naturligvis en fun-

damental proces, og store udenlandske forskningsgrupper driver da også meget omfattende forskning deri. Alligevel er det ikke lykkedes at give en sammenhængende beskrivelse af det ansvarlige system og dets virkemåde. En del af denne manglende succes skyldes utvivlsomt, at systemet virkelig er meget kompliceret, men en anden del må nok tilskrives, at der inden for feltet er udtalt tilbøjelighed til publikation af »hurtige resultater«.

Forskningsgruppen har i det forløbne år især arbejdet med undersøgelse af det såkaldte Complex III, den del af respirationskæden, som bl.a. indeholder b-cytochromerne. Dette complex udgør nok det mest kontroversielle område af respirationskæden. Det studeres med en kombination af stofskifteforsøg og måling af reducerede cytochromers lysabsorption ved flydende kvælstofs temperatur. De målte absorptionspektre underkastes datamatiske beregninger. Det er tidligere vist, at der til de to almindeligt accepterede cytochrom b redox centre skal føjes endnu to, hvoraf det ene synes at være en speciel form af et af de accepterede. Det er tillige vist, at disse centre er opdelt i såkaldte pools, der ikke kan reagere med hinanden. Dette kan ikke forklares ved de eksisterende modeller for respirationskæden. I disse undersøgelser er der anvendt en tidligere udviklet beregningsmetode til bestemmelse af reduktionsgraden af cytochromerne. Denne metode korrigerer for nogle fejl, der er indeholdt i den normalt anvendte fremgangsmåde, og som, omend de kan være meget betydelige, ganske enkelt fortrænges normalt. Det har været ønsket at supplere den anvendte metode med andre metoder for derved at underbygge resultaterne. I det forløbne år er der opnået meget lovende resultater med den ny, fuldt datamatiske metode, og arbejdet med udvikling af en tredje metode er blevet godt påbegyndt. Forskningsgruppen har ydermere gennem en række statistiske undersøgelser af sit hidtidige forsøgsmateriale godtgjort, at dets kvalitet berettiger anvendelsen af de omfattende beregninger, som er involveret i de pågældende metoder (Ulla F. Rasmussen, Bo M. Jørgensen, Hans Rasmussen).

2.3 Metodik

De fleste levende celler bruger ilt, og i så godt som alle af disse findes der stofskiftesystemer, der kan betragtes som variationer af systemet i dyriske mitochondrier. Dette betyder, at det udstyr, som forskningsgruppen har opbygget, og den viden og erfaring, den har samlet, er af stor potentiel anvendelighed. Derfor undersøges det for tiden, om det vil være muligt, sammen med kolleger inden for grundforskning og anvendt forskning, at starte et anvendelsesorienteret projekt omfattende udvikling af metodik til hurtig vurdering af toksiske effekter (Hans Rasmussen, Bo M. Jørgensen, Ulla Rasmussen).

3. Proteinkemi og enzymologi

3.1 Karakterisering af strukturproteiner fra insekters hudskelet

Dette projekt gennemføres i nært samarbejde med lektor Peter Roepstorff, Odense Universitet. Vi prøver at klarlægge, hvorledes egenskaberne af et biologisk strukturmateriale afhænger af de enkelte komponenters egenskaber og af deres samspil. Vi har oprenset en række proteiner fra vandreggræshoppens hudskelet (kutikula), og vi har fortsat vort arbejde med at bestemme rækkefølgen af aminosyrer i nogle af disse proteiner. Samtidig bestemmer vi proteinernes opløselighed under forskellige betingelser, og vi sammenholder opløselighed med aminosyresammensætning og -sekvens. De forskellige dele af kutikulaen har forskellige mekaniske egenskaber og også en noget forskellig proteinsammensætning. Vi kortlægger, hvilke proteintyper, der dominerer i blød og hvilke i hård kutikula.

Vi har også sammenlignet proteinmønstret i kutikulaen hos to græshoppearter, vandreggræshoppen og ørkengræshoppen, og vi finder udtalte ligheder, selv om der også er en del mindre forskelle tilstede. Resultaterne tyder på, at de to arter udviklingsmæssigt ikke har fjernet sig ret langt fra hinanden, i hvert fald ikke hvad deres kutikula-proteiner angår (Svend Olav Andersen).

3.2 Undersøgelser af hærdningsmekanismen i græshoppers hudskelet

Det antages, at hærkning af græshoppers hudskelet (kutikula) foregår ved, at proteiner i kutikulaen bindes sammen af diphenolen N-acetyldopamin. Denne forbindelse skal først aktiveres ved oxidation til quinonform af tilstedeværende enzymer. Jeg har fundet, at også ikke-kutikulære proteiner kan reagere med sådanne quinoner. For at klarlægge, hvorledes bindingen etableres mellem protein og quinon, har vi fortsat forsøgene med forskellige homopolyaminosyrer (polytyrosin, polyalanin) og radioaktivt mærkede quinoner, men har indtil nu kun observeret, at polylysin kan binde quinoner. Dette er rapporteret tidligere (Grith Wybrandt).

3.3 Enzymologiske og proteinkemiske undersøgelser af en membranbunden phosphatase/phosphotransferase fra bakterien *Salmonella typhimurium*

Det aktive enzym indeholder 4 identiske monomere, der ved behandling med varme og ioniske detergenter falder fra hinanden (denaturerer). Forsøg med krydsbinding af de 4 monomere i det aktive enzym viser, at den dimere forbindelse foruden den monomere oftest kan isoleres ved efterfølgende denaturering. Trimere og tetramere forbindelser dannes ikke eller dannes i meget små mængder. Forsøgene er udført med såkaldte bifunktionelle proteinreagenser med forskellig specifitet og afstand mellem de funktionelle grupper.

Tilsvarende forsøg under betingelser, hvor der etableres eller brydes S-S broer i proteinet, viser lignende resultater. Under disse betingelser er det endog muligt reversibelt at ændre mængdeforholdet mellem monomeren og dimeren. Ud fra disse og lignende forsøg kan man sandsynliggøre en mulig rumlig struktur og hvordan de 4 monomeres forskellige hydrofobe områder kan være arrangeret i det aktive enzym.

Forudsigelsen af de hydrofobe områders betydning for strukturen er yderligere baseret på følgende: Enzymet findes delvis integreret i bakteriens cellemembran (hydrofob miljø), nonioniske detergenter stabiliserer og kan reaktivere inaktivt enzym d.v.s. bevare eller retablere den aktive struktur ved høje detergentkoncentrationer. Enzymet kan krystallisere i nærvær af nonioniske detergenter, hvilket kun er lykkedes med et fåtal af proteiner, der næsten alle har været membranbundne (Wolfgang Uerkvitz).

Andre faglige hverv:

Poul Kristensen er centralinstitutbestyrer ved August Krogh Institutet og var indtil 1.10 medlem af fakultetsrådet.

Else K. Hoffmann er medlem af Konsistorium siden 1.5 og fra 1.12 medlem af Dansk Nationalkomité for Biologi.

Else Hoffmann er desuden i bestyrelsen for Biologisk Selskab og Hans Rasmussen i bestyrelsen for Dansk elektrokemisk Forening.

Redaktionskomitémedlemmer:

H. H. Ussing er medlem for Journal of Membrane Biology.

Svend Olav Andersen er medlem af komitéerne for Insect Biochemistry samt for Carlsberg Research Communications.

Gæster:

Professor Philip B. Dunham, Syracuse, U.S.A. har gæstet instituttet i januar og juni-juli i perioder af en måneds varighed.

Lic.pharm. Birte Kramhøft arbejder som gæst ved instituttet på fuldtidsbasis.

Rejser, kongresser m.m.:

Efter invitation har professor S. O. Andersen holdt foredrag ved IV International Colloquium on Invertebrate Pathology i Veldhoven (Holland) og desuden talt ved 8th Polymer Networks Group Meeting i Helsingør. Professor H. H. Ussing har efter invitation været chairman og taler ved den internationale fysiologikongres i Vancouver samt taler ved et symposium om volumenregulation i Oxford.

Else Hoffmann har ligeledes efter invitation talt ved Second European Congress on Cell Biology, Budapest samt ved et »Membrane Transport and Control« møde i Vancouver og desuden ved Physiological So-

ciety's møde i Oxford samt ved et dertil knyttet symposium. Desuden har Robert Nielsen holdt foredrag ved Nordisk Forenings møde i København, og Hans Rasmussen har holdt to foredrag i Biokemisk Forening. Instituttets medlemmer har derudover bidraget ved Nordisk Forening for Fysiologi's møder i Göteborg med 5 posters og i København med 4 posters.

Publikationer:

- Andersen, S.O., Højrup, P., Roepstorff, P.: Characterization of cuticular proteins from the migratory locust, *Locusta migratoria*. *Insect Biochem* Vol. 16, No. 3, s. 441-47, Oxford 1986.
- : Chemical composition of the insect cuticle: recent developments. Fundamental and applied aspects of invertebrate pathology., R. A. Samson, J. M. Vlask, D. Peters (eds), s. 426-27, Wageningen, Holland 1986.
- Bjerregaard, H.F., Nielsen, R.: Trifluoperazine-stimulated sodium transport through the apical surface of isolated frog skin (*Rana esculenta*). *Acta Physiologica Scand.* 128, s. A39, Stockholm 1986.
- , Nielsen, R.: Trifluoperazine-stimulated sodium transport by increased prostaglandin E_2 synthesis in isolated frog skin (*Rana esculenta*). *Acta Physiologica Scand.* 127, s. 75-85, Stockholm 1986.
- , Nielsen, R.: Prostaglandin E_2 -stimulated salt and water excretion in frog skin (*Rana esculenta*). *Renal Physiology* 9, s. 91-92, Basel, Schweiz 1986.
- Esken, K., Ussing, H.H.: Single-file diffusion through K^+ channels in frog skin epithelium. *Journal of Membrane Biology* 91, s. 245-50, Berlin 1986.
- Foskett, J.K., Ussing, H.H.: Localization of chloride conductance to mitochondria-rich cells in frog skin epithelium. *Journal of Membrane Biology* 91, s. 251-58, Berlin 1986.
- Hoffmann, E.K., Lambert, I.H., Simonsen, L.O.: Separate, Ca^{2+} -activated K^+ and Cl^- transport pathways in Ehrlich ascites tumor cells. *Journal of Membrane Biology* 91, s. 227-44, Berlin 1986.
- , Schiødt, M., Dunham, P.: The number of chloride cation transport sites on Ehrlich ascites cells measured with 3H bumetanide. *American Journal of Physiology* 250, s. C688-C693, Bethesda, Maryland 1986.
- : Anion transport systems in the plasma membrane of vertebrate cells. *Biochemica et Biophysica Acta* 864, s. 1-31, Amsterdam 1986.
- Højrup, P., Andersen, S.O., Roepstorff, P.: Isolation, characterization and N-terminal sequence studies of cuticular proteins from the migratory locust, *Locusta migratoria*. *Eur. J. Biochem* Vol. 154, s. 153-59, Berlin-Heidelberg 1986.
- , Andersen, S.O., Roepstorff, P.: Primary structure of a structural protein from the cuticle of the migratory locust, *Locusta migratoria*. *Biochem. J.* Vol. 236, s. 713-20, London 1986.
- Jessen, F., Sjøholm, C., Hoffmann, E.K.: Identification of the anion exchange protein of Ehrlich cells: A kinetic analysis of the inhibitory effects of 4,4'-diisothiocyanato - 2,2' - stilbene - disulfonic acid (DIDS) and labeling of membrane proteins. *Journal of Membrane Biology* 92, s. 195- 205, Berlin 1986.
- , Sjøholm, C., Hoffmann, E.K.: The anion exchange system of Ehrlich ascites tumor cells identified as a 30,000 Dalton membrane protein. *Acta Physiologica Scand.* 128, s. P55, Stockholm 1986.
- Kramhøft, B., Lambert, I.H., Hoffmann, E.K.: Activation of Cl^- -dependent K^+ transport in Ehrlich ascites tumor cells. *American Journal of Physiology* 251, s. C369-C379, Bethesda, Maryland 1986.
- Lambert, I.H., Kramhøft, B., Pedersen, R.: N-ethylmaleimide-activated K^+ , Cl^- cotransport in Ehrlich ascites tumor cells. *Acta Physiologica Scand.* 128, s. P57, Stockholm 1986.
- , Hoffmann, E.K., Christensen, P.: Prostaglandin and leukotriene release during volume regulation in Ehrlich ascites cells. *Acta Physiologica Scand.* 128, s. P56, Stockholm 1986.
- Larsen, E.H., Spring, K.R., Ussing, H.H.: Volume response of mitochondria-rich cells of toad skin to amiloride and Na-free outside medium. *Fed. Proc* 45, s. 746, Massachusetts, USA 1986.
- Nielsen, R.: The presence of Ba^{++} -sensitive and Ba^{++} -insensitive K^+ channels in isolated frog skin. *Renal Physiology* 9, s. 92, Basel 1986.
- Rasmussen, H.N., Jørgensen, B.M., Rasmussen, U.F.: Ubiquinone pools and metabolic characteristics of heart mitochondria. *Biomedical and clinical aspects of coenzyme Q*. Volume 5, K. Folkers, Y. Yamamura (eds), s. 53-62, Amsterdam 1986.
- Smaje, L.H., Poulsen, J.H., Ussing, H.H.: Evidence from O_2 uptake measurements for $Na^+-K^+-2 Cl^-$ co-transport in the rabbit submandibular gland. *Pflügers Arch.* 406, s. 492-96, Vesttyskland 1986.
- Spring, K.R., Ussing, H.H.: The volume of mitochondria-rich cells in frog skin epithelium. *Journal of Membrane Biology* 92, s. 21-26, Berlin 1986.
- Ussing, H.H.: Epithelial cell volume regulation illustrated by experiments in frog skin. *Renal Physiology* 9, s. 38-46, Basel 1986.

Ulla Rasmussen

Botanik

1. Botanisk Have

Historie:

Københavns Universitets 1. Botaniske Have (Hortus Medicus) blev oprettet ved kgl. skøde og gavebrev af 2. august 1600, beliggende på en grund ved Skidenstræde, det nuværende Krystalgade, på det tidligere Zoologiske Museums plads. Der skulle bygges en »Residentz« i studiegården som bolig for en af professorerne med et jordtilliggende bestemt til en botanisk have – »hvordit kan ympes og plantes synderlige *Simplicia*, og skal den Professor, som i formeldte Residentze bliver boende, have Opseende«.

Med oprettelsen af haven bevilgedes ingen midler til vedligeholdelsen endside løn til en gartner. Der skulle gå henved 100 år før en af de kendte tilsynsførende, Rasmus Caspar Bartholin, stiftede et legat i 1696, hvoraf renterne skulle bruges som tilskudshjælp til at holde en 'urtegaardsmand'. En af de kendteste personer fra denne tid, Ole Worm (1588-1654) arbejdede omkring år 1620 på en reform af den medicinske og botaniske undervisning og på en rekonstruktion af den botaniske have, men planerne blev ikke udført. I 1621 overtog han selv ledelsen af den forfaldne have og indførte et stort antal danske lægeplanter og sjældne udenlandske arter, takket være hans mange bytteforbindelser med udlandet.

Virkeligt ordnede forhold for haven blev først muliggjort i 1769 ved Christian VII's gave på 2.500 daler til universitetet, hvoraf renten skulle bruges til havens istandsættelse og dyrkning. Allerede året efter skænkede kongen en del af Oeder's Botaniske Have ved Amalienborg til universitetet, da planerne om udvikelsen af den gamle have ikke blev til noget. I 1778 blev den 1. Botaniske Have nedlagt.

Christen Friis Rottböl (1727-1797), medicinsk professor, nåede dog i de sidste år at opføre et væksthuse.

Københavns Universitets 2. Botaniske Have (Oeder's Have) blev oprindelig anlagt af G.C. Oeder i 1752 på foranledning af Frederik V, nord for Frederiks Hospital. Amaliegade delte haven i to dele, en vestlig på 11.106 kvadratalen og en østlig på 24.539 kvadratalen, som aldrig blev udnyttet. Kun den mindre have blev nogenlunde færdiganlagt, bl.a. opførtes drivhuse, og haven åbnedes for publikum 1763.

Havens direktør blev den tyskfødte G.C. Oeder. For at understrege havens økonomiske betydning udkastede Oeder den tanke at udgive et billedværk over alle danske og norske planter. Det blev begyndelsen til »Flora Danica«. Havens levetid blev kort. Kongen tilbagekøbte haven i 1778 og skænkede en ny grund til en botanisk have ved Charlottenborg.

Københavns Universitets 3. Botaniske Have

(Charlottenborg Haven): Planerne til en botanisk have i slotshaven blev godkendt af kongen den 22. juli 1778. Haven skulle ledes af 2 direktører, 1 valgt fra universitetet og 1 fra kongen, hhv. C.F. Rottböl og Th. Holmskjöld. I 1817 forandredes havens forfatning, idet den samlede ledelse gik over til Botanisk Have med en enedirektør, og med J.W. Hornemann som den først udnævnte. Havens størrelse var ca. 3 tdr. land, et lavt, vandlidende areal, begrænset af Charlottenborg, Nyhavn, Mynten og Bremerholm. Mod Nyhavn opførtes hovedbygningen, som mod nord rummede Botanisk Museum og tjenestebolig for havens direktør og den botaniske gartner. I overetagens midterbygning var havens bibliotek indrettet. Dette udvikledes senere til det Botaniske Centralbibliotek. Hovedbygningens sydvendte rum benyttedes som overvintringshus for de 'kapske planter'. Havens første væksthuse, Guiones Koldhus, opførtes 1784. Som en gave fra kongen opførtes 1803 et halvtagsvæksthuse med 2 afdelinger, hver på 96 m². Fra 1837 og i de følgende år opførtes flere nye væksthuse.

Som tilskud til havens drift skaffede man sig indtægter ved salg af planter og frø, et forhold som var almindeligt for datidens europæiske botaniske haver. På professor F.Schouw's initiativ blev al handel i 1841 forbudt og aflønningsforholdene reguleret ved faste bevillinger.

Charlottenborg Haven blev på flere måder rammen om en meget frugtbar udvikling. Som vigtige mærkepæle bør man nævne oprettelsen af de første selvstændige, botaniske embeder i 1770 som botanisk gartner, og i 1778 som lektor ansat ved haven. Den første udnævnelse som lektor faldt på M. Vahl, der havde en stor andel i flytning af planterne fra Oeders Have til Charlottenborg Haven og siden indlagde sig store fortjenester ved revisionen af havens plantebestand. Med oprettelsen af dette embede blev grundstenen lagt for plantebestemmelsesembedet, som nu har fungeret i over 200 år. Ved udnævnelsen af E. N. Viborg, den 29. september 1797, til ekstraordinær professor i botanik, markeredes botanikken som en selvstændig videnskab i Danmark.

Endnu et personnavn bør nævnes, botanisk gartner F.L. Holbøll, som virkede i haven fra 1793 til 1829. Fra ham kender vi de ældste, håndskrevne bøger over plantesamlingen, og han startede kort efter sin tiltræden opbevaring af frø fra hver art i de såkaldte originalposer, der samtidig tjente som løbende kartoteks-kort.

I 1839, i Hornemanns sidste år i haven, indførtes Endlicher's system (udgivet 1837-40) efter naturlige familier, og planterne blev nu nummereret efter Endlicher's slægtsnumre. Nummersystemet er bevaret til i dag, men man er p.t. i færd med en omlægning til data-registrering.

I tiden 1841-52 var J. F. Schouw direktør, og han sørgede blandt flere væsentlige forandringer for, at de

årlige frøkataloger fra 1842 udsendtes som nytryk hvert år. En betydelig nydannelse var oprettelsen af et kvarter for danske planter med 570 arter.

Vilkårene i den gamle Charlottenborg Have var meget dårlige og trange, og fra 1842 og de kommende år forstærkedes nødvendigheden af en flytning.

Københavns Universitets 4. Botaniske Have (Vold Haven):

Iflg. Loven om Demarkationslinien af 6. Juli 1867 § 4 bestemtes det, at et areal på indtil 21 tdr. lands størrelse kunne afstås til anlæg af en botanisk have. Efter forhandlinger om ejendomsret m.m. bevilgedes der på finansloven 1871/72 et beløb på 35.000 rigsdaler til et anlæg af en ny botanisk have på glaciset.

Landskabsgartner H. Flindt udarbejdede planerne for havens anlæg og terrænets udformning, og slotsgartner Tyge Rothe og brygger I. C. Jacobsen stod for planlæggelsen af og tilsynet med opførelsen af væksthuse i årene 1872-74. Efter datidens forhold var det store væksthusekompleks en imponerende bygning i støbejern, glas og træ med en grundflade på 2400 m².

Den 9. oktober 1874 åbnedes haven for publikum, 274 år efter grundlæggelsen af den første 'Hortus Medicus'. To gange blev havens areal indskrænket på uheldig vis. 1904/05 blev et areal afgivet til Polytek-nisk Læreanstalt, og i 1955/57 blev et areal bebygget med Biologisk Institut. Som kompensation for afståelsen til læreanstalten blev det muligt at leje et areal mod Sølvgade fra København Kommune den 9. oktober 1905, mod at haven åbnedes for gennemgang ad hovedgangen til en låge ved Sølvgade. Det nye areal blev anlagt som 'Etårigt Kvarter' og senere i 1963 udvidet, og det rummer en af havens specialsamlinger. Ved havens jubilæum i 1974 afgav Københavns Kommune en erklæring om, at arealet fortsat kan lejes og disponeres af Botanisk Have i årene fremover.

Med al respekt for havens historiske udformning har man, af hensyn til dens fortsatte drift, været nødt til at foretage en række forandringer og omlægninger. Bl.a. træernes vækst har gjort det nødvendigt at flytte alle bedene fra græsarealerne til samlede kvarterer. En bedre arbejds- og studieudnyttelse af haven har medført anlæg af et omfattende stisystem. For at skabe bedre vækstbetingelser er nye anlæg udført, og store dele af stenhøjene omlagt.

Havens bygninger og væksthuse var efterhånden så forældede og tærede, at man i de sidste 20 år har gennemført en række gennemgribende forandringer. Alle væksthuse er om- eller nybyggede, og først og fremmest er det store palmehuskompleks i 1980/82 nyrenoveret. Nybygget er Arktisk Væksthus i 1959 og 3 nye forsøgsveksthuse i perioden 1963/83, det alpine væksthus i 1973 og et væksthus for koldtempererede planter i 1980. Alpent væksthus og et forsøgsveksthus var en gave fra Carlsbergfondet i anledning af havens 100 års jubilæum.

Den gamle overgartnerbygning blev i 1973/74 ombygget til havens administrationsbygning, og renoveringen af palmehuskomplekset medførte dels nybygning af en varmecentral med arbejdsrum til gartnerne, dels indretning af Sølvtorvskompleksets maskinhal i 1979/83 til personalerum, værksteder og arbejdsrum for havens personale som erstatning for de nedrevne lokaler bag palmehuset og den nedbrændte barak. Desuden nyopførtes hhv. istandsattes portnerhuset ved Sølvgade og ved Gothersgade.

Bl.a. på grund af nåletræernes ringe udvikling i byen besluttede man allerede 1904 at erhverve nogle arealer i Sorø skovdistrikt til anlæggelse af et pinet og nogle mindre arboreter, som blev udvidet med Christiansminde Arboretet i 1971 til i alt 5,4 ha.

Siden 1874 har de botaniske forsøg været udført i tilknytning til havens formeringsafdeling. Fra 1954 besluttede man at udflytte forsøgsarbejdet, først til Albertslund og derefter til Højbakkegård i Tåstrup. Arealet blev senere udvidet og omfatter nu 5,4 ha.

De mange uheldige indgreb i havens areal har bl.a. bevirket, at der blev udstedt en fredningsdeklaration af 31. januar 1977 for Botanisk Have i almindelighed og for de arealer, der fremtidig må bebygges, for at sikre haven for fremtiden.

Stab:

VIP: Antal årsværk: 6,3.

F. Arnklit, K. Dahl, J. Dahl Møller, J. P. Hjerting, P. Krogstrup, M. Lollesgaard, O. Olsen, K. Rahn.

TAP: Antal årsværk: 54.

J. Andersen, K. B. Andersen, S. Aa. Andersen, J. Arildslund, K. E. Auvinen, K. Bate, A. F. Borch, J. F. Bukh, K. Borup Busse, H. E. Byrgesen, B. Christensen, J. G. Christensen, R. M. Dünwald, F. Ekelund, K. Frederiksen, C. Frei, F. B. Hansen, H. Rodi Hansen, K. H. L. Hansen, M. H. Henriksen, T. Hinding, M. Hoff, R. P. Holst, S. M. Ipsen, H. C. Ishøj, S. Ishøj, U. Ekstrøm Jacobsen, J. Janell, A. C. Jelsgaard, J. H. G. Jensen, K. E. Jensen, L. Jensen, G. Johansen, T. S. Johansen, K. S. Jørgensen, S. E. Kammergaard, M. Kjørulff-Schmidt, E. Knudsen, G. Knudsen, A. Koch, G. B. Koch, J. B. de Krak, I. B. S. Kristensen, J. E. Kristensen, P. H. N. Kuhnert, K. Larsen, P. A. Krog Larsen, P. Meyer Larsen, I. Friis Lassen, P. Laulund, S. Laursen, C. Madsen, H. Nelin, A. N. P. Nielsen, C. Nielsen, D. B. Nielsen, T. Hovgaard Nielsen, J. O. Olsen, J. S. Damgaard Pedersen, H. Kirkegaard Petersen, J. Funch Petersen, K. Hartmann Petersen, V. Petersen, H.-H. Poulsen, S.-E. Rasmussen, S. P. Rasmussen, M. Rødding, G. Schwab, S. Singh, E. V. W. Skovgaard, S. Norden-toft Skovsted, P. Aa. Smidt, C. G. Svendsen, B. G. Sørensen, E. Sørensen, G. L. Sørensen, F. L. L. Thingvad, P. Velbak, H. K. J. O. Venneberg, G. Vold.

Lokaleforhold:

De beskedne midler, der afsættes til lokale- og bygningsvedligeholdelse, sætter sine spor på mange af havens bygninger.

Formeringsafdelingen har længe trængt til en reparation/ombygning. Flere af de bærende konstruktioner er nu ved at være gennemtæret af rust. Et moderniseringsarbejde er påbegyndt. Efter planen indebærer dette reparation af borde og understel, specielt i Hus 18, samt etablering af tilskudslys og skyggeanlæg. I Hus 20 installeres endvidere et højtrykstågeanlæg samt stikkeborde med undervarme.

I forbindelse med moderniseringen er den thailandske orkide-samling blevet overført til det tidligere akvariehus (Hus 6), som er blevet nyindrettet til orkide-hus.

I det nye akvariehus (Hus 1) er der langs nordsiden opbygget et ca. 16 m langt bassinbord til små vandplanter.

Flisegangen fra formeringsafdelingen til funktionærboligen er nu færdiggjort, og en forlængelse af pergolaen i formeringsafdelingen er under arbejde.

For at lette adgangen til palmehuset og for at forbedre opsynet ved arbejdsindkørslen i Øster Farimagsgade 2 C arbejder haven med planer om at flytte opsynshuset fra Sølvgadeindgangen til Øster Farimagsgade. En officiel åbning af denne indgang vil give publikum let adgang til palmehuset fra parkeringspladserne i Farimagsgade, og folk med ærinde til Kommunehospitallet eller i gaderne ned mod Søerne vil nyde godt heraf.

Samlinger:

En del områder i haven er blevet omlagt for at give bedre vækstforhold til planterne eller for at opnå en bedre æstetisk virkning. Det tidligere afskærings-/undervisningskvarter ved Gothersgade er nu nedlagt. I stedet forberedes en omlægning af biologisk kvarter og indretning af et undervisningskvarter til Skoletjenesten.

Flisegangene ved kontorbygningen er omlagt, og forhaven mod Farimagsgade er ændret, tjørnehækken er fjernet, og der er plantet forskellige bunddækkeplanter.

I forsøgsmarken i Tåstrup er de sidste 400 m løbende hegn, 1,3 m højt, sat op ind mod Pometet, og hermed er hele hegnet rundt om arealet blevet fornyet i løbet af en række år. Arbejdet med udskiftning af plasticrørene med aluminiumsrør til dysevandingen på bænkepladsen er fortsat med 4 rækker. Det vil snart blive nødvendigt også at starte udskiftningen af selve træ-karmene samme sted.

Friland II har foretaget en række renholdelsesarbejder i arboretafdelingerne i Sorø, og i årets løb er afdelingen i Feldskoven blevet tilplantet.

Havens samlinger beriges til stadighed ved køb, bytte og foræring. Haven har i årets løb modtaget

mange planter, som er indsamlet i naturen. Flere af havens gartnere har således hjembragt plantemateriale fra deres rejser, og flere botanikere med tilknytning til universitetet har bidraget. Især fra det græske bjergflora-projekt modtager haven til stadighed mange nye planter.

I årets løb er der modtaget 479 portioner frø og 500 numre planter. I forbindelse med frøbytningen med andre botaniske haver er der herfra sendt 11.126 portioner frø af de i alt 3843 numre, der var opført i Havens Index Seminum.

Den årlige ekskursion for indsamling af danske planter og frø gik i år til Bågå i Lillebælt. Som sædvanlig under ledelse af Alfred Hansen, Botanisk Museum, og med deltagelse af personale fra Friland I. Ekskursionen foregik 18-21. august, og udbyttet var godt. Ved velvilje fra ejeren af en fiskekutter og fra godset Wedellsborg fik vi lejlighed til at besøge Brandsø. Øen har tidligere været undersøgt botanisk, men det lykkedes at finde en hel del arter, som hidtil var ukendte for øen. Strandsalat (*Lactuca tatarica*) er under spredning i Lillebæltområdet. Den har ikke tidligere været rapporteret fra Bågå, men det viste sig, at den var hyppig langs stranden næsten hele øen rundt. Også på Brandsø blev den iagttaget, dog kun i få eksemplarer.

Vinteren 1984/85 var usædvanlig ved sin længde, men også vinteren 85/86 var både lang og streng. Det første snefald kom i begyndelsen af december. De to strenge vintre i træk har reduceret kraftigt i havens bestand af planter af betinget hårdførhed. Mange af de planter fra den sydlige halvkugle, der overlevede vinteren 84/85, bukkede under i den følgende.

Forskningsvirksomhed:

Botanisk Have har ikke hidtil haft nogen forskningsprofil, men da adgangen til videnskabelige stillinger i fremtiden går via forskerrekrutstillinger med forskningspligt, planlægger haven at indrette laboratorier i samarbejde med BCI til formål, som direkte har relation til havens arbejdsopgaver.

1. *The Potatoes of Bolivia: Their Breeding Value and Evolutionary Relationships*

Der er nu sluttet kontrakt med Oxford University Press om udgivelse af en bog med ovenstående titel. Manuskriptet udarbejdes i samarbejde med professor J. G. Hawkes, University of Birmingham.

I forbindelse med udarbejdelsen opholdt Hjerting sig i 3 uger i »Potato Introduction Station«, Sturgeon Bay, Wisconsin, U.S.A., hvor et stort materiale af bolivianske kartofler var udplantet. Senere, i september, var han 3 uger i Birmingham, hvor en god del af manuskriptet blev færdigredigeret (J. P. Hjerting).

2. *Revision af slægten Sorbaria*

En revision af Rosaceae-slægten *Sorbaria* er påbegyndt. Materiale er hjemskrevet fra forskellige herba-

rier. Slægten er hjemmehørende i de tempererede dele af Asien; den består af buske og små træer, som undertiden dyrkes som prydvækster. Der regnes normalt med at være 10 arter.

Et studium af Alliaceae er påbegyndt for at kunne udarbejde et afsnit i Kubitski (ed.): *The Families and Genera of Vascular Plants* (K. Rahn).

3. *In vitro* formering af højere planter

Forskningsaktiviteterne indenfor ovennævnte område har p.g.a. manglende laboratoriefaciliteter været begrænset til arbejde med simple knopbrydningssystemer for etablering af fysiologisk aktive eksplanater til skudspidskulturer (P. Krogstrup).

Anden virksomhed:

Formidlende virksomhed

Havens PR-udvalg har i årets løb planlagt og koordineret en række arrangementer af formidlende karakter.

I mellemgangen bag palmehuset har der været vist en række udstillinger.

Fra 27. marts til 17. april vist 'Planternes sprog i håndlavet papir', en udstilling arrangeret af billedkunstneren Anne Vilsbøll.

I anledning af udgivelsen af 1. bind af Græsk Bjergflora arrangerede prof. A. Strid og tegneren Bent Johnsen i perioden 23. april til 15. maj en udstilling om det græske floraprojekt. Der blev vist illustrationer og rejseskitter, og udstillingen blev til stadighed forsynet med blomstrende græske bjergplanter.

I årets løb har haven efter overenskomst med Københavns Turistforening solgt den plakater, der blev fremstillet til genindvielsen af palmehuset, og solgt af den særlige Botanisk Have-plakat med *Tillandsia cyanea* er fortsat. I år har Kirsten Madsen tegnet i alt 24 nye postkort med motiver af havens planter og bygninger til salg til publikum. Der er endvidere fremstillet en ny plakater til salg i 1987, også med Kirsten Madsen som kunstner. Salget af postkort og plakater indgår som supplerende mindre virksomhed, og der har vist sig betydelig interesse for sagen.

Havens åbningstid året rundt er fra 8.30 til 16.00 med en forlængelse til kl. 18.00 i månederne juni-august. I Palmehuset er der åbent hver dag fra kl. 10.00 til 15.00, og de lave væksthuse med sukkulenter, orkideer, *Begonia* og *Bromelia* er åbne alle weekender og helligdage samt i efterårsferien fra 13.00 til 15.00.

I kraft af sin beliggenhed er haven en turistattraktion, som tiltrækker mange besøgende. Desværre er det af økonomiske årsager ikke muligt at holde haven åben så længe, som mange måtte ønske.

I samarbejde med Københavns Skolevæsen, repræsenteret ved Biologisk Samling, og Botanisk Museum og Botanisk have, har Botanisk Skoletjeneste påbegyndt sin virksomhed. Skoletjenesten skal forestå un-

dervisningen af besøgende skoleklasser fra Københavns Kommune, og desuden har studenterrundviserne påtaget sig rundvisning af en række grupper, som har besøgt haven. Haven er populær som udflugtsmål for mange foreninger, og i mange år har havens personale varetaget rundvisningen af disse foreninger, men omfanget er blevet så stort, at det er uforeneligt med pasningen af det daglige arbejde, og i 1986 har der derfor været bevilget penge til rundvisning. Fra 1987 forbereder haven, at foreningerne selv skal betale for denne service.

I forbindelse med efterårsferien benyttede Skoletjenesten havens udstillingsbygning til et plantefarvningsværksted med tilhørende udstilling. Denne udstilling var – vejret til trods – særdeles velbesøgt. I den uge var der desuden 3 daglige rundvisninger i væksthuse, og som altid var denne aktivitet populær. Havens gartnere har desuden været behjælpelige med råd ved anlæggelse af en skolehave.

I 1986 har der været følgende antal arrangementer:

	rundvisninger	deltagere
Skoletjenesten	87	1730
Havens folk	24	560

Serviceopgaver med henblik på undervisning og forskning:

Undervisning

Atter i år er der leveret en mængde afskåret materiale til øvelser og eksaminer. Den nye studieordning har medført, at en større del af materialet leveres til undervisning i emnet Form og Funktion. Da undervisningen i dette emne foregår i forårssemesteret, har det medført, at haven i langt højere grad er nødt til at dyrke undervisningsmaterialet, så det er på det rigtige udviklingstrin, når det skal bruges.

I 1986 er der leveret følgende plantemateriale, hovedsageligt i afskåret tilstand:

	antal arter	
Botanisk Laboratorium		
øvelser	8532	228
eksamen	104	51
Skoletjenesten	170	21
Farmaceutisk Højskole		
øvelser	835	15
Den kgl. Veterinær- og Landbohøjskole		
eksamen	78	39
Folkeuniversitetet	135	49
Anden botanikundervisning	108	9
I alt leveret	9962	412

Til tegneundervisning for B. Johnsen er leveret i alt 10 buketter. (Gert Vold).

Fra forsøgsmarken i Tåstrup er der i 1986 leveret følgende materiale: ca. 130 urteagtige og 30 træagtige arter – alle i rigelige klassesæt. Det udgør ca. 86% af, hvad der blev brugt af planter til kurset Floristik og Plantebestemmelse.

Forsøg med forbedring af dyrkningsteknikken, forskudt såtidspunkt, første års blomstring af flerårige vækster, nedskæring til remontering etc., er fortsat med pæne og nyttige resultater (Bodil Lange).

Forskning:

1. Institut for systematisk Botanik (Botanisk Laboratorium, systematisk afdeling)

1.1 I lighed med tidligere år er omfattende samlinger af græske og tyrkiske planter blevet dyrket i forsøgsmarken i Tåstrup og ved Forsøgsafdelingen på østsiden af Botanisk Laboratorium i forbindelse med projekterne Græsk Bjergflora og Flora Hellenica. De seneste tilskud stammer fra frø, indsamlet af Knud Ib Christensen sommeren 1986, og løgplanter, indsamlet af Arne Strid i efteråret 1986. Fixering, kromosomtælling, fotografering, presning m.v. er fortsat rutinemæssigt. Se videre under instituttets beretning (Knud Ib Christensen, Per Hartvig, Arne Strid m.fl.).

1.2 I tilknytning til Triticeae-projektet (byg m.v.) har Signe Frederiksen og Ole Seberg dyrket forskellige arter til brug for biosystematiske undersøgelser. Der er et nært samarbejde med prof. Roland von Bothmer (Sveriges Lantbruksuniversitet, Svalöv) og prof. Niels Jacobsen (KVL). I alt er ca. 400 indsamlinger i kultur. Med udgangspunkt i henholdsvis *Taeniatherum* (Signe Frederiksen) og sydamerikanske arter af *Agropyron* og *Elymus* (Ole Seberg) indgår denne samling i krydsningsforsøg.

1.3 Arbejdet med arktiske arter af slægten *Festuca* (Svingel) er fortsat. Det er lykkedes at få en del levende materiale af forskellige arter fra Alaska, det nordligste Canada og Grønland. Materialet indgår i en cyto-taxonisk undersøgelse af de arter, der står den holarktiske *F. brachyphylla* nær (Signe Frederiksen).

1.4 I forbindelse med et licentiatprojekt om slægten *Crataegus* (hvidtjørn) dyrkes forskellige taxa, dels fra Grækenland, dels fra Danmark og Sverige med henblik på kromosom-undersøgelser. I forbindelse med den nu afsluttede revision af bjergfyr-komplekset dyrkes flere provenienser af bjerg- og skovfyr i forsøgsmarken i Tåstrup med henblik på kromosomale studier af kemiske indholdsstoffer (monoterpener m.v.) (Knud Ib Christensen).

1.5 Dyrkning af arter i vandplanteslægten *Cryptocoryne* (Araceae) er fortsat. Der er udført interspecifikke krydsningsforsøg, ligesom der er foretaget dyrkningstekniske undersøgelser af surbundsarterne fra Malaysia og Indonesien (Niels Jacobsen, KVL).

1.6 Vækstforsøg med den tropiske rodfrugt-slægt *Pachyrhizus* (Fabaceae) er udvidet med materiale indsamlet i Central- og Sydamerika foråret 1985 og omfatter nu, foruden et stort antal sorter af den hyppigst dyrkede art, fire af de i alt fem vilde arter i slægten. De første interspecifikke krydsninger er udført; blomstringen søges synkroniseret v.h.j.a. kortdagsbehandling i Botanisk Haves væksthuse (Marten Sørensen).

1.7 I forbindelse med studiet af tribus Mutisieae (Asteraceae) dyrkes følgende arter: *Leibnitzia anandria*, *L. nepalensis*, *Mutisia coccinea*, *Gerbera piloselloides* samt forskellige forædlede *Gerbera*-hybrider. Desuden er frø fra en række andre slægter erhvervet (Hans V. Hansen).

1.8 Studiet af thailandske orkideer (Gunnar Seidenfadens samling), der dyrkes i forbindelse med Flora of Thailand projektet, er fortsat (Finn og Hanne Rasmussen og en gruppe studerende).

1.9 Undersøgelser af slægten *Eria* (Orchidaceae) fortsættes. I forbindelse med studierne af afrikanske skovtræer og Flora of Ethiopia-projektet dyrkes en samling af epifytiske orkideer fra Etiopien og Somalia (Ib Friis, Finn Rasmussen).

1.10 Forsøg med frøformering af orkideer er igang, og i forbindelse hermed er en nyudviklet metode til symbiotisk spiring af frøene taget i brug. Herved isolerer og dyrker man de svampe, der er en betingelse for arternes overlevelse i naturen (Bo Johansen, Hanne Rasmussen i samarbejde med Torben F. Andersen).

1.11 I forbindelse med frøformeringsforsøgene er der indledt krydsningsforsøg med forskellige slægter af orkideer fra Thailandsamlingerne (Bo Johansen).

2. Institut for Økologisk Botanik

2.1 På forsøgsmarken i Tåstrup dyrkes *Geranium siliiflorum* for at kunne eksperimentere med sammenhængen mellem antallet af pollenkorner på støvfangene, antal spirede pollenkorner og antal modne frø, samt om der er selektion under pollenrørets vækst ned gennem griflen. I samarbejde med Hans Erik Svart Madsen dyrkes *Armeria maritima* på Forsøgsmarken for at kunne foretage krydsningseksperimenter til belysning af, om en bestemt moderplante vælger hvilke pollen-

korn, der skal befrugte ægcellen i frøanlæggene (Marianne Philipp).

2.2 I Forsøgsvæksthuset foretages spiringsforsøg med jordprøver fra bl.a. Draved Skov i Sdr. Jylland. Således undersøges artssammensætning og antal levedygtige frø (frøbanken) i relation til jorddybde. Forsøgene indgår i en undersøgelse over frøbankens betydning for vegetationsudviklingen i skov-systemer (Gösta Kjellsson).

2.3 I Arktisk Hus dyrkes planter af *Equisetum arvense* fra forskellige voksesteder ved Godhavn, Grønland, under ens forhold, med henblik på at undersøge, hvorvidt morfologiske og fænologiske forskelle mellem planterne er bestemt af kårene, eller om de er genetisk bestemte (Peter Milan Petersen).

3. Institut for Planteanatomi og Cytologi

3.1. Til studier af symbiose mellem imperfekte svampe og orkideer benyttes Botanisk Haves samling af danske, mediterrane og tropiske orkideer. Symbiosen etableres *in vitro* ved udsåning af frø på renkulturer af en egnet svamp og opretholdes sterilt, indtil orkideen har en vis størrelse. Teknikken medfører kraftigt voksende, sunde planter og er eneste mulighed for dyrkning af en række vanskelige arter af orkideer. Der formeres planter med henblik på videre ontogenetiske og strukturelle studier *in vivo* og *in vitro*, specielt differentiering og mønsterdannelse i epidermis (Hanne Rasmussen).

3.2 Under symbiosestudierne behandles emner som specificitet mellem parterne, infektionsforløbet under vekslende dyrkningsforhold, teknikker til identifikation af svampepartnere m.m., og bestøvning og frøproduktion hos orkideerne studeres (Bo Johansen, Torben F. Andersen).

3.3 Epifyters vegetative struktur studeres på den store samling af thailandske orkideer. Slægten *Eria* indgår i en nu afsluttet undersøgelse (i samarbejde med Finn Rasmussen og Ingelise Lund, Institut for Systematisk Botanik og specialestuderende).

I samarbejde med J. Dahl Møller, Botanisk Have, fortsættes undersøgelsen af kiselcellers ontogenese og ultrastruktur hos orkideer.

Botanisk Haves samling af nåletræer og enkim-bladede planter benyttes til studier af bladontogenese, specielt epidermis' differentiering (Hanne Rasmussen).

3.4 I Botanisk Haves forsøgsvæksthuse dyrkes en samling af sennepsolieglucosidholdige planter og beslægtede grupper, som bruges til sammenlignende kemiske og anatomiske analyser (Lise Bolt Jørgensen).

3.5.1 I Arktisk Hus dyrkes *Polygonum viviparum* fra forskellige lokaliteter, talrigest i Grønland og på Færøerne. Materialet skal anvendes til morfologisk-cytologiske undersøgelser (Kirsten Engell).

3.5.2 Samme sted dyrkes flere arter af composit-slægterne *Arnica* og *Erigeron*. Dette materiale skal indgå i en ontogenetisk-embryologisk undersøgelse sammen med andet compositmateriale fra Botanisk Haves andre plantesamlinger på friland (Kirsten Engell).

3.6 Botanisk Haves samlinger af kødædende planter benyttes til struktur- og funktionsundersøgelser af planternes fangstredskaber. Desuden foretages anatomiske og ontogenetiske undersøgelser af haustorier hos snylteplanter (Henning Heide-Jørgensen).

Gæster og rejser:

I maj var gartnerformand K. Bate i Göteborg for at deltage i koordineringen af dyrkningen af planter fra den Svenske Ekspedition til Pakistan (SEP). Botanisk Have har modtaget en lang række frø fra denne ekspedition.

Samtidig deltog F. Arnklit, K. Dahl, Sv.Aa. Andersen og G. B. Koch i et symposium i Göteborg, arrangeret i anledning af genåbningen af Trädgårdsforeningens Palmhus. Huset er af samme alder som Botanisk Haves palmehus, og det er netop blevet restaureret. Man har udnyttet mange af de erfaringer, som er gjort i København, og herfra er der også leveret plantemateriale til drivhuset.

I august deltog F. Arnklit i Arbeitstagung technischer Leiter botanischer Gärten i Erlangen i Vesttyskland.

Publikationer:

Arnklit, F.: Overgartner cand.hort. Olaf Olsen 26. marts 1918-14. juni 1986. Ugeskrift for Jordbrug 27, 131. årgang, s. 797-803, København 1986.

—: Index Seminum Hortus Universitatis Hauniensis Anno 1985. Index Seminum Anno 1985, s. 53 s. +IV, København 1986.

Krogstrup, P.: Embryo-Like Structures from cotyledons and ripe embryos of Norway Spruce (*Picea abies*). Canadian Journal of Forest Research 16, s. 664-68, Canada 1986.

Olsen, O.: *Aesculus californica*. Dansk Dendrologisk Årsskrift 2, Bind VI, s. 105-15, København 1986.

Folmer Arnklit

2. Botanisk Museum

Historie:

Botanisk Museum er udgået fra Botanisk Have (oprettet ved skøde af Christian IV 2.8. 1600), hvorfra de konserverede samlinger i tidens løb er udskilt som museum (herbarium). Indtil havens flytning fra Nyhavn til dens nuværende beliggenhed opbevaredes samlingerne i særlige værelser i havens direktørbolig. Ved anlægget af den nye have opførtes 1876-77 museumsbygningen ved havens hovedindgang. Museet havde status som underafdeling af Botanisk Have, et forhold der bevarede helt frem til 1970. Først da blev museet et selvstændigt institut under Botanisk Centralinstitut.

I 1977 knyttedes Botanisk Museum nærmere til Zoologisk og Geologisk Museum samt til Botanisk Have og Botanisk Centralbibliotek, idet der udstedtes fælles »Regler for de naturvidenskabelige museer under Københavns Universitet«. Gennem disse pålagdes det Botanisk Museum at etablere offentlige udstillinger. Grundet mangel på plads, personale og penge var det dog ikke muligt at effektuere disse. Samme år oprettedes KPM, konsistoriums permanente museumsudvalg, et kontaktorgan mellem konsistorium og museerne samt mellem museerne indbyrdes.

Med vedtagelsen af den nye museumslov i 1984 blev museets stilling som et af landets 3 naturvidenskabelige centralmuseer slået fast. Sammen med Zoologisk og Geologisk Museum vælges en repræsentant til Statens Museumsnævn.

I 1984-85 overflyttedes en stor del af Botanisk Museums samlinger fra Gothersgade 130 til nyindrettede herbariemagasiner i Sølvtorvskomplekset. Det medførte, at også de tilbageblevne herbarier fik tålelige pladsforhold. Desværre opnåedes denne forbedring på bekostning af en yderligere geografisk opsplitning, der vanskeliggør det daglige arbejde.

I juni 1985 overflyttedes det botaniske lokalitetsregister fra Landbohøjskolen, og i december 1985 blev skoletjenesten en realitet ved ansættelse af en pædagogisk medarbejder. Skoletjenesten fungerer som et samarbejde mellem museet, Botanisk Have og Københavns kommune. I 1986 påbegyndtes et forsøg med offentlige udstillinger.

Lokaleforhold:

I årets første måneder blev den centrale lyshal i bygningen Gothersgade 130 sat delvist i stand, således at det blev muligt at afholde offentlige udstillinger. Montrer blev stillet til rådighed af Zoologisk Museum. Det drejer sig om et areal på ca. 60 m². Dette er ikke tilstrækkelig stort til permanente udstillinger, men fungerer rimeligt som særudstillingsrum set i relation til, der ikke er bevilget ressourcer til denne aktivitet.

Stab:

VIP: Antal årsværk: 12,55.

Professor: R. Dahlgren.

Lektorer: B. Fredskild, A. Hansen, B. Hansen, C. Hansen, E. S. Hansen, J. B. Hansen, H. Knudsen, J. Lewinsky, G. S. Mogensen.

Forskningsstipendiater: C. Bay, D. F. Boesen, L. Emsholm, J. Feilberg, S. Holt, P. Wind.

TAP: Antal årsværk: 11,55.

J. Andersen, T. Augsborg, J. Bergø, E. Brokmann, H. Clasen, R. Frostig, L. Fugmann, J. Graham, B. Hammer, A. Hansen, A. Risbjerg Jensen, G. Jensen, K. Jørgensen, G. L. Karlsen, B. Kjør, J. Knudsen, O. Lansø, S. Toubro, B. Wennerwald.

Forskningsvirksomhed:

Botanisk Museums forskning er i vid udstrækning relateret til de videnskabelige samlinger. Et af hovedområderne er herbarietaxonomi, dvs. beskrivelse og klassifikation af plantegrupper i stor udstrækning baseret på herbariemateriale. Målet er en entydig navngivning af enhederne i en nærmere defineret gruppe og resultatet er et nødvendigt redskab for kommunikation ikke alene blandt taxonomer, men også blandt morfologer, anatomer, økologer, plantegeografer, fytochemikere o.m.a. Som inden for andre videnskaber er det også for botanikken af største betydning at vide, der tales om samme ting. Dette gælder ikke mindst for de mere anvendte grene så som skovbrug, landbrug og medicinalindustrien samt for miljøsektoren. Når de enkelte enheder, taxa, er blevet fastlagt, følger naturligt undersøgelser af deres indbyrdes slægtskabsforhold, deres udbredelse, samt om muligt deres udviklingshistorie.

Ved museet arbejdes der for tiden dels med systematiske undersøgelser af større overordnede grupper, f.eks. de enkimbladede planter, dels med mere afgrænsede grupper taxonomi. For de sidste falder arbejdet groft set i 3 kategorier: monografier, revisioner og florabidrag.

Som monografi betegnes en alsidig og udtømmende bearbejdelse af en plantegruppe, oftest en slægt eller i sjældnere tilfælde en familie, i hele dens kendte udbredelsesområde. Ud over de data, der indsamles fra materialet ved direkte observationer, gøres brug af relevante oplysninger fra litteraturen og fra egne studier af gruppens anatomi, morfologi, cytologi, palynologi, økologi og chorologi. Jo flere data, der peger i samme retning, jo sikrere bliver konklusionen. En gennemarbejdet monografi med mange henvisninger til basismaterialet holder sin videnskabelige værdi i mange år.

Revisionen adskiller sig fra monografien ved at være af mere begrænset omfang. Enten behandles kun planter fra et bestemt geografisk område eller kun en del af en slægt. Basismaterialet må dog stadig være omfattende, da revisionen ellers bliver af ringe værdi.

En flora er et bestemmelsesværk, der omfatter alle arter i en given plantegruppe, f.eks. svampe, i et defineret geografisk område. Den er af stor praktisk betydning og ofte baseret på ovennævnte monografier og revisioner. I forbindelse med udarbejdelse af en flora udfærdiges ofte en checkliste, dvs. en oversigt over samtlige artsnavne rapporteret fra det behandlede område. En sådan liste er ofte udbygget med righoldige litteraturangivelser, ligesom der angives, hvilke navne forfatteren anser for gyldige.

1. Overordnede systematiske undersøgelser

1.1 Families and Genera af Vascular Plants: Monocotyledones. Dette internationale projekt har til formål at udarbejde et moderne standardværk for de ca. 95 familier af enkimbladede planter. Halvtreds videnskabsmænd fra hele verden deltager i arbejdet med at gøre rede for morfologi, anatomi, embryologi, kemi, etc. og med at udarbejde nøgler til og korte beskrivelser af slægterne. Arbejdet er p.t. inde i en meget aktiv fase med kontinuerlig revidering af indkomne manuskripter. Arbejdet ledes og redigeres af P. Goldblatt, St. Louis, sammen med museets professor (R. Dahlgren).

1.2 Studier over familien Rhizophoraceae og dens slægtskabsforhold. Del af større projekt centreret til U.S.A. (R. Dahlgren).

1.3 Undersøgelser over strukturer og slægtskabsforhold inden for plantefamilier begrænset til det sydlige Afrika (R. Dahlgren).

2. Taxonomiske revisioner og revisionslignende arbejder

2.1 Revisionen af sydøstasiatiske slægter inden for familien Acanthaceae er fortsat dels for at opnå en bedre forståelse af slægternes indbyrdes relationer, dels for at tilvejebringe materiale til udarbejdelse af florabidrag (B. Hansen).

2.2 Revisioner af slægter inden for Sonerileae i familien Melastomataceae er fortsat. Der er især arbejdet med slægten Phyllagathis (C. Hansen).

2.3 Studier af thailandske orkideer (G. Seidenfaden).

2.4 Drepanocladus aduncus-polycarposkomplekset er blevet revideret med særligt henblik på de grønlandske forekomster. Arbejdet er udført sammen med J. Zarnowiec, Polen (G. S. Mogensen).

2.5 En revision af bladmosslægten Platydictya i Grønland er blevet gennemført (G. S. Mogensen).

2.6 Revisionen af slægten Orthotrichum i Sydamerika er blevet afsluttet. Arbejdet viser bl.a., at der findes et ikke tidligere erkendt artsfællesskab med henholds-

vis Australien/New Zealand, Afrika, Mexico og det øvrige Nordamerika og Europa. Dette medfører, at opfattelsen af slægtens udviklingshistorie og biogeografi må revideres (J. Lewinsky).

3. Floraer og checklister

Traditionen tro – og fordi netop udarbejdelse af floraer og florabidrag er et vigtigt led i museets arbejde – er der også i år ydet en større indsats på dette område.

3.1 Fire medarbejdere har fungeret som redaktører eller redaktør og koordinator på henholdsvis Flora Iberica (A. Hansen), Flora of Thailand (B. Hansen), Nordic Macromycetes (H. Knudsen), Moss Flora of Arctic North America and Greenland (G. S. Mogensen).

3.2 Inden for blomsterplanterne arbejdes med bidrag til Flora Iberica (A. Hansen), Flora of Thailand, Flora Malesiana (B. Hansen) samt Flore de Cambodia, du Laos et du Vietnam (B. Hansen, C. Hansen).

3.3 I 1986 er blevet publiceret et hefte af den arktiske mosflora og yderligere et har passeret 1. korrektur, således at 3 hefter nu foreligger i endelig form. Det videre arbejde har samlet sig om hefterne 4 (især Ditrichaceae og Seligeriaceae) samt 6 (især Plagiobryum, Anomobryum, Rhodobryum og Leptobryum) (G. S. Mogensen).

3.4 Arbejdet med den færøske mosflora er blevet fortsat med bestemmelse af nye indsamlinger, samt opdatering af prikkort (D. Boesen, J. Lewinsky).

3.5 I forbindelse med revision af mosslægten Orthotrichum udarbejdes bidrag til den arktiske mosflora, New Zealands mosflora, samt Fuegian Moss Flora (J. Lewinsky).

3.6 Arbejdet med floraen Nordic Macromycetes er fortsat. Dele af bogen foreligger nu i 1. korrektur, og yderligere en del er klar til trykning. Værket forventes udgivet i midten af 1987 (H. Knudsen).

3.7 Indsamling af oplysninger til oversigten over de grønlandske lichener fortsætter (E. S. Hansen).

4. Plantegeografi og udviklingshistorie

4.1 Med henblik på udarbejdelse af prikkort over Vestgrønlands karplanteflora foretoges indsamling af højere planter på det sydlige Disko og en del steder syd for Disko Bugt. Med samme formål for øje gøres ca. 13.000 ældre kollektioner fra området mellem Disko og Thule klar til videre bearbejdning. Dette arbejde er et led i en total kortlægning af den grønlandske karplanteflora (B. Fredskild).

4.2 Som led i samme kortlægning foretoges indsamling af plantemateriale i Nordgrønland til videre bearbejdning (Chr. Bay).

4.3 Udgivelsen af prikkort for mosser i Grønland er blevet fortsat (G. S. Mogensen).

4.4 Sammen med H. During, Holland, påbegyndtes på Disko et projekt til belysning af det arktiske floraelements historiske udvikling, alder og migration (G. S. Mogensen).

4.5 Mosset *Dichelyma falcatus* verdensudbredelse er blevet kortlagt. En ny forekomst i Grønland støtter antagelsen af, at der må have været et refugium i det nordvestlige Grønland under sidste istid (G. S. Mogensen).

4.6 Mosset *Orthotrichum pallens* er blevet påvist i Venezuela, et eksempel på en ny migration fra Nord- til Sydamerika. Arbejdet er udført sammen med D. Griffin, III, U.S.A. (J. Lewinsky).

4.7 Epilithiske lichener i Grønland og Skandinavien. I tilknytning til dette projekt er foretaget indsamling og bestemmelse af laver fra Qaanaaq i Nordvestgrønland (E. S. Hansen).

4.8 Afhandling om udvalgte islandske lichener er blevet udarbejdet (E. S. Hansen).

5. *Floristiske undersøgelser*

5.1 I 1986 er blevet foretaget floristiske undersøgelser af karplantefloraen på de Kanariske Øer, Østægæiske Øer og Madeira og i Danmark. En del af de sidste publiceres som floristiske meddelelser (A. Hansen).

5.2 For mosserne er der blevet arbejdet i Grønland (G. S. Mogensen).

5.3 For lichenerne i Grønland (E. S. Hansen).

5.4 I lighed med tidligere år er sammen med P. Graae Sørensen udarbejdet en rapport over svampeåret, dvs. sæson 1985, i Danmark (H. Knudsen).

6. *Palæontologiske undersøgelser*

6.1 En undersøgelse af planterester i tørveprofiler fra Vesterbygden er afsluttet med en rapport til de øvrige deltagere i dette tværvideenskabelige projekt om natur- og kulturforhold i nordbotiden (B. Fredskild).

6.2 Undersøgelser af pollenindholdet i en borekerne, der dækker de sidste 6.000 års udvikling af en højarktisk sø på Inglefield Land, Nordgrønland, er nu afsluttet med udarbejdelse af manuskript (B. Fredskild).

6.3 Udredning af vegetations- og klimaændringer på Qeqertasugssuk i Disko Bugt, hvor en boplads fra den allerældste (4.000 år) eskimokultur i Vestgrønland er under udgravning. Arbejdet foregår ved analyse af en borekerne, der formodentlig dækker de sidste 8.000 år (B. Fredskild).

7. *Projektorienterede undersøgelser*

Begge de grønlandske undersøgelser, der blev omtalt i årbøgerne for 1984 og 1985 er blevet fortsat i dette år.

7.1 Økologiske studier over plantesamfund i Sydgrønland i relation til færegæsning. I 1986 er der lagt særlig vægt på etablering og analyse af kontrol- og referencefelter. De sidste skal indhegnes og derved beskyttes mod færegæsning. Arbejdet omfatter fotoregistrering, kartering, kvalitative og kvantitative vegetationsanalyser samt produktionsmålinger. Der udarbejdes rapport over arbejdet, og alle botaniske og geografiske resultater fra 84-86 samles i et arkiv på museet (J. Feilberg).

7.2 Vegetationskortlægning i Jameson Land, Østgrønland. Ialt er udarbejdet og trykt 112 vegetationskort af 25 km². En rapport er blevet udarbejdet i tilknytning hertil (Chr. Bay, S. Holt).

7.3 I vinteren 1986 førtes tilsyn med ARCO GREENLAND's seismiske aktiviteter på Jameson Land. Samtidig undersøgte sneforholdene på forskellige habitat-typer i relation til kørsel med terrængående køretøjer (S. Holt).

8. *Dokumentation*

Der udarbejdes fortsat bidrag til Draft Index of Authors' Abbreviation, der udgives af herbariet ved Royal Botanic Gardens, Kew. Registreringen af den danske botaniske litteratur omfatter nu perioden 1960-86 (A. Hansen).

9. *Historie*

Peter Nielsen (1829-97) udgav i 1869 et stort exsiccata af danske og skandinaviske kransnålealger. Intet er hidtil kendt om dette betydningsfulde værks tilblivelse og øvrige historie. Disse forhold søges belyst gennem studier af breve og andre arkivalier (J. B. Hansen).

10. *Formidling*

10.1 Gyldendals og Politikens svampebøger er blevet revideret og udkommet i nye udgaver. Sammen med B. Siesby er en tysk svampekogebog blevet oversat og bearbejdet (H. Knudsen).

10.2 Til Universitetets almanak for 1987 er skrevet en artikel om herbariets verden (A. Fox Maule).

Museumsvirksomhed:

Et meget vigtigt led i de museumsansattes arbejde består i forvaltning af de videnskabelige botaniske samlinger, således at disse til stadighed er opbevaret og registreret i overensstemmelse med international praksis. Nyt materiale erhvervet ved bytte, som egne indsamlinger eller gaver, samt i sjældnere tilfælde ved køb, søges hurtigst muligt gjort tilgængeligt for forskere i ind- og udland. Det betyder, at planterne skal klæbes op, sorteres systematisk og lægges på plads i herbariet i et rimeligt tempo. Den stadige beskæring af museets TAP-stab og medhjælpssum vanskeliggør dette arbejde.

Et stort antal planter sendes hvert år som lån til botanikere i ind- og udland til brug for deres videnskabelige arbejde. Ligeledes hjemlånes et stort materiale. Dele af museets samlinger bliver således stadig revideret med omplaceringer til følge.

I 1986 indgik 20.911 planter til museet. Af disse udgjorde egne indsamlinger 5.388, 9.913 blev modtaget som gave, 4.301 ved bytte med udenlandske institutioner og 1.309 blev indkøbt bl.a. fra vanskeligt tilgængelige egne i Sydamerika. Blandt gaverne er medregnet Tyge Christensens mosherbarium og store lichenindsamlinger fra Vagn Alstrup og Leo M. Jensen. En meget stor samling af danske planter modtaget fra Anfred Pedersen er derimod ikke medregnet, da materialet endnu ikke er interkaleret i herbariet.

Museets samlinger omfatter nu 2.185.521 eksemplarer. Af særlig betydning er museets righoldige samling af typeeksemplarer, dvs. planter der er anvendt ved den første gyldige beskrivelse af en art, og som knytter et bestemt navn til denne. Samlingernes størrelse og antallet af typer gør museet til et vigtigt dokumentationscenter inden for botanikken.

Fra udlandet har været hjemlånt 10.316 planter fordelt på 227 lån hovedsageligt til danske forskere. Af museets samlinger har 9.147 planter fordelt på 222 lån været udlånt overvejende til udenlandske forskere. Fra Forskåls herbarium har været udlånt nogle ark til brug for Det kongelige Biblioteks og landsdelsmuseet i Kiels udstillinger.

I 1986 registreredes 661 besøgende i museets gæstebøger, en betydelig nedgang i forhold til året før. Der er dog næppe tale om et reelt fald i besøgstallet, men snarere om »glemsomhed« dels hos de besøgende, dels hos museets eget personale. Etablering af automatisk døråbning har også betydet fald i antal registrerede gæster.

Registrering af den danske flora:

Den løbende registrering af udviklingen i den danske flora er fortsat ved opdatering af de topografiske botaniske undersøgelser (A. Hansen) og det botaniske lokalitetsregister (L. Emsholm, P. Wind). Det sidste arbejde er blevet støttet meget af Botanisk Forening, der har skaffet midler til ansættelse af studentermedhjælp.

Formidling:

I 1986 vistes for første gang i mange år offentlige udstillinger på Botanisk Museum. Dette var blevet muligt, efter at forhallen i bygningen Gothersgade 130 var blevet indrettet til formålet. Udstillingerne gennemførtes på forsøgsbasis, idet der ikke tildeltes ekstra midler eller personale.

I marts måned vistes »Byens vilde planter« som et led i et fællesarrangement for museumsrådet for København og Frederiksberg. Alle museer i området arrangerede udstillinger med det fælles tema »Vores by«. Botanisk Museum viste noget om, hvilke planter der findes i byen, hvordan de kommer dertil, og hvordan de overlever gennem tilpasning til det nye miljø. Udstillingen blev besøgt af 3.254 gæster. Store besøgstal de sidste dage viste, at udstillingen godt kunne have fortsat i længere tid og stadig trukket publikum til. Museumsmånedens varede imidlertid kun marts måned.

I tiden 17.6.-31.8. vistes »Planter fra Brasilien«, en udstilling arrangeret på opfordring fra den brasilianske ambassade, som led i dennes kulturfremstød i Danmark i 1986. Udstillingens perle var Marcgrafs herbarium, verdens ældste plantesamling fra Brasilien samlet i årene 1638-44. Desuden fortaltes om Warmings og P. W. Lunds indsats i disse egne; der vistes eksempler på sydamerikanske nytteplanter samt på en moderne botanisk revision. Udstillingen fik økonomisk støtte fra den brasilianske ambassade og Botanisk Museums Udstillingsfond. Ved åbningen skænkede Irma et stort udbud af tropefrugter til stor glæde for gæsterne. Åbningen foretoges af rektor Ove Nathan. Udstillingen besøgte af 10.499 gæster, et absolut pænt resultat.

Skoletjenesten brugte årets første måneder til at udarbejde undervisningstilbud til skolernes besøg i Botanisk Have. I maj måned åbnedes op for skolerne, og dette tilbud var åbent resten af året, samtidig med, at der udarbejdedes yderligere materiale baseret på erfaringerne opnået gennem de første besøg. I alt 89 klasser med 1.639 elever benyttede skoletjenesten. I efterårsferien arrangeredes en udstilling om svampe i hverdagen i museets forhal, i skolestuen arbejdedes med indsamlet botanisk materiale (pressede blade og frugter), mens der i udstillingsbygningen i Botanisk Have demonstreredes plantefarvning. Også dette arrangement havde fin tilslutning. Desuden er en del andre rundvisninger i haven blevet varetaget af Botanisk Skoletjeneste og derfor administreret via museets kontor.

Udgiver- og redaktionsvirksomhed:

Fra Botanisk Museum udsendes undertiden exsiccater som bytte til andre institutioner. Det drejer sig om helt identiske sæt af herbarieplanter. Hvert taxon er nummereret, og planter med samme nummer stammer fra samme kollektion. Exsiccater udgør således

vigtigt referencemateriale. For tiden udsendes grønlandske karplanter (B. Fredskild), mosser (G. S. Mogensen) i samarbejde med W. C. Steere, New York) og lichener (E. S. Hansen).

Følgende medarbejdere er redaktør eller medredaktør af nationale eller internationale tidsskrifter: D. F. Boesen (Nordic Journal of Botany). A. Hansen (Fontqueria, Urt). H. Knudsen (sidste nummer af Friesia, Svampe). G. S. Mogensen (Lindbergia, Meddelelser om Grønland: Bioscience).

Kollegiale organer:

B. Fredskild (formand for Arktisk Stations bestyrelse, nationalparkrådet (Grønland), arbejdsgruppen vedrørende miljø og fåreavl i Grønland, forskningssekretariatets udvalg for biologisk forskning i Grønland, bestyrelsen for »Peary Land Fonden«).

A. Hansen (the European Plant Specialist Group of the Species Survival Commission).

H. Knudsen (bestyrelsen i »Foreningen til Svampeskabens Fremme«, European committee on the protection of fungi, bestyrer for museet fra 1.12.).

J. Lewinsky (bestyrer for museet 1.1.-30.11., medlem af Museumsrådet for København og Frederiksberg).

G. S. Mogensen (hovedbestyrelsen for Magistrenes Universitetslærerforening).

Gæster og rejser:

Fire udenlandske forskere har i 1986 opholdt sig i længere tid ved museet. Jan Zarnowiec, Polen, fortsatte sine studier af Drepanocladus (Musci) fra Grønland til medio februar. K. E. Mshigeni fra Tanzania opholdt sig en måned ved algeherbariet. Kongkanda Chayamarit fra Thailand påbegyndte et 9 måneders Danida stipendiat den 1. september, mens Damtew Teferra, Ethiopia, fra oktober har studeret, samt deltaget aktivt i det daglige herbariearbejde.

Af museets egne medarbejdere har følgende været på forsknings- og indsamlingsrejser eller deltaget som gæsteforelæsere ved kongresser:

Chr. Bay feltarbejde i Nordgrønland.

R. Dahlgren gæsteforelæsninger i Berlin, samt i Washington og Amherst, U.S.A.

J. Feilberg feltarbejde i Sydgrønland.

B. Fredskild gæsteforelæsning i Prag, samt feltarbejde i Norge og Grønland.

A. Hansen indsamlingsrejser til de Kanariske Øer, Lesbos og Madeira.

E. S. Hansen feltarbejde i Thule, Nordvestgrønland.

S. Holt feltarbejde på Jamesonland, Østgrønland.

H. Knudsen indsamlingsrejse til Kaukasus, Rusland.

G. S. Mogensen leder af kursus samt feltarbejde på Disko, Vestgrønland.

Publikationer:

Bay, C.: Botaniske undersøgelser. Biologiske miljøundersøgelser i Nordgrønland 1984-85, P. Aastrup, C. Bay, B. Christensen, s. 11-58, København 1986.

Feilberg, J.: Økologisk-botanisk feltarbejde 1985. Arbejdsgruppen vedrørende miljø og fåreavl. Rapport nr. 6, s. 50, København 1986.

Fox Manle A., Wagner, P.H.: Renaissance til Revolution. Naturens Historie fortællere 1: Udviklingsidéernes historie fra Plator til Darwin. Niels Bonde et al, s. 125-55, København 1985.

Fredskild, B., Bay, C., Holt, S., Nielsen, B.: Grønlands Botaniske Undersøgelse. Greenland Botanical Survey 1985. Grønlands Botaniske Undersøgelse 1985, s. 40, København 1986.

Hansen, A.: Floristiske meddelelser. Fund af adventive arter, mest årene 1983-85. Urt 2, s. 38-43, København 1986.

Hansen, B.: The Balanophoraceae of Continental Africa. Botanische Jahrbücher für Systematik 106, s. 359-77, Stuttgart 1986.

Hansen, E.S.: Lichener som indikatorer for tungmetaller i Grønland. Forskning i Grønland/tusaat 1, s. 1-8, Danmark 1986.

-, Graff-Petersen, P.: Lichens growing on the Ella Island meteorite, Central East Greenland. The Lichenologist 18,1, s. 71-78, London 1986.

-, Søndre Strømfjord, et arktisk steppeområde. Urt 3, s. 68-72, København 1986.

-, New or interesting Greenland lichens III. Mycotaxon 26, s. 173-86, Ithaca, USA 1986.

-, Lichenes Greenlandici Exsiccati, Fasc. VI (Nos. 261-310), s. 10, København 1986.

-, Moberg, R.: The lichen genus Physcia and allied genera in Greenland. Meddelelser om Grønland, Bioscience 22, s. 1-32, København 1986.

-, Lichenes (laver) i Nordgrønland. Artsliste med angivelse af lokaliteter og kilder. Status over dyre- og plantelivet i Nordgrønland (Humboldt Gletscher-Independance Fjord). Del 2: Terrastrisk flora og invertebratfauna ferskvandsflora og fauna, Ole G. Norden Andersen, Rune Dietz, s. 7-12, København 1984.

Lewinsky, J.: Botanisk Museum – nu sker der noget. Urt 1, s. 22-24, København 1986.

-, Botanisk Museum siger tak. Urt 4, s. 124-25, København 1986.

-, Griffin I.D.: Orthotrichum pallens Brid. new to Venezuela. The Bryologist 89, s. 163-64, Texas A&M Univ., College Station, Texas 1986.

-, New records within Orthotrichaceae from the Faroe Islands. Studies in the mossflora of the Faroes 4. Lindbergia 11, s. 172-74, København 1986.

Jette Lewinsky

3. Botanisk Centralbibliotek

Stab:

VIP: Antal årsværk: 3.

Lektorer: Mogens Skytte Christiansen, Annelise Hartmann, Peter Wagner.

TAP: Antal årsværk: 5,3.

Karen-Margrethe Björkman, Ib Hansen, Lene Henriksen, Aase Koefoed, Kari Lausten, Pia Wissing.

Biblioteksvirksomhed:

I kalenderåret 1986 har der været udleveret 8.528 bind til hjemlån, og der har været hentet yderligere 5.384 bind fra magasinerne til brug for vore lånere på bibliotekets læsesale. I samme periode har biblioteket haft 3.321 besøgende. Aktiviteten på læsesalene har også været af samme størrelse som foregående år, hvorimod hjemlånet har været lidt faldende. Da det udelukkende drejer sig om faldende tidsskriftslån, forklares dette muligvis med bibliotekets mindre tidsskriftsbestand, idet man har måttet opsigte alle botanisk-mikrobiologiske tidsskrifter.

Der har været afsendt 491 postpakker til de øvrige universiteter og læreanstalter, samt til kommunebibliotekerne og industrivirksomheder i provinsen.

Bibliotekets tilvækst har været på 455 bøger, 908 særtryk og 800 årgange af tidsskrifter, således at bogbestanden nu er på ca. 114.000 bibliografiske enheder.

Til bibliotekets 220 bytteforbindelser er der i året 1986 udsendt følgende tidsskriftshefter: »Lindberga« bind 11 nummer 1, 2 og 3.

Foruden det, der er erhvervet ved køb og bytte, har biblioteket modtaget bøger og særtryk som gave fra talrige institutioner, foreninger og privatpersoner i ind- og udland.

Forskningsvirksomhed:

Det forskningsarbejde, der er udført af bibliotekets videnskabelige medarbejdere, har dels vedrørt bibliotekets generelle botanisk-bibliografiske virksomhed, dels de enkelte medarbejders specielle fagområder, nemlig henholdsvis lichenernes og de lichenophile svampes økologi og systematik, mikrobiologi og vedanatomi.

1. Botanisk-bibliografisk virksomhed

1.1 Annelise Hartmann har fortsat revisionen af bibliotekets tidsskriftsbestand, videreført udvekslingen af tidsskrifter med udenlandske botaniske institutioner, samt forestået redaktionen af »Meddelelser fra Botanisk Centralbibliotek«.

1.2 Peter Wagner har afsluttet registreringen af bibliotekets Flora Danica-arkivalier. Han har påbegyndt afskrift og registrering af andre Flora Danica-arkiva-

lier, som findes i A. G. Moltkes privatarkiv på Bregtved; registreringen forventes afsluttet i 1987.

2. Vedanatommiske undersøgelser

2.1 Peter Wagner har indledt et samarbejde med møbelkonservator Tom Feilberg om en undersøgelse af Det Lehman'ske Chatol på Rosenborg. I arbejdet indgår bestemmelse af de anvendte træsorter, samt undersøgelse af de specielle fineringsformer.

2.2 Peter Wagner har desuden udført vedbestemmelser på kulturhistorisk materiale for Kunstindustrimuseet, Holbæk Museum og Fyns Stiftsmuseum.

3. Undersøgelse af licheners og lichenophile svampes systematik og økologi

3.1 M. Skytte Christiansen har fortsat undersøgelserne om epifytiske lichener i danske skovområder og har i 1986 fortrinsvis arbejdet i østjyske kystskove.

3.2 Han har endvidere foretaget feltstudier af Verrucaria-arter dels på havdigerne langs den tyske Nordsøkyst og dels på kalkholdige sten i overfladen af affaldsbunkerne ved de nu opgivne grusgrave omkring Tune (SØ for Roskilde).

3.3 En publiceret afhandling om lichenophile svampe fra Anholt har bl.a. resulteret i kendskab til flere nye danske arter.

3.4 Han har leveret materiale til exsiccaværker udgivet af R. Santesson (Uppsala) og A. Vězda (Brno).

Redaktionsvirksomhed m.m.:

M. Skytte Christiansen har fungeret som medredaktør af »Nordic Journal of Botany« og arbejdet som referent for tidsskriftet »Excerpta Botanica« (Stuttgart).

Peter Wagner har redigeret årsberetningen for »Fonden for Træer og Miljø«, samt Kataloget for Fondens Rosensamling på Møllehøjgaard. Han er fortsat medlem af Fondens Forretningsudvalg og bestyrelsesmedlem i »Dansk dendrologisk Forening«. Annelise Hartmann har deltaget i forskellige internatkurser og anden mødeaktivitet arrangeret af »Danmarks Forskningsbiblioteksforening«.

Anden virksomhed:

Biblioteket har bl.a. været Den danske Ambassade i Madrid behjælpelig med tilvejebringelse af materiale i forbindelse med en udstilling i Alcañiz i anledning af den spanske botaniker Francisco Loscos Bernal's 100-års dødsdag.

M. Skytte Christiansen har forfattet teksten til den i 1986 udkomne »Politikens Fotoflora«, en populær, illustreret bog om den danske flora. Han har endvidere været medforfatter til en ny udgave af den populære håndbog »Hvad finder jeg på stranden«.

Publikationer:

- Christiansen, M.S.: Politikens florabog. København 1986, 197 s.
- Christiansen, M.S., Mandahl-Barth, G., Østergaard, T.V.: Hvad finder jeg på stranden, 12. udgave. København 1986, 158 s.
- , Hartmann, A.: Fortegnelse over nyerehvervet botanisk litteratur. – (Meddelelser fra Botanisk Centralbibliotek, årg. 23, nr 1-4 126 s., duplikeret). Institutpublikation 1986, 126 s.
- , Lichenicolous Fungi from the Island of Anholt. Acta Regiae Societatis scientiarum et litterarum Gothoburgensis. Botanica. 3, s. 61-68, Göteborg 1986.
- , Hartmann, A.: Fortegnelse over nyerehvervet botanisk litteratur. – Meddelelser fra Botanisk Centralbibliotek, årg. 22, nr. 1-4 143 s., duplikeret. Institutpublikation 1985, 143 s.
- Fox M.A., Wagner, P.H.: Renaissance til Revolution. Naturens Historiefortællere 1: Udviklingsidéernes historie fra Plator til Darwin, Niels Bonde et al, s. 125-55, København 1985.
- Wagner, P.: Beskrivelse af træsorter på udstillingen Møbeltræ- Træmøbler. København 1985, 29 s.
- Wagner, P.H.: Ørstedsparken og Østre Anlæg. Dansk dendrologisk årsskrift Bind VI, 2, s. 95-104, København 1986.
- , Wood species in viking age shipbuilding. Sailing into the past. Proceedings of the international seminar on rephcas of ancient and medievool vessels, Roskilde 1984., Ole Crumlin-Pedersen, Max Vinner, s. 130-37, Roskilde 1986.
- , Steno and Ray. Two geologists and men of faith. Nicolaus Steno 1638-1686, Jacob E. Poulsen, Egill Snorrason, s. 153-66, København 1986.
- , Træ – Møblernes Råstof. Snedkernes efterårsudstilling 86, Roald Steen Hansen et al, s. 33-42, København 1986.
- , Træets Anatomi.- Figur i træ.- Møbler af træ : Windsorstolen.- møbeltræ-teak.- møbeltræ-mahogni. Træ og ting af Træ, Henning Dehn-Nielsen, s. 6-9, 80-85, København 1985.

Annelise Hartmann

4. Botanisk Laboratorium

4a. Institut for Planteanatomi og Cytologi (Afdeling for planteanatomi)

Historie:

Instituttet har i det forløbne år fået sin medarbejderstab yderligere reduceret. Pr. 1. maj 1986 skete der en fusion mellem Institut for Planteanatomi og Cytologi og Institut for systematisk Botanik, da disse to insti-

tutter naturligt havde visse fælles mål i forskningen og flere fælles interesser. Derved opstod Botanisk Laboratorium med afdeling for planteanatomi og afdeling for taxonomi (se under Institut for systematisk Botanik).

Instituttet mistede yderligere i konsekvens af 2 lektorer afgang en ½ TAP-stilling til et andet botanisk institut.

Lokaleforhold:

Instituttet/afdelingen har fortsat haft til huse i Sølvtorvskomplekset, men i løbet af 1987 vil der ske en flytning til Gothersgade 140, så Botanisk Laboratorium samles.

Stab:

VIP: Antal årsværk: 3,3.

Lektorer: Kirsten Engell, Henning Heide-Jørgensen, Lise Bolt Jørgensen.

Adjunkt: Hanne Rasmussen.

TAP: Antal årsværk: 5, heraf 1 ansat af SJVF.

Lis Munk Frederiksen, Lise Girsøl, Kirsten Horskjær, Ruth Bruus Jakobsen, Hans Elsted Jensen, Lis Mathorne Larsen, Cheryl Nielsen.

Forskningsvirksomhed:

Instituttet varetager forskning indenfor celle-, vævs- og organdifferentiering hos højere planter. Der arbejdes på såvel lysmikroskopisk (LM) som elektronmikroskopisk (EM) niveau og foretages ontogenetiske, strukturelle og funktionelle undersøgelser af både vegetative og reproduktive strukturer. Både in vivo og in vitro-dyrket materiale danner grundlag for undersøgelserne.

1. Strukturelle undersøgelser af *carnivore* (kødædende) og *parasitiske blomsterplanter*

Undersøgelser på såvel LM som EM-niveau af ontogeni, struktur og funktion af nogle kødædende planters fangstapparater, samt strukturer i relation til deres specielle ernæringsforhold nærmer sig afslutningen (Henning Heide-Jørgensen).

2. Kontaktceller i løv- og nåletræ

2.1 Tidligere er kontaktceller udformet som typiske transferceller blevet undersøgt hos slægter indenfor Vitaceae (Vinrankefamilien). Selve differentieringen søges nu belyst (Jette Dahl Møller).

2.2 Desuden arbejdes på en kortlægning af forekomst af transferceller i sekundært xylem, og der laves en sammenligning af forekomst og funktion af transferceller indenfor tropiske og tempererede træarter (Jette Dahl Møller, Botanisk Have).

3. Ontogenetisk -strukturelle undersøgelser af reproduktive strukturer hos byg

Der arbejdes på en cytologisk-embryologisk undersøgelse af det naturlige forløb (in vivo forløb) af udvikling af kim og endosperm hos *Hordeum vulgare* (byg). Målet er at få dannet en skabelon for rækkefølge og tidsforløb af begivenhederne i og omkring kimens udvikling. Denne skabelon skal derefter afprøves på andre varieteter af *Hordeum vulgare*, og dernæst især på in vitro-dyrkede bygkim. Som startpunkt for tidstabellen bruges pollinationstidspunktet og perioden fra pollination (bestøvning) til befrugtning følges nøje for også at klarlægge pollenrørets indtrængen i kimsækken og dens celler.

Undersøgelsen foregår såvel lysmikroskopisk som elektronmikroskopisk, og arbejdet er hele året blevet støttet af Statens jordbrugs- og veterinærvidenskabelige Forskningsråd i form af laborantaflønning og driftsmidler (Kirsten Engell).

4. Strukturelle undersøgelser af glucosinolatholdige planter

Som led i opklaringen af glucosinolatholdige planters slægtskabsforhold er der i 1986 arbejdet med følgende delprojekter:

4.1 Frøstrukturer

Frø af Capparaceae (Kapersfamilien) og Brassicaceae (Korsblomstfamilien) er undersøgt lysmikroskopisk med henblik på lokalisering af myrosinoceller i kimen, endospermens tilstand i det modne frø, samt frøskalens opbygning.

4.2 Læbecelleprotoplaster

Arbejdet med isolering af protoplaster fra læbeceller hos *Tovaria pendula* er fortsat.

4.3 In vitro-spiring af frø

Frø af Gyrostemonaceae har vist sig vanskelige at spire i normalt væksthushmiljø. Under sterile betingelser in vitro kan kimene danne callus og skud- og rodsystemer, og småplanter kan isoleres til senere udplantning. En lysmikroskopisk analyse af disse differentieringsprocesser er netop påbegyndt.

4.4 Vestured pits

Forekomsten af såkaldte vestured pits (porer med uregelmæssige udvækster ved poremundingen) i karceller i sekundært xylem synes at have taxonomisk betydning. En scanning-elektronmikroskopisk undersøgelse har foreløbig omfattet repræsentanter fra familierne Capparaceae, Koerberliniaceae, Tovariaceae og Gyrostemonaceae (Lise Bolt Jørgensen).

5. Epidermisdifferentiering

På LM-niveau foretages undersøgelser af epidermis med særlig henblik på den tredimensionale beskrivel-

se af ontogenese og morfogenese af spalteåbninger, hår, m.m. Undersøgelserne vedrører udvalgte enkimbladede og nøgenfrøede planter. Formålet er at studere cellevægsteksturens betydning, og denne teksturs ændringer under vævsdifferentiering (Hanne Rasmussen).

6. Vegetativ opbygning af epifytiske orkideer

En morfologisk undersøgelse af slægten *Eria*. Resultater baseret på studier af levende planter kombineret med LM-undersøgelser er ved at blive bearbejdet (Hanne Rasmussen i samarbejde med Finn N. Rasmussen, Ingelise Drodz Lund, samt studerende ved Botanisk Laboratorium).

7. Frøspiring

Der arbejdes på udvikling af metoder til in vitrofrøspiring, især med henblik på efterfølgende dyrkning af truede plantearter (Jette Dahl Møller, Botanisk Have).

8. In vitro-studier af symbioseforhold mellem højere planter og svampe med sigte på symbiotisk formering og dyrkning af f.eks. orkideer

Metoden forudsætter identifikation af svampe v.h.j.a. dyrkningsforsøg og strukturel analyse, eksperimenter med dyrkningsbetingelserne under etablering af mykorrhiza og undersøgelser i forbindelse med genopbevaring (genebanking) (Hanne Rasmussen i samarbejde med stud.scient.erne T. F. Andersen og B. Johansen).

Gæster og rejser:

Hanne Rasmussen var i april på studieophold i Uppsala og deltog i et doktorkursus: »Cell-och vävnadsodling av högre växter« på Inst. f. fysiologisk Botanik, Uppsala Universitet.

Kirsten Engell

4b. Institut for systematisk Botanik (Systematisk afdeling)

Historie:

En fusion mellem Institut for systematisk Botanik og Institut for Planteanatomi og Cytologi til et nyt institut med navnet Botanisk Laboratorium er gennemført pr. 1.5. 1986. Det nye institut vil disponere over størstedelen af ISB's tidligere lokaler i Gothersgade 140 og den fysiske sammenlægning vil finde sted i 1987. I denne forbindelse er bevilget midler til nyindretning af visse lokaler. Den næsten 100 år gamle bygning har fået en ansigtsløftning ved en facaderensning i løbet af efteråret.

Anskaffelser:

I stigende grad udnytter instituttets projekter EDB, såvel de tilgængelige store anlæg som mikrodatamater. I løbet af 1986 er der anskaffet 3 mikrodatamater, der bliver brugt til tekstbehandling, databaser m.v.

Stab:

VIP: Antal årsværk: 11,5.

Professor: Arne Strid.

Lektorer: Vilhelm Dalgaard, Kell Damsholt, Signe Frederiksen, Ib Friis, Ole Hamann (orlov), Per Hartvig, Bodil Lange.

Adjunkt: Finn N. Rasmussen.

Seniorstipendiat: Ole Seberg (SNF).

Kandidatstipendiat: Hans V. Hansen (KU), Marten Sørensen (EF-bevilling), Knud Ib Christensen (SNF).

Gæsteforsker: Mehmet Güven Görk (stipendium under dansk-tyrsk kulturaftale).

TAP: Antal årsværk: 6.

Lisbeth Knudsen, Maja Hansen, Kate Jensen, Anders Johnsen, Erik Kron, Yvonne Madsen, Flemming Sarup, Margit Toft.

Forskningsvirksomhed:

Instituttets (afdelingens) forskning omfatter karplanternes og mossernes systematik, struktur, evolution og udbredelse. Ved bl.a. dyrknings- og krydsningsforsøg, kromosomcytologiske undersøgelser, feltarbejde og studium af museumsmateriale tilvejebringes viden om planternes variation, slægtskab, fylogeni, udbredelse og biologiske forhold. En del af forskningen udføres med direkte henblik på naturbevarelse, naturovervågning og ressourceevaluering. Der foregår et nært samarbejde med andre institutter, især Botanisk Have, samt med mange udenlandske institutioner.

1. Eksperimentel systematik

1.1 Triticaceae-projektet (byg m.v.)

Der er udførligt gjort rede for dette projekt i Årbog 1984 og tidligere. En del af virksomheden foregår idag i samarbejde med Institutionen för Kulturväxternas Genetik och Förädling, Sveriges Lantbruksuniversitet i Svalöv (R. v. Bothmer), Landbohøjskolens Botaniske Institut (N. Jacobsen) og Landbrugsafdelingen ved Forsøgsanlæg Risø (R. B. Jørgensen).

1.1.1 Ved Botanisk Laboratorium har Signe Frederiksen stort set afsluttet krydsningsforsøgene mellem *Taeniatherum* og flerårige repræsentanter for andre slægter i Triticaceae. Krydsningsevnen er ganske ringe; 164 forsøg fordelt på 7 slægter og 27 arter eller cytotyper har kun resulteret i 6 hybridplanter, der nu er ved at blive nærmere undersøgt. De repræsenterer krydsninger med 3 forskellige slægter. En række krydsnings-

forsøg mellem de slægter, der består af enårige arter er blevet startet.

1.1.2 I forbindelse med projektet har Ole Seberg foretaget en indsamlingsrejse i det sydlige Argentina (Patagonien, Tierra del Fuego) i januar-februar med henblik på indsamling af arter af *Elymus* (marehalm), *Agropyron* (kvik) m.v. P.g. af et biluheld blev resultatet af denne ekspedition ringere end forventet. Det indsamlede materiale er, sammen med materiale fremskaffet via udenlandske kontakter, indgået i et krydsningsprogram, der er startet på Risø Landbrugsafdeling i efteråret 1986. En herbarietaxonomisk undersøgelse af de sydamerikanske arter af *Agropyron* (kvik) er nær sin afslutning. Tillige er foretaget en kritisk undersøgelse af den teoretiske baggrund for genóm-analyse. Med støtte fra det svenske Regnell-stipendium (bevilling til R. v. Bothmer) vil Seberg foretage en ekspedition til Argentina og Chile i foråret 1987 med henblik på indsamling af *Hordeum* (byg), *Elymus* (marehalm) og *Agropyron* (kvik).

1.2 Den tropiske rodfrugtslægt *Pachyrrhizus* (»jambønne«, ærteblomstfamilien)

Projektets formål er at belyse slægten *Pachyrrhizus*' potentiale som en højtydende rodfrugtafgrøde i den tredje verden ved etablering af arts hybrider og/eller forbedrede kultivarer. Undersøgelser af arternes slægtsskabsforhold, evolution m.v. er fortsat. Spirings- og vækstundersøgelser af materiale indsamlet i Mellem- og Sydamerika i 1985 er foretaget; der er udført krydsningsforsøg, kromosomanalyser og pollenfertilitetsundersøgelser, samt analyser af jordprøver fra lokaliteterne. Der modtages fortsat nyt materiale fra landbrugsinstitutioner og universiteter i området. Projektet bekostes af EF-midler (Marten Sørensen, projektledere O. Stølen og N. Jacobsen, KVL, O. Hamann, ISB).

1.3 Arktiske og alpine arter af slægten *Festuca* (svingel) samt danske græssers cytotyper

Igangværende undersøgelser (se Årbog 1985 og tidligere) er fortsat (Signe Frederiksen).

1.4 Makaronesiens flora

Fortsættelse og foreløbig afslutning af igangværende undersøgelser. Et manuskript omhandlende bl.a. taxonomi, udbredelse, resultater fra dyrkningsforsøg og kromosommorfologi hos en række karplanter fra de Kanariske Øer er færdiggjort og antaget til trykning. Yderligere er en artikel om taxonomi, plantegeografi og kromosomtal hos bl.a. 37 endemiske arter fra Madeira blevet publiceret. De nye iagttagelser bekræfter teorien om en lav grad af polyploiditet hos makaronesiske endemer (Vilhelm Dalgaard).

1.5 *Grækenlands flora*

I forbindelse med det græske bjergfloraprojekt og andre arbejder med græsk flora (se nedenfor) er de cytota-
xonomiske undersøgelser blevet videreført. Et stort
antal arter bliver fortsat dyrket i forsøgsmarken i Tå-
strup og på forsøgsstenhøjen i Botanisk Have (Arne
Strid, Per Hartvig, Knud Ib Christensen m.fl.).

1.6 *Carex muricata gruppen (star-slægten)*

I løbet af forsommeren er et større antal fixeringer af
blomsterstande på hybridpopulationer foretaget. Ma-
terialet skal anvendes til undersøgelser af meiosefor-
holdene hos hybrider mellem forskellige kromoso-
malt racer. Resultaterne skal belyse om og i hvilken
grad apogamiske reproduktionssystemer fremkom-
mer i forbindelse med hybridisering (Per Hartvig).

2. *Taxonomi, floristik og plantegeografi*

2.1 *Grækenlands og Tyrkiets flora*

2.1.1 Bind 1 af Mountain Flora of Greece (Cambrid-
ge University Press, xxx + 822 pp.) er udkommet i be-
gyndelsen af året; noget over halvdelen af teksten er
skrevet af medarbejdere ved instituttet (Knud Ib
Christensen, Søren Grøntved Christiansen, Per Hart-
vig, Arne Strid) og næsten samtlige illustrationer er
udført af kunstmaler Bent Johnsen. For at markere
udgivelsen er afholdt en velbesøgt udstilling d. 23.4.-
21.5. i Botanisk Haves udstillingslokale (bag palme-
huset) med bl.a. originalillustrationer og levende
planter. Bogen er også blevet præsenteret ved et sym-
posium om mediterranean flora i Istanbul d. 9.-14.9. Ar-
bejdet med manuskripter m.v. til det andet og afslut-
tende bind er i fuld gang; vigtige familier der behan-
dles af medarbejdere i København er Lamiaceae (Claus
Baden), Campanulaceae, Cyperaceae m.fl. (Per Hart-
vig) samt Boraginaceae og dele af Asteraceae, Poaceae
m.fl. (Arne Strid).

2.1.2 Der er produceret en rapport på 107 sider baseret
på hovedfagsekskursionen til bjergområder i Nordgræ-
kenland i juli 1985 (jfr. Årbog 1985). En større artikel af
Per Hartvig og Arne Strid om nye arter m.v. indsamlet i
bjergområder i det sydlige Tyrkiet sommeren 1984 er
under trykning. Per Hartvig har afsluttet en detaljeret
undersøgelse af *Thymus teucrioides* gruppen (læbe-
blomstfamilien) og manuskriptet er antaget til publice-
ring. Knud Ib Christensen har påbegyndt en biosyste-
matisk undersøgelse af slægten *Crataegus* (hvidtjørn)
på Balkan Halvøen, samt bearbejdelse af en række
vedplantefamilier til Flora Hellenica.

2.1.3 En tyrkisk gæsteforsker, Dr. Mehmet Güven
Görk fra universitetet i Izmir opholder sig ved institut-
tet i ca. 9 måneder fra 15.9. (stipendium under den
dansk-tyrkiske kulturaftale). Han arbejder med en
taxonomisk revision af tyrkiske arter af *Aubrieta*. An-

dre gæster i løbet af året har været Dr. Kit Tan (Edin-
burgh) 23.-29.1., prof. Sven Snogerup (Lund) 8.4.,
prof. Clara Heyn (Jerusalem) 11.-15.4., fil. kand. Ani-
ta Andersson (Lund) 21.-22.7. og Dr. Karl Peter Butt-
ler (Frankfurt) 7.-15.8.

2.1.4 Knud Ib Christensen og Kirsten Bruhn Møller
har foretaget en rejse i Grækenland i perioden 23.7.-
15.9. specielt med henblik på indsamling af *Crataegus*
og andre vedplanter. Arne Strid har opholdt sig på
Kreta d. 24.-31.5. og på Peloponnes d. 9.-16.11. for
feltarbejde og indsamling samt i Athen d. 30.8.-7.9. for
arbejde ved Goulandris Natural History Museum.

2.1.5 Planerne for Flora Hellenica (jfr. Årbog 1985)
har taget fast form. Model til en database er udarbej-
det, og arbejdet med registrering m.v. vil blive startet i
begyndelsen af 1987. Fra SNF og Carlsbergfondet er
der modtaget bevillinger til videnskabelig og teknisk
medhjælp, apparatur og rejser.

2.2 *Vestaustraliens flora*

Baseret på egne indsamlinger i 1982/83 er der publice-
ret to artikler med beskrivelser af nye arter. Arbejdet
med en taxonomisk revision af slægten *Hypocalymma*
(Myrtaceae) er fortsat (Arne Strid).

2.3 *Flora og vegetation i tropisk Afrika*

2.3.1 Ib Friis har fortsat en række undersøgelser over
flora og vegetation i Sudan, Etiopien og Somalia. Til
det andet Flora of Ethiopia symposium i Addis Ababa
er udarbejdet et indlæg om zonationen i skovvegetati-
onen i Bale regionen i Syd-Etiopien. En afhandling
der opsummerer de vigtigste floristiske resultater af
indsamlingsrejser i det sydlige Etiopien i 1983 og
1984 er under trykning. Udarbejdelsen af en checklist
over floraen på Imatong Mountains i det sydlige Sudan,
samt studier af skovfloraen i det sydlige Somalia
er fortsat.

2.3.2 I forbindelse med Flora of Ethiopia symposiet i
Addis Ababa har Friis i okt.-nov. sammen med Dr.
R. Bonnefille, Marseilles, gennemført indsamlinger af
pollenprøver fra de sydvestetiopiske skove med hen-
blik på at belyse områdets skovhistorie. Endvidere er
der gennemført en indsamlingsrejse i Eritrea. Fra
Carlsbergfondet er der modtaget midler til en ekspedi-
tion til Somalia i foråret 1987.

2.4 *Familien Urticaceae*

I samarbejde med C. M. Wilmot-Dear har Ib Friis
gennemført en revision af tribus *Forsskaoleae* i Urtica-
ceae (nælde-familien), der hovedsageligt forekommer
i tropisk Afrika og Asien; i manuskriptet foreslås en ny
slægtsinddeling baseret på en fortolkning af de meget
reducerede blomsterlignende strukturer. En revision
af materiale fra det sydlige Afrika hidtil henført til

slægten *Parietaria* er publiceret. Manuskripter over *Urticaceae* til regionale floraværker (*Flora Zambesica*, *Flora of Southern Africa*, *Flora of Tropical East Africa*) er under trykning resp. færdiggørelse. En revision af den store slægt *Pilea* er fortsat; et manuskript om arterne i Afrika er under færdiggørelse.

2.5 *Flora og vegetation på Galápagos-øerne*

Se Årbog 1984 og tidligere for beskrivelse af dette projekt. Da Ole Hamann p.t. har orlov for at bestride en stilling som Plants Officer ved World Conservation Centre i Gland, Schweiz, er aktiviteten i øjeblikket beskeden.

2.6 *Tribus Mutisieae (kurvblomst-familien)*

Herbariemateriale og i et vist omfang dyrkede planter danner grundlaget for undersøgelsen. Lysmikroskopiske og især elektronmikroskopiske undersøgelser af pollen og andre strukturer er foretaget med henblik på en forbedret slægtsinddeling. Der vil blive forsøgt anvendt kladistisk analyse og vikariansteori. Projektet omfatter også hortikulturelle aspekter (samarbejde med Zahin Seed, Alphen aan den Rijn, Holland, der besøgte i foråret). Den vigtige prydblomstslægt *Gerbera*'s dyrkningshistorie er ved at blive belyst (Hans V. Hansen).

2.7 *Slægten Crataegus (hvidtjørn)*

En taxonomisk revision af *Crataegus* sect. *Azaroli*, sect. *Oxyacanthae* og sect. *Pentagynae* baseret på et meget stort herbariemateriale og egne indsamlinger er indledt (Knud Ib Christensen).

2.8 *De enkimbladedes systematik og fylogeni*

2.8.1 Videreførelse af en generel behandling af *Orchidaceae* (orkidé-familien, ca. 40% af arterne af enkimbladede) for et moderne standardværk om familier af karplanter (*Families and Genera of Flowering Plants*) (Finn N. Rasmussen).

2.8.2 En numerisk-fylogenetisk analyse af de enkimbladedes familier er fortsat. Der bruges computer-programmerne PAUP og PHYLIP (Finn N. Rasmussen, Ole Seberg).

2.8.3 Arbejdet med klassifikation og evolution i *Orchidaceae* er fortsat, især med morfologisk-anatomiske undersøgelser af blomstens udvikling (ontogenese) i underfamilierne *Epidendroideae* og *Vandoideae* (Finn N. Rasmussen).

2.8.4 I forbindelse hermed er der udført pilotforsøg med henblik på dyrkning af blomsterknopper *in vitro*, d.v.s. under sterile forhold på særligt dyrkningsmedium. Der er modtaget en bevilling fra Carlsbergfondet til aflønning af laborant i 9 måneder i 1987 (Finn N. Rasmussen, Hanne Rasmussen).

2.8.5 Bearbejdning af indsamlet materiale fra Thailand og Etiopien er videreført og en undersøgelse af bestøvningsbiologiske forhold hos en art i slægten *Dendrobium* er afsluttet (Finn N. Rasmussen sammen med Gösta Kjellsson, Inst. f. økologisk Botanik).

2.8.6 I forbindelse med orkidé-projektet har Joyce Stewart, Royal Botanic Gardens Kew, opholdt sig ved instituttet d. 1.-4.6.

2.9 *Fennoskandiske og grønlandske levermosser*

2.9.1 Under vejledning af Kell Damsholt har tegner Annette Pagh (lønnet af SNF) i slutningen af året færdiggjort de godt 300 tavler til en planlagt nyudgivelse af »Illustrated Moss Flora of Fennoscandia. I. Hepaticae«. Udarbejdelsen af manuskript er påbegyndt og skønnes at vare 1-2 år.

2.9.2 Projektet »The Hepaticae of South Greenland« er fortsat stillet i bero, da arbejdet med de nordiske levermosser kræver al den tid der er til rådighed. Prof. R. M. Schuster, Univ. of Massachusetts, har påtaget sig publiceringen af de taxonomiske resultater i det grønlandske materiale.

2.10 *Slægten Sphagnum (tørvemos) i det nordatlantiske område*

2.10.1 Bodil Lange har fortsat sine arbejder over udbredelse, taxonomi og sociabilitet i slægten *Sphagnum*, såvel i Danmark som i de ekstremt atlantiske områder. *Sphagnum*-problemer i sidstnævnte områder er blevet yderligere belyst ved supplerende indsamlinger på Azorerne i febr. og i dec. 1986; således er alle øgrupper nu inddraget i undersøgelsen. En revision af *Sphagnum*-arterne på Færøerne er påbegyndt med henblik på en bryologisk flora over området (samarbejde med Jette Lewinsky og Dorte F. Boesen, Botanisk Museum). Bodil Lange har endvidere bistået svenske kolleger med analyse af *Sphagnum*-vegetation på Gotland.

2.10.2 Undersøgelsen af *Sphagnum*-arternes parasitiske og saprofytiske storsvampes artstilknytning fortsættes (Bodil og Morten Lange).

2.11 *Pollenanalyse og kvartær florahistorie*

Svend Thorkild Andersen (statsgeolog ved DGU) har i en årrække været knyttet til instituttet som ekstern lektor. P.g.a. besparelser er bevillingen hertil bortfaldet i 1986, med STA vil fortsat vejlede evt. specialestuderende i faget.

3. *Nomenklatur og historisk botanik*

Arbejdet med udgivelsen af de botaniske studier foretaget under James Bruce's rejse til Etiopien i 1769-71 er næsten afsluttet. Et manuskript er færdigredigeret og sendt til trykning (Ib Friis).

Redaktionsvirksomhed og lignende:

Ib Friis: Medlem af redaktionskomiteerne for *Nordic Journal of Botany* og *Flora of Ethiopia*. Medlem af International Committee for Botanical Nomenclature, Section for Spermatophyta. Medlem af Videnskabeligt udvalg under Verdensnaturfondens danske afdeling. Medlem af Det naturvidenskabelige Fakultetsråd.

Ole Hamann: Vice-president and Secretary for Europe in the Charles Darwin Foundation for the Galápagos Islands. Medlem af Verdensnaturfondens videnskabelige udvalg. P.t. ansat som Plants Officer ved World Conservation Centre i Gland, Schweiz.

Finn N. Rasmussen: Project reviewer for National Science Foundation, USA. Medlem af Board of Reviewers for *Lindleyana*. Medlem af Orchid Specialist Group of the Species Survival Commission, IUCN. Redaktør af *Orchidaceae for Families and Genera of Flowering Plants*.

Arne Strid: Redaktør for *Mountain Flora of Greece* og sekretær for *Flora Hellenica* projektet. Medlem af redaktionskomiteerne for *Atlas Florae Europaeae*, *Webbia* og *OPTIMA Newsletters*.

Rejser, gæsteforelæsninger m.v.:

Knud Ib Christensen: Rejse til Grækenland i perioden 29.7.-15.9. med henblik på indsamling af *Crataegus* og andre vedplanter.

Kell Damsholt: Deltagelse i Nordisk Bryologisk Forenings årsmøde og kongres i Dalsland, Sverige, i august.

Ib Friis: Ophold ved Royal Botanic Gardens, Kew, London, i juli-august. Rejse til Etiopien i forbindelse med det andet *Flora of Ethiopia* symposium i oktober-november; i denne forbindelse gæsteforelæsninger ved universiteterne i Addis Ababa og Asmara.

Hans V. Hansen: Ophold ved Göteborgs Universitet d. 7.-11.4., Alphen aan den Rijn og Rijksmuseum i Leiden d. 27.-31.5. og Kew Gardens, London, d. 1.-8.6.

Bodil Lange: Indsamling af *Spagnum* på Azorerne: Pico og Fayal d. 22.1.-7.2., Terceira og Flores d. 5.-19.12.

Ole Seberg: Indsamlingsrejse i det sydlige Argentina i forbindelse med *Triticeae*-projektet i januar-februar.

Arne Strid: Foredrag for Naturhistorisk Forening i Århus d. 25.2. Censor på specialeeksamen ved Aarhus Univ. d. 18.4. Feltarbejde på Kreta d. 24.-31.5. og på Peloponnes d. 9.-16.11. Arbejde ved Goulandris Natural History Museum i Athen d. 30.8.-7.9. Deltagelse i 5th *OPTIMA* symposium i Istanbul og efterfølgende ekskursion d. 8.-18.9. Forelæsninger ved universitetet i Krákov, Polen, og ekskursion i Tatra bjergene d. 2.-10.7. Besøg i London d. 12.-14.12. i forbindelse med oprettelse af database til *Flora Hellenica*.

Marten Sørensen: Deltagelse i et symposium i tropobotanik i Utrecht, Holland, d. 28.9.-3.10.

Gæster:

Dr. Birgitta Bremer og intendent Kåre Bremer fra Stockholm har holdt foredrag d. 16.10. resp. 26.11. Se iøvrigt under de forskellige forskningsprojekter.

Publikationer:

Andersen, T.F., Johansen, B.: *Rodskud hos orkideer*. Orkideer 9, s. 161-63, Danmark 1986.

Christensen, K.I.: *Gymnospermae (Pinaceae, cupressaceae, Taxaceae, Ephedraceae)*. *Mountain Flora of Greece*, Vol. 1, Arne Strid, s. 38-50, Cambridge 1986.

Christiansen, S.G.: *Vascular cryptogams*. *Mountain Flora of Greece*, Vol. 1, Arne Strid, s. 11-37, Cambridge 1986.

-, Nielsen, H.: *Projekt Heder og Overdrev*. *Urt* 1986, 2, s. 36-38. København 1986.

Dalgaard, V.: *Chromosome numbers in flowering plants from Madeira*. *Willdenowia* 16, s. 221-40, Berlin 1986.

Damsholt, K.: Bemærkninger til og illustrationer af nogle nordiske arter af slægten *Cephalozia* (SPRUC.) SCHIFFN. *Mossornas Vänner* 27, s. 9-29, Göteborg 1986.

-, Hallingbäck, T.: Släktet *Riccia* (rosettmossor) i Fennoscandia. *Svensk Bot.Tidskr.* Vol.80, s. 245-70, Stockholm 1986.

-, Lophozia (*Leiocolea*) *bantriensis* (Hook.) Steph. Artskarakteristika og relationer til nærtstående taxa. *Mossornas Vänner* 28, s. 25-30, Göteborg 1986.

-, Om 4 i Norden sjælden eller nye *Lophozia*-arter. *Mossornas Vänner* 29, s. 23-31, Göteborg 1986.

Frederiksen, S., Friis, I., Rasmussen, F.N.: *Kormofytternes udvikling*. København 1986, 1-94 s.

-, Revision of *Taeniatherum* (Poaceae). *Nordic Journal of Botany* 6, s. 389-97, København 1986.

Frederiksen, S., Bothmer, R.v.: *Relationships in Taeniatherum (Poaceae)*. *Canadian Journal of Botany* 64, s. 2343-47, Ottawa 1986.

Friis, I., Field, D., Gilbert, M.G.: A new species of *Kanahia* (Asclepiadaceae) with reconsideration of the genus. *Nordic Journal of Botany* 6, s. 787-92, København 1986.

Friis, I.: Proposal to revise ICBN (International Code of Botanical Nomenclature) no. 94: Proposal to replace Art. 42.2 with a new art. 42.2 and Art. 42.3. *Taxon* 35, s. 400-03, Utrecht 1986.

-, Jeffrey, C.: Proposal to revise ICBN (International Code of Botanical Nomenclature) no. 93: The problem of non-binary species names in works published after 1 May 1753, with a proposal to amend the ICBN. *Taxon* 35, s. 397-400, Utrecht 1986.

-, Rafinesque's *Valentiana volubilis* and the early bo-

- tanical collections from Ethiopia. *Taxon* 35, s. 358-61, Utrecht 1986.
- : Two new taxa and a new combination in the Urticaceae for the Flora Zambesiaca. *Boletim da Sociedade Broteriana* 58, s. 201-14, Coimbra 1986.
 - , Gilbert, M.G.: Variations in *Macaranga capensis* (Euphorbiaceae). *Kew Bulletin* 41, s. 68, London 1986.
 - , Green, P.S.: *Olea capensis* (Oleaceae) in north-east and east tropical Africa. *Kew Bulletin* 41, s. 36, London 1986.
 - , Hansen, H.V.: Fremtidens medicin gemmer sig i regnskoven. *Illustreret Videnskab* 11, s. 34-39, 79, København 1986.
 - : The typification and identity of three species of *Parietaria* L. (Urticaceae), ostensibly described from South Africa. *Taxon* 35, s. 701-05, Utrecht 1986.
- Hamann, O., Wium-Andersen, S.: *Scalesia gordilloi* sp. nov. (Asteraceae) from the Galapagos Islands, Ecuador. *Nordic Journal of Botany* 6, s. 35-38, København 1986.
- : The El Nino influence on the Galapagos Vegetation. *El Nino en las Islas Galapagos el evento de 1982-1983*, Fundación Charles Darwin Para Las Islas Galapagos, s. 299-330, Quito, Ecuador 1986.
 - : The plants programme: What has it done? Where is it going? *Species* 7, s. 14-16, Schweiz 1986.
 - , Wium-Andersen, S.: *Scalesia gordilloi*, a new Galapagos plant species. *Noticias de Galapagos* 44, s. 13-14, Ongar, Essex 1986.
- Hansen, G.R.: Ærtetrøffel-et sjældent (og grimt) syn. *Svampe* 13, s. 5, København 1986.
- Hansen, H.V.: Danske kurvblomster. *Natur lommekalenderen* 87 12. årgang, s. 221-35, København 1986.
- Hartvig, P.: Linaceae. Mountain flora of Greece, Arne Strid, s. 553-65, Cambridge 1986.
- : Apiaceae (Umbelliferae). Mountain flora of Greece, Arne Strid, s. 655-735, Cambridge 1986.
 - : Brassicaceae Tribus Alyssoideae. Mountain flora of Greece, Arne Strid, s. 275-308, Cambridge 1986.
- Heide-Jørgensen, H.S.: Kødædende planter. I. Indledning. *Faldgrubefælder. Naturens Verden* 3, s. 81-102, København 1986.
- Joel, D.M., Heide-Jørgensen, H.S.: Ultrastructure and development of the pitcher epithelium of *Sarracenia*. *Israel Journal of Botany* Vol. 34, s. 331-49, Jerusalem 1985.
- Johansen, B., Rasmussen, H., Andersen, T.F.: Symbiotisk orchideformerme – en "ny" metode. *Urt* 10, s. 99-104, Danmark 1986.
- Kjellsson, G., Rasmussen, F.N., Dupuy, D.: Pollination of *Dendrobium unguiculatum*, *Cymbidium insignis* (Orchidaceae) and *Rhododendron Lyi* (Ericaceae) by *Bombus eximius* (Apidae) in Thailand: a possible case of floral mimicry. *Journal of Tropical Ecology* 1, s. 289-302, Cambridge 1986.
- Nielsen, H.: Skærmaks og Hanespore – ukrudt på vej til Danmark? *Urt* 1, s. 26-30, København 1986.
- , Ugelvig, J.: Dansk Arum. *Urt* 1986/3, s. 81-85, København 1986.
- Ousted, S.: Distribution maps of *Uebelina* Hochst. (1841). *Distributiones Plantarum Africanarum* 28, s. 925-33, Bruxelles 1986.
- Rasmussen, F.N.: *Fribus Vandee. Orchideer Særhæfte* 1985, s. 4-17, København 1986.
- : On the various Contrivances by which pollinia are attached to viscidia. *Lindleyana* 1, s. 21-32, Hanover, New Hampshire 1986.
 - : Ontogeny and Phylogeny in Orchidaceae. *Lindleyana* 1, s. 114-24, Hanover, New Hampshire 1986.
- Rasmussen, H.: Epidermal differentiation during leaf development in *Anemarrhena asphodeloides*. *Canadian Journal of Botany* 64, s. 1277-85, Canada 1986.
- : Pattern formation and cell interactions in epidermal development of *Anemarrhena asphodeloides* (Liliaceae). *Nordic Journal of Botany* 6, s. 467-77, Danmark 1986.
 - : The vegetative architecture of orchids. *Lindleyana* 1, s. 42-50, Florida 1986.
 - : An aspect of orchid anatomy and adaptationism. *Lindleyana* 1, s. 102-07, Florida 1986.
- Seberg, O.: New information on Ferdinand J. H. Mueller's early taxonomic papers (1854-1856). *Taxon* 35, s. 262-71, Lawrence, Kansas 1986.
- : *Schoenoides*, a new genus of Cyperaceae from Tasmania. *Willdenowia* 16, s. 181-86, Vestberlin 1986.
 - : A critique of the theory and methods of panbiogeography. *Systematic Zoology* 35, s. 369-80, Washington 1986.
- Strid, A.: *Adonis cyllenea* (Ranunculaceae) and *Helichrysum taenari* (Asteraceae) rediscovered in Peloponnisos. *Annales Musei Goulandris* 7, s. 221-31, Kifissia, Athen 1986.
- : Mountain Flora of Greece. Cambridge, England 1986, 852 s.
 - : New species of *Leucopogon* and *Conostephium* (Eupacridaceae) from SW Australia. *Willdenowia* 16, s. 169-80, Vestberlin 1986.
 - : The mountain flora of Greece with special reference to the Anatolian element. *Proceedings of the Royal Society of Edinburgh* 89B, s. 59-68, Edinburgh 1986.
 - : Chromosome number reports. *Taxon* 35, s. 901-2, Utrecht 1986.
- Sørensen, M., Stølen, O.: Jamsbønne – en undervurderet tropisk afgrøde. *Ugeskrift for jordbrug*, 13, s. 387-92. 1986.
- Wium-Andersen, S., Hamann, O.: *Manglares De Las Islas Galapagos*. *Revista Geografica* 23, s. 101-22, Quito, Ecuador 1986.

Arne Strid

5. Institut for Sporeplanter

Historie:

Institut for Sporeplanter oprettedes formelt i 1959, da der i forbindelse med færdiggørelse af en nybygning til de biologiske fag ved universitetet skete en delvis udflytning fra det da 70 år gamle botaniske laboratorium i Gothersgade 140, hvilket muliggjorde generelt betydeligt forbedrede forhold for en række biologiske discipliner. Institut for Sporeplanter rådede over kælderlokalerne i Gothersgade 140 indtil 1969, hvor instituttet flyttede til renoverede lokaler i Øster Farimagsgade fløjen af den gamle Polytekniske Læreanstalt.

Instituttet er opdelt i hhv. algeafdelingen (med feltstation i Frederikshavn) og svampeafdelingen.

Stab:

VIP: Antal årsværk: 14.

Professor: M. Lange.

Lektorer: T. Christensen (indtil 1.5.86), H. Dissing, L. Hansen, Aa. Kristiansen, J. Kristiansen, Ø. Moestrup, H. Nielsen, R. Nielsen, L. W. Olson, P. M. Pedersen, U. Søchting, H. A. Thomsen.

Seniorstipendiat: J. Larsen.

Kandidatstipendiat: Søren Rosendahl.

TAP: Antal årsværk: 6,7.

Stab: E. M. Andersen, L. Christiansen, G. B. Hansen, L. T. Haukrogh, R. Bruus Jakobsen, A-G. Kreiborg, E. Levin, E. Nielsen, K. Pedersen, D. Thye-Petersen. Herudover til hjælp med glasvask: L. Andersen, R. Persson.

Forskningsvirksomhed:

Instituttets forskningsområde omfatter alger, svampe og visse protozoer. Inden for disse grupper arbejdes der især med finstrukturelle, taksonomiske, biokemiske, økologiske og biogeografiske projekter.

1. Algeafdelingen

Algeafdelingens forskning omfatter en lang række projekter indenfor såvel marine og brakvandsalger som ferskvandsalger. Mange af projekterne er centreret om instituttets faciliteter til dyrkning af alger, andre om det elektronmikroskopiske og lysmikroskopiske udstyr (inkl. video), som muliggør detaljerede studier ved høje forstørrelser (høj opløsningsevne).

Kulturfaciliteterne anvendes dels til vækststudier af alger under forskellige lys- og temperaturforhold, dels vedligeholdes og udbygges en stor kultursamling af renkulturer til forskning og undervisning. Afdelingens studier er marint plankton omfatter materiale indsamlet på en række lokaliteter i ind- og udland (spec. Østersøen, Roskilde Fjord, Isefjorden, Andamanerhavet, Weddell Sea, U.S.A.'s vestkyst, Australien, Fiji) med sigte på at opnå en større viden om organis-

mernes udbredelse, finstruktur, taksonomi og evt. toxicitet overfor dyr og mennesker. Studier af ferskvandsplankton omfatter gualgers ultrastruktur, taksonomi, biogeografi og økologi (anvendelse som indikatorer).

Afdelingens studier af benthiske alger omfatter kulturstudier af brunalger, gualger, og grønalger, hovedsagelig til belysning af disses livscyklus, taksonomi, geografiske udbredelse og økologi. En lang række isolater er i årets løb etableret dels fra Danmark, dels fra lokaliteter i udlandet: Den indre Østersø, de Kanariske Øer, det østlige Stillehav, New Zealand. Endvidere følges masseforekomsten af brunalgen *Ectocarpus siliculosus* (fedtmøg) i Køge Bugt området, hvor denne alge voldker betydelige gener for badelivet i Køge Bugt Strandpark.

En række projekter er påbegyndt vedr. forsuring af udvalgte danske søer, idet sedimentlagene undersøges for rester af kiselalger og gualger. Forekomsten af disse kan forventes at give oplysning om, hvorvidt ændringer i surhedsgraden har fundet sted i de pågældende søer.

1.1 Lavere planter og dyrs (protisters) finstruktur

Undersøgelser er igang omfattende såvel marine som ferskvandsformer. Formålet er detaljeret at undersøge de pågældende formers finstruktur, idet denne for mange arters vedkommende er delvis eller helt ukendt. Elektronmikroskopiske undersøgelser kombineret med lysmikroskopi med høj opløsningsevne giver mulighed for en næsten ubegrænset række forskellige projekter vedrørende disse organismer, omfattende cytologi, fylogeni, taksonomi m.m. Projekterne omfatter i øjeblikket tillige visse toksiske former, som formodes eller vides at kunne være årsag til fiskedød og muslingeforgiftning, spec. furealgen *Gonyaulax excavata* samt silicoflagellaten *Distephanus speculum*.

Mange af undersøgelserne er baseret på materiale, som er isoleret og holdes i renkultur under anvendelse af instituttets kulturfaciliteter. Andre kulturer er tilsendt fra kolleger, spec. fra England, Norge og Australien. Mange af projekterne er derfor fælles projekter med de pågældende personer, hvor indsatsen her fra instituttet er elektronmikroskopien og fortolkningen heraf.

Som et delprojekt kan nævnes at undersøgelser af finstrukturen af lavere dyr (protozoer) og planter (alger, svampe) har understreget, at den nuværende opdeling i planter og dyr er kunstig. Et af projekterne er derfor et bidrag til konstruktion af et mere naturligt klassifikationssystem, omfattende såvel de lavere planter som dyr (Ø. Moestrup, H. A. Thomsen, J. Kristiansen).

1.2 Kulturstudier og registrering af marine grønalger indenfor gruppen *Chaetophoraceae*

Rendyrkning af chaetophoraceer, omfattende materiale fra en lang række lokaliteter i ind- og udland, er

fortsat og udvidet. Materialet omfatter nu ca. 700 isolater. I 1986 er færdiggjort undersøgelser af skalborende chaetophoraceer samlet i New Zealand. Endvidere er en række epi- og endofytter hos den økonomisk vigtige carragentang isoleret (R. Nielsen).

1.3 *Ectocarpus siliculosus* – »fedtmøg«

Ved feltundersøgelser kortlægges udbredelsen af »fedtmøg« i Køge Bugt. »Fedtmøg« udgøres hovedsageligt af brunalgen *Ectocarpus siliculosus*. Denne alges reaktion på forskellige kårfaktorer undersøges ved kulturforsøg. Affaktorer som behandles ved forsøgene kan nævnes temperatur og lysintensitet samt næringsstofferne N og P (P. M. Pedersen, Aa. Kristiansen).

1.4 Kulturstudier af marine benthiske brunalger

1.4.1 Kloner af *Scytosiphon lomentaria* (hovedsagelig fra DK) og *S. complanatus* (fra Grønland) dyrkes på en temperaturgradientplade for at fastslå klonale variationer overfor temperaturen (Aa. Kristiansen, P. M. Pedersen).

1.4.2 Endvidere er etableret renkulturer af en lang række marine brunalger, hovedsagelig fra Vancouverområdet, men tillige fra de Kanariske Øer, med det formål at undersøge arternes livscyklus, da denne i mange tilfælde er ukendt (P. M. Pedersen).

1.5 Flagellater fra det vestlige Stillehavsområde

I forbindelse med 1½ års ophold ved University of Melbourne er foretaget en lang række undersøgelser af marine furealger i Bass Strait og tilgrænsende områder. De pågældende (såkaldt nøgne) furealger er de fleste steder i verden meget dårligt undersøgt, og der er i Bass Strait – Port Phillip Bay fundet 54 arter, hvoraf godt halvdelen er ubeskrevne. En art, *Gymnodinium nagasakiense*, forekom i stor mængde, hvilket er af interesse, idet den i Japan forårsager fiskedød i meget stor målestok. Den er ikke før konstateret i Australien. I forbindelse med opholdet i Australien er foretaget indsamlinger af interstitielle flagellater (d.v.s. flagellater som lever mellem sandskorn) fra tropiske områder i Stillehavet, og et overvældende antal arter er fundet (ca. 150), hvoraf igen mere end halvdelen er helt ukendte (J. Larsen).

1.6 Kiselalger, gualger og forsuring

Som en del af et større projekt udføres en undersøgelse af sedimenter i nogle forsuringstruede midtjyske søer (Grane Langsø, Hundsø og Kalgård Sø). Boreprøver af sedimenter undersøges dels for kiselalgeskaller, dels for kiseliskæl fra gualger. Ud fra de konstaterede algesamfund kan surhedsgraden af søerne i de forskellige tidsperioder afledes og en eventuel forsuring konstateres (H. Nielsen, J. Kristiansen). Tilsvarende undersøgelser foretages af sedimentet i Grib sø. En undersøgelse

af raphidophyceen *Gonyostomum semens* udbredelse i Danmark, i mulig relation til forskningen, er påbegyndt (J. Kristiansen).

2. Svampeafdelingen

En stor del af afdelingens projekter omfatter såvel felt- som laboratorieundersøgelser. Ved alle igangværende projekter er en artsbestemmelse af materialet en nødvendig forudsætning for at opnå et tilfredsstillende resultat.

Ved bestemmelserne anvendes foruden anatomisk-mikroskopiske og biokemiske karakterer, scanning-elektronmikroskopi, mikrokemiske analyser ved kromatografi samt dyrkningsforsøg med krydsningsanalyser.

I forbindelse med overflytning af Dr. L. W. Olson fra Genetisk Institut til Institut for Sporeplanter 1.1.86 er påbegyndt en lang række eksperimentelle undersøgelser af akvatiske fykomyceer, et forskningsområde som ikke tidligere har været dyrket på instituttet. Institutets forskningsområder dækker herefter de fleste større systematiske grupper af svampe.

2.1 *Basidiomyceters* (stilksporesvamper) økologi, systematik og biogeografi

2.1.1 Græsmarksvampes afhængighed af kvælstoftilførsel og nedbør er genstand for en 10-årig undersøgelse på Statens Planteværns forsøgsparceller. Forsøget ventes afsluttet i 1987 eller 1988 (M. Lange).

2.1.2 Svampevæksten på faldne bøgestammer undersøges i Strødamreservatet, specielt med hensyn til arternes succession. En delrapport er publiceret i 1986. Undersøgelsen fortsættes (M. Lange).

2.1.3 Storsvampefloraens afhængighed af træart og jordbund analyseres i det fortløbende forsøgsvæsens 13 forsøgsarealer med 12 træarter. Der er påvist store forskelle på mykorrhizaarternes forekomst og afhængighed af træart og jordbund. Undersøgelsen vil blive udvidet i 1987 til at omfatte yngre forsøgsarealer med løvtræer (M. Lange).

2.1.4 Sphagnum-svampes geografiske udbredelse og forhold til værtsslægtens arter. Der er indsamlet et betydeligt materiale fra Danmark, fra arktiske områder og fra ekstreme atlantiske lokaliteter. I 1986 er der indsamlet talrige kollektioner fra Azorerne (M. Lange).

2.1.5 Arktiske gasteromyceters systematik og geografiske udbredelse. – Der arbejdes med slægterne *Calvatia* og *Lycoperdon* (M. Lange).

2.1.6 Den tiltagende interesse for svampe som nærings- og nydelsesmiddel har nødvendiggjort en om-

fattende baggrundsforskning ikke mindst i giftvirkninger. Der er samlet forskningsresultater på området, der muliggør en konsulentvirksomhed til støtte for sundhedsvæsen og narko-politi såvel som for den interesserede offentlighed (M. Lange, H. Dissing, U. Söchting, L. Hansen).

2.1.7 Undersøgelse af Danmarks poresvampe med særligt henblik på slægterne Polyporus s.str. og Daedaleopsis fortsætter (L. Hansen).

2.2 Lichener (laver)

2.2.1 Taxonomisk bearbejdelse af slægten Caloplaca. Slægten Caloplaca, hvoraf der i Skandinavien er kendt ca. 85 arter, rummer en række komplekser, der i taksonomisk henseende er dårligt forstået. Anvendelsen af nye anatomiske karakterer samt kemiske analyser af det meget komplekse anthraquinon-indhold vil gøre det muligt at nå frem til en mere præcis artsopfattelse (U. Söchting).

2.2.2 Danske lavheder. Der er i årets løb foretaget en statusopgørelse over lavhedernes tilstand i Vestjylland. Til vurdering af ændringer i lavhedernes tilstand er udlagt 100 permanente prøveflader fordelt på seks heder. Felterne er registreret fotografisk 2 gange i 1986, og der er foretaget bestemmelse af en lang række kemiske parametre i vegetationen og jordbunden. Projektet udføres i samarbejde med Ib Johnsen, Institut for økologisk Botanik, og Miljøstyrelsens Center for Jordøkologi (U. Söchting).

2.2.3 Effekten af SO₂, O₃ og NO₂ på rensdyrlaver undersøges i »åben top« kamre. I 1987 vil også hedeplantemykorrhiza blive inddraget. Projekt udføres i samarbejde med Ib Johnsen og laboratoriet på Riso (U. Söchting).

2.2.4 Rensdyrlaver som kvælstofmonitører. Der er foretaget analyser af rensdyrlavers optagelse af ammonium med henblik på at anvende laverne til især ammonium- og ammoniakmonitoring i felten. Projektet udføres i samarbejde med Ib Johnsen og Center for Jordøkologi (U. Söchting).

2.2.5 Slægten Caloplaca på Svalbard. Der er foretaget ca. 500 indsamlinger i 1986 og yderligere én feltsæson forventes (1987) (U. Söchting).

2.2.6 Nordnorges mikrolaver. Der leveres løbende bidrag til dette projekt, som ledes af Arve Elvebak, Tromsø (U. Söchting).

2.3 Ascomyceter (sæksporesvampe)

Operculate discomyceter fra arktisk-alpine lokaliteter. I fortsættelse af de seneste års studier af operculate discomyceter fra Alaska, arktisk Canada, Grønland,

Svalbard og Schweiz indsamledes i august i Finnmark, Norge.

Undersøgelserne i 1986 har i øvrigt været koncentreret om udvalgte discomyceters anatomi samt scanning fotografering af ascosporer (H. Dissing).

2.4 Mykorrhiza studier

2.4.1 Under ophold på Rothamstead Experimental Station, England, er påbegyndt en række eksperimentelle studier af mykorrhiza svampe. Det drejer sig dels om biokemisk og morfologisk karakteristik af de såkaldte VA mykorrhiza svampe, som størrelsmæssigt falder i flere grupper. Endvidere om anvendelse af måling af specifik enzymaktivitet til kvantificering af mykorrhizamængden på planterødder. Konkurrencen mellem 3 arter af VA mykorrhiza svampe hos porre undersøges ved studier af de artsspecifikke enzymer som findes hos de pågældende arter (S. Rosendahl).

2.4.2 Et andet projekt vedrørende mykorrhiza omfatter etablering af VA mykorrhiza på plasmid transformerede rod kulturer, er under forberedelse (L. W. Olson).

2.5 Akvatiske svampe

2.5.1 Udvalgelse af og screening af akvatiske svampe med henblik på isolering af arter, som anvender komplekse kulhydrater som eneste kulstofkilde (L. W. Olson).

2.5.2 Protein og isoenzymanalyse af Allomyces, Pythium og Phytophthora, med henblik på identifikation af ikke-sexuelle isolater (L. W. Olson).

2.5.3 Screening af marine svampe med »interessante« enzymatiske forhold (L. W. Olson).

2.5.4 Funktionen af mikrotubuli og actinfilamenter under zoosporedannelsen hos akvatiske svampe med henblik på bekæmpelse af akvatiske svampe (L. W. Olson).

2.5.6 Udvikling af selektions/screeningsmetode med henblik på fungicider mod Pythium og Phytophthora (L. W. Olson).

Anden virksomhed:

I forbindelse med universitetets årsfest 1986 udnævntes Tyge Christensen til æresdoktor ved Københavns Universitet for sin mangeårige indsats indenfor algeforskningen (fykologien) såvel i Danmark som internationalt.

M. Lange er formand for Energiministeriets rådgivende energiforskningsudvalg, samt for Nordisk Ministerråds Udvalg for energiforskning. M. Lange er tillige medlem af bestyrelsen for reservaterne Strødam og Allindelille.

Aa. Kristiansen er medlem af en projektgruppe i Fredningsstyrelsen med henblik på registrering og kortlægning af havbundens plante- og dyreliv.

T. Christensen er formand for den internationale nomenklaturkomité for alger.

J. Kristiansen er vicepræsident for the British Phycological Society.

Ø. Moestrup er medlem af bestyrelsen for the International Phycological Society.

Udgivervirksomhed m.v.:

M. Lange er hovedredaktør og styrelsesformand for Nordic Journal of Botany og Opera Botanica. J. Kristiansen er redaktør for algesektionen, L. Hansen er medredaktør af Nordic Macromycetes. Ø. Moestrup er medredaktør af Phycologia, udgivet af the International Phycological Society. J. Kristiansen er medlem af redaktionskomiteerne for hhv. Archiv für Protistenkunde og Algological Studies.

Gæster:

Dr. Juan Carrera, University of Nova Scotia, Halifax opholdt sig ved feltstationen i Frederikshavn 2.5-9.6 for at arbejde med marine endofytiske grønalger s.m. Ruth Nielsen.

Professor J. Pommerville, Texas A & M University, besøgte instituttet i aug.-sept. for at fortsætte samarbejdet med L. W. Olson vedr. eksperimentelle studier af svampeslægten Allomyces.

Rejser:

S. Rosendahl opholdt sig maj-dec. ved Soil Microbiology Department, Rothamstead Experimental Station, England, for at arbejde med VA-mykorrhiza.

H. A. Thomsen deltog feb.-april i Ameriez II ekspeditionen til the Weddell Sea for at indsamle antarktiske nanoplanktonorganismer.

H. Dissing foretog rejse til Finnmark i august for s.m. S. Sivertsen, Trondheim, og A. Bujakiewicz at indsamle operculate discomyceter.

J. Larsen opholdt sig ved Botany School, University of Melbourne okt. 1985-dec. 1986 for at arbejde med marine furealger.

J. Kristiansen deltog med foredrag i 1) Annual meeting of the British Phycological Society, Bristol, 2) Symposium on flagellates in freshwater systems, Lammi, Finland, 3) 6th International IAP Workshop, Mondsee, Østrig. J. Kristiansen holdt i november gæsteforelæsninger ved Department of Botany, Nanjing University og Wuhan Institute of Botany, Kina, efter indbydelse fra Academia Sinica.

L. W. Olson deltog med foredrag i 51st Annual Meeting of the Mycological Society of America, Amherst, 10-14 august.

Publikationer:

Alstrup, V., Søchting, U.: Lichens from East Finn-

mark. *Graphis Scripta* 1, s. 11-13, København 1986.

Asmund, B., Kristiansen, J.: The genus *Mallomonas* (Chrysophyceae). A taxonomic survey based on the ultrastructure of silica scales and bristles. *Opera Botanica* 85, s. 1-128, København 1986.

Beech, P.L., Moestrup, Ø.: Light and electron microscopical observations on the heterotrophic protist *Thaumatomastix salina* comb. nov. (Syn. *Chrysosphaerella salina*) and its allies. *Nordic Journal of Botany* 6, s. 865-77, København 1986.

Christensen, S.N.: Floristic notes from Denmark. *Graphis scripta* 1, s. 27-28, København 1986.

—: The lichen flora on willows at lake banks in the Copenhagen built up area. *Graphis scripta* 1, s. 7-11, København 1986.

—, Johnsen, I., Søchting, U.: Vegetationen på heder i Ringkjøbing Amt med specielt henblik på laver. *Ringkjøbing* 1986, 66 s.

Christensen, T.: Typification of the British salt- and brackish-water species of *Vaucheria* (Tribophyceae). *British phycological Journal* 21, s. 275-80, London 1986.

Christensen, T.: On the identity of *Vaucheria submarina* auct. (Tribophyceae). *British phycological Journal* 21, s. 19-23, London 1986.

—: Observations on *Vaucheria* sect. *Heeringia* (Tribophyceae), including *V. incurva* sp. nov. *Archiv für Protistenkunde* 132, s. 277-85, Jena 1986.

Dissing, H.: *Smardaea purpurea* (Pezizales), another new species from Graubünden, Switzerland. *Sydowia, Annales Mycologici Ser. II Vol. 38*, s. 35-40, Horn, Østrig 1986.

Kaas, H., Koch, C., Pedersen, P.M.: *Fedtmøg i Køge Bugt. 2. Laboratorieundersøgelser* (Rapport til Hovedstadsrådet). Københavns Universitet 1986, 43 s.

Kristiansen, J.: Gunnar Nygaard: A guiding influence on paleolimnological research. *Diatoms and Lake Acidity*, J. P. Smol, R.W. Battarbee, R. B. Davis, J. Meriläinen (red.), s. 1-3, Dordrecht 1986.

—: Identification, ecology, and distribution of silica-scale-bearing Chrysophyceae, a critical approach. *Chrysophytes: Aspects and Problems*, J. Kristiansen, R.A. Andersen (red.), s. 229-239, New York 1986.

Kristiansen, J.: In Memoriam: Berit Asmund (1904-1985). *Phycologia* 25, s. 266-67, Oxford 1986.

—: The ultrastructural bases of Chrysophyte systematics and phylogeny. *CRC Critical Reviews in Plant Sciences* 4, s. 149-211, Boca Raton, Florida 1986.

—, Andersen, R.A.: Redaktion af: *Chrysophytes: Aspects and Problems*. New York 1986, 337 s.

—: Phytoplankton in eutrophic lakes – community structure and succession. *Carbon Dynamics in Eutrophic, Temperate Lakes*, B. Riemann, M. Søndergaard (red.), s. 28-40, Amsterdam 1986.

- : Silica-scale bearing Chrysophytes as environmental indicators. *British Phycological Journal* 21, s. 425-36, London 1986.
- : A note on the Second International Phycological Congress, Copenhagen 1985. *Archiv für Protistenkunde* 131, s. 308, Jena 1986.
- Lange, M.: Svampefloraen på bøgestammer. *Svampe* 13, s. 38-41, København 1986.
- Moestrup, Ø.: Second International Phycological Congress. Report to the International Phycological Society. *Phycologia* 25, s. 412-13, Oxford 1986.
- , Thomsen, H.A.: Ultrastructure and reconstruction of the flagellar apparatus in Chrysochromulina apheles sp. nov. (Prymnesiophyceae = Haptophyceae). *Can. J. Bot.* 64, s. 593-610, Ottawa 1986.
- Nielsen, R., McLachlan, J.: Investigation of the marine algae of Nova Scotia. XVI The occurrence of small green algae. *Can. J. Bot.* 64, s. 808-14, Canada 1986.
- : Vinteralger. *Dansk Natur Dansk Skole Årsskrift* 85, s. 19-44, København 1986.
- , McLachlan, J.: *Acrochaete marchantiae* comb. nov. and *Trichothyra irregularis* gen. et sp. nov. with notes on other species of small filamentous green algae from St. Lucia (West Indies). *Nord J. Bot.* 6, s. 515-24, København 1986.
- , McLachlan, J.: A Re-evaluation of *Tellamia contorta* and *T. intricata* (Chlorophyta). *Br. phycol. J.* 21, s. 281-86, England 1986.
- Olson, L.W.: Genetic studies of the Chytridiomycetes – past, present and future. *Mycological Society of America Newsletter* 37, s. 38, Carbondale, Illinois 1986.
- Pedersen, S.M., Beech, P.L., Thomsen, H.A.: *Parapedinella reticulata* gen. et sp. nov. (Chrysophyceae) from Danish waters. *Nord. J. Bot.* 6, s. 507-13, København 1986.
- Sewall, T., Olson, L., Lange, L., Pommerville, J.: The effect of monensin on gametogenesis and zoosporegenesis in the aquatic fungus *Allomyces macrogyrus*. *Protoplasma* 133, s. 120-39, Wien 1986.
- Søchting, U., Alstrup, V.: Lichens from Northern Norway. *Graphis Scripta* 1, s. 42-48, København 1986.
- Walne, P.L., Moestrup, Ø., Norris, R.E., Ettl, H.: Light and electron microscopical studies of *Eutrep tiella eupharyngea* sp. nov. (Euglenophyceae) from Danish and American waters. *Phycologia* 25, s. 109-26, Oxford 1986.
- Zahka, G.: Samliv og samspil i køkkenhaven. *Haven* 1986, s. 584-86, Frederiksberg 1986.

Øjvind Moestrup

6. Institut for økologisk Botanik

Historie:

Samtidig med oprettelsen af Institut for systematisk Botanik pr. 1/4-1959 blev der ved dette institut indrettet en økologisk afdeling med lokaler i den nye bygning i Botanisk Have fra samme dato. Adressen var Gøttersgade 140.

Fra 13/11-1968 fik Økologisk Afdeling status af selvstændigt institut, under navnet Institut for økologisk Botanik, med lokaler og adresse som hidtil.

Pr. 1/9-1972 flyttede instituttet til nye lokaler i Øster Farimagsgade 2 D.

Ved oprettelsen af Økologisk Afdeling bestod den videnskabelige stab af én afdelingsleder. I løbet af perioden indtil 1/1-1974 voksede staben til én professor og 5 lektorer. Siden 1/6-1980 har professorstillingen været vakant. – I de seneste år er der igen sket en forøgelse af den videnskabelige stab, dels pr. 1/1-1985 med 2 faste stillinger som følge af reallokeringerne indenfor Botanisk Centralinstitut, dels pr. 1/7-1986 med en adjunkt under forskerrekutteringsordningen.

Instituttet har i de senere år modtaget betydelige økonomiske midler udefra, som har gjort det muligt at gennemføre en række omfattende undersøgelser, grundvidenskabelige såvel som mere anvendelsesorienterede.

Stab:

VIP: Antal årsværk: 8,5.

Lektorer: H. Adersen, F.E. Eckardt, I. Johnsen, P. Milan Petersen, M. Philipp, H. Tybjerg, P. Vestergaard.

Adjunkt: H. Ro Poulsen.

Kandidatstipendiat: G. Kjellsson.

TAP: Antal årsværk: 5,3.

M. Bjørk, S. Danbæk, R. Bruus Jakobsen, K. Bach Jensen, C. Jørgensen, K. Larsen, S. Aa. Svendsen.

Forskningsvirksomhed:

Instituttets arbejde omfatter undersøgelser over de terrestriske økosystemers struktur, funktion og dynamik i relation til omverdensfaktorerne, herunder menneskets påvirkning og udnyttelse.

Kendskab til plantedækkets produktion, vandholdning og stofoptagelse og plantepopulationernes dynamik, og de faktorer, der indvirker herpå, er nødvendigt for forståelsen af andre økologiske problemstillinger, såsom plantearternes udbredelse og spredning, ændringer i vegetationens sammensætning i tid og rum, og plantedækkets reaktion på belastninger af forskellig art, herunder luftforurening.

Undersøgelser inden for de nævnte områder udgør den grundvidenskabelige baggrund for løsningen af praktiske problemer i forbindelse med luft- og jord-

bundsforurening, samt naturforvaltning og naturpleje. I det forløbne år har instituttets forskning inden for de nævnte områder omfattet følgende emnekredse:

1. *Plantedækkets fotosyntese*

Mange måldata fra de i 1976-85 i Grønland udførte undersøgelser over solenergien og den fotosyntetiske produktion er løbende under bearbejdning og publikation. Et nyt forskningsprojekt er under udarbejdelse med henblik på at øge kendskabet til bøgens (*Fagus silvatica*) fotosyntese under forskellige omverdensbetingelser. Det udgør en naturlig fortsættelse af tilsvarende undersøgelser udført på mediterrane planter i Sydfrankrig og på arktiske planter i Grønland, og er i det væsentligste baseret på samme måleteknik. Foreløbig er udstyr, der tidligere har været anvendt i Grønland, blevet ombygget, og omfatter i øjeblikket et klimatiseret plantekammer til måling af CO₂-udvekslingen hos store grene i felten. Det nye projekt er integreret i European Science Foundations (ESF) Forest Ecosystem Research Network (FERN). F. E. Eckardt har således deltaget i flere møder på europæisk plan, hvor ESF-programmet er blevet tilrettelagt, og har iøvrigt som medlem af FERN's monitoring group bidraget til at gøre danske forskere bekendt med programmet (F. E. Eckardt).

2. *Populationsbiologiske undersøgelser*

2.1 Fortsatte undersøgelser over livshistorie, reproduktiv kapacitet og populationsstruktur hos *Geranium sessiliflorum*. Efter at have fulgt samtlige individer i et antal faste prøveflader i felten gennem et helt år haves nu tal for den størrelsesspecifikke overlevelse og dødelighed. Disse tal er under bearbejdelse, med henblik på opstilling af en model for populationsudvikling (M. Philipp).

2.2 Lokal populationsdifferentiering i populationer af Engelskræs (*Armeria maritima*). Hyppigheden af individer med hårede hhv. glatte blomsterskafter (og altså frekvensen af de allele gener, der bestemmer denne karakter) benyttes til at undersøge, hvor store afstande der skal til for at opretholde allelfrekvensforskelle mellem populationer på trods af pollen- og frøspredning (M. Philipp, i samarbejde med H. E. Svart Madsen).

2.3 »Mate choice« hos *Geranium sessiliflorum* og Engelskræs (*Armeria maritima*). Ud fra kendskabet til genetikken bag synlige morfologiske egenskaber undersøges ved krydsningseksperimenter, hvorvidt der sker en udvælgelse af de pollen-korn, der indgår i det modne frø, f.eks. om der foregår konkurrence mellem pollenrør under væksten gennem griffelen og/eller der ved abortering af bestemte frøanlæg sker en udvælgelse (M. Philipp).

2.4 En undersøgelse over frøenes skæbne hos populationer af Pille-Star (*Carex pilulifera*) er fortsat. Overlevelsen af planter spiret i 1980 er fulgt, og materiale fra to kortlagte populationer er statistisk bearbejdet for at teste forskellige modeller for spredningen af myrespredte arter. Et manuskript er under udarbejdelse (G. Kjellsson).

2.5 I forbindelse med en demografisk studie af seksuel formering kontra vegetativ spredning og deres betydning for populationsstrukturen hos Skovsyre (*Oxalis acetosella*) er for 120 afmærkede rhizomer i en population registreret antal blade, kleistogame og chasmogame blomster, samt frugtsætning i løbet af sæsonen. Undersøgelser over energiallokering til blomster, frø, blade og rhizomer er udført. Forsøg over spredningsafstande er foretaget, og in situ-undersøgelser over kimplanteskæbne i relation til spredning og vegetativ predation er indledt (G. Kjellsson).

2.6 For en række arter med ektozoisk spredning (dyrespredning): Alm. Steffensurt, Skovmærke, Eng- og Feber-Nellikero, Sanikel og Hvas Randfrø (*Circaea lutetiana*, *Galium odoratum*, *Geum rivale*, *G. urbanum*, *Sanicula europaea* og *Torilis japonica*), er der foretaget forsøg over spredningseffektiviteten ved brug af attrapper med forskellige skind- og stofoverflader. Der er undersøgt på- og afhæftning af frø i relation til højde af spredningsvektor og vegetation. Endvidere er undersøgt påsætning og spredning af frøene som funktion af frøtæthed og afstand. Målinger til belysning af frugtstandsmorfologiens betydning er indledt, og generelle modeller for ektozoisk spredning er under udarbejdelse (G. Kjellsson).

2.7 En undersøgelse over relativ allokering hos juvenile (unge) planter i relation til livshistoriestrategi. For en række skovplanter er der i løbet af sæsonen udført prøver repræsenterende forskellige livsstadier fra kimplante til juvenil plante. For hver prøve er målt størrelsen af individerne og den relative allokering af tørstof til kimblade, løvblade, stængel og rødsystem. De undersøgte vækstforhold sættes i relation til forskellige træk ved arternes livshistoriestrategi, såsom reproduktiv kapacitet, frøstørrelse, livsform, livsvareghed, biotoppræference m.m. Målet er, på dette grundlag, at finde generelle vækststrategier for de tidlige stadier i planternes liv (G. Kjellsson).

2.8 Fænologi og tørstofallokering i relation til vækstperiodens længde, hos Hvid Anemone (*Anemone nemorosa*). I en bestand af Hvid Anemone i en bøgeskov i Brødskov ved Hillerød er i perioden april-juni 1986 taget ugentlige prøver, og tørvægten af rhizomer, stængler, blade og blomster samt bladareal pr. arealenhed bestemt, foruden antallet af frø pr. blomst. Endvidere er påbegyndt et forsøg til belysning af betydning

gen af rhizomets størrelse for størrelsen af de overjordiske skud og produktionen det følgende år. I 1986 var perioden fra anemonernes udspring til bogens udspring ekstremt kort, og undersøgelserne vil blive gentaget i 1987 (P. Milan Petersen, M. Philipp).

2.9 En undersøgelse af frøfald hos urteagtige skovplanter. For at teste egne modeller over frøfaldets forløb i relation til spredningsform, specielt myrespredning, er data foreløbig indsamlet for følgende arter: Finger-Star, Bleg Star, Fugle-Star, Nikkende Flitteraks, Håret Frytle, Liden Lærkespore og Krat-Fladbælg (*Carex digitata*, *C. pallescens*, *C. ornithopoda*, *Melica nutans*, *Luzula Pilosa*, *Corydalis pumila*, *Lathyrus montanus*) (G. Kjellsson).

2.10 Ager-Padderok's (*Equisetum arvense*) fænologi og økologi i området omkring Godhavn i Grønland. Ager-Padderok forekommer i dette område i en lang række forskellige vegetationstyper, fra tidligt udsmedede urtelier, over pilekrat og fugtige dværgbuskheder, til flydejordssamfund og sent udsmedede snelejer. I overensstemmelse hermed udviser arten en betydelig variation m.h.t. fænologi, morfologi, skudtæthed, biomasse m.m.. Under et ophold på universitetets Arktiske Station i forbindelse med kursus i Arktisk Biologi i juli-august måned er der indsamlet prøver af Ager-Padderok i forskellige vegetationstyper, og størrelsesfordelingen af de overjordiske skud, samt forholdet generative: Vegetative skud beskrevet. Foruden disse prøver er hjembragt opgravede hele planter, med henblik på en morfologisk beskrivelse, samt jordprøver (P. Milan Petersen).

2.11 Den yderst sjældne art Brændeskærm (*Cnidium dubium*) undersøges i en bestand på Vestmager. For at belyse populationens dynamik er alle individer på 4 permanente prøveflader registreret og målt hver sensommer siden 1981. Etablering af nye individer noteres, og hvert enkelt individs vækst, tilbagefald eller død konstateres, hvorved det bliver muligt at gøre rede for de forskellige størrelses- og aldersklassers skæbne og chance for at nå frem til blomstring og frøsætning, som afslutter individets liv (H. Tybjerg).

3. Successionsundersøgelser

3.1 Et manuskript omfattende resultaterne af 6 års successionsundersøgelser på opgaven landbrugsjord på øen Vorsø i Horsens fjord er under udarbejdelse (H. Adersen, i samarbejde med H. P. Lorenzen, Center for Jordøkologi).

3.2 Undersøgelserne over vegetationsudviklingen i to drænedes moser, ved Glumsø og ved Jyderup, påbegyndt i henholdsvis 1979 og 1981, er fortsat, idet der i

1986 ligesom i de foregående år er foretaget en analyse af vegetationen i juli måned (P. Milan Petersen, i samarbejde med A. B. Hald, Center for Jordøkologi).

3.3 Fortsatte undersøgelser i Maglemose i Grib Skov. Til belysning af de drivende kræfter i vegetationsudviklingen på mosen er undersøgelsen af hjortevildtets indflydelse på opvæksten af birk fortsat, og nærmere undersøgelser af Blåtop's (*Molinia caerulea*) populationsdynamik, af dyrevekslernes betydning for spredning og etablering af planter, og af kvælstofomsætningen på mosen påbegyndt (P. Milan Petersen).

4. Vegetation og økologi på strandenge

4.1 En regional undersøgelse af vegetationen på sydøstdanske strandenge i relation til omverdensfaktorer. I undersøgelsen indgår 20 lokaliteter, der repræsenterer et bredt spektrum med hensyn til hydrografi, geomorfologi, jordbundsforhold og kulturpåvirkning. I perioden 1982-85 er på lokaliteterne udført kortlægning af vegetationen og undersøgelser af jordbunden, herunder laboratorieanalyser af jordbundsfysiske og -kemiske faktorer. Ialt er analyseret 283 vegetationsafdelinger og 755 jordprøver. I 1986 er fremskaffet detaljerede oplysninger hos lodsejerne og i arkiver om landbrugsmæssig drift m.v. på lokaliteterne. Disse oplysninger er – med økonomisk støtte fra Fredningsstyrelsen – EDB-behandlet og indgår i to rapporter, én omhandlende ejerforhold og landbrugsmæssig drift på lokaliteterne, og én omhandlende vegetationen i relation til landbrugsmæssig drift (P. Vestergaard).

4.2 En undersøgelse af høslæts indflydelse på vegetationens struktur i forskellige strandengssamfund. På Ølseماغle Revle i Køge Bugt er udlagt 8 parceller, hvor vegetationen i perioden 1979-85 hvert år i august måned er blevet analyseret og derefter afslået med le. I 1986 er samtlige parceller blevet analyseret, og de parceller, hvor vegetationen endnu ikke har stabiliseret sig, er blevet slået (P. Vestergaard).

4.3 En undersøgelse af strandengssamfunds relation til salinitet og hydrologi. På en række punkter på to udvalgte lokaliteter er i perioden december 1984 til december 1985 målt variationen i grundvandsstand og taget prøver af overfladevand og jordvand. Disse prøver, samt supplerende jordprøver, er blevet analyseret, og resultaterne sammenholdes med vandstandsdata og meteorologiske data for undersøgelsesperioden (P. Vestergaard).

5. Økologisk-botaniske undersøgelser på Galápagos-øerne

Projektet er startet under H. Adsensens ansættelse som UNESCO-ekspert i »plant ecology« i 1974 på Charles Darwin Research Station. Under senere ophold i 1977, 1984 og 1985 er det udvidet til at omfatte

følgende: 1) Biogeografi, autokologi, evolution og taxonomi af Galápagos, deres struktur og fordeling; 3) Succession under uforstyrrede forhold, under indflydelse af indførte dyr og planter, efter indgreb mod indførte dyr og planter, samt efter brand; 4) Galápagosøernes øbiogeografi.

I 1986 er data og indsamlinger fra 1985-opholdet katalogiseret og bearbejdet. Flere taxa er nybeskrevne, og et større arbejde om øernes truede arter er udarbejdet. En samlet kommenteret checkliste er på redigeringsstadiet. Der er analyseret jordprøver fra en del af de permanente prøveflader, og successionsstudierne er udvidet med multispektraloftagelser fra satellitter. Der er publiceret foreløbige resultater over undersøgelser af floraens indhold af cyanophore arter (arter, der indeholder stoffer, der afgiver HCN) (H. Adersen).

6. Planter og luftforurening

6.1 På instituttet pågår en række projekter under denne overskrift. Sigtet med denne forskning er på den ene side at udvikle metoder dels til undersøgelse af luftforureningens påvirkning af plantelivet, dels til biologisk monitorering af luftkvalitet, og på den anden side at øge vor viden om vegetationens tilstand i Danmark som funktion af den varierende luftkvalitet. Studierne omfatter såvel undersøgelser over effekter af gasser og spormetaller på planter som analyser af stofkredsløb i landjords-økosystemer.

Som et led i et fælleseuropæisk projekt studeres effekterne af ozon, svovldioxid og nitrogendioxid på hvede, ært, rødgran og bøg gennem en femårig periode med henblik på opstilling af dosisresponse-relationer. Planterne eksponeres under naturlige forhold i »open top«-kamre til rensat luft, til aktuelt forekommende koncentrationer af luftforurening, og til forskellige kombinationer af forhøjede luftforureningskoncentrationer. Hvede og ært dyrkes hvert år som gentagne forsøg, mens træerne er de samme og følges gennem flere år.

Forsøgene foretages i samarbejde med Miljøstyrelsens Luftforureningslaboratorium på Risø, hvor en ny forsøgsfacilitet omfattende 30 kamre er under opbygning. Det forløbne år er der gennemført en række pilotforsøg parallelt med opbygning og indkøring af faciliteten. Disse omfatter undersøgelser af den intraspecifikke variation med hensyn til urter og træers reaktioner på luftforurening, således som den giver sig udtryk i vækstmønstre, næringsstatus, skadedyrsgreb m.v.

En række tidligere forsøg er afrapporteret i form af EF-rapporter o.l. Resultaterne fra disse er blevet forberedt for en samlet databehandling med henblik på den sammenfatning, der især skal belyse år til år variationer i afgrødeplanterets reaktioner på luftforurening (H. Ro-Poulsen, I. Johnsen, forskningsstipendiat Lisbeth Mortensen og erhvervsforsker Lars Moseholm, alle fra Institut for økologisk Botanik).

6.2 I 1985 påbegyndtes studier over den atmosfæriske kvælstof- og svovlsætnings betydning for næringsfattige vådområders økologi (højmoser, ekstremfattigkær). Projektet støttes af EF og foregår i samarbejde med Fredningsstyrelsen og Miljøstyrelsen. Arbejdet er fortsat gennem hele 1986, med udlægning af permanente prøveflader på lokaliteter i Danmark, Sverige, Tyskland, Holland, Wales og Irland, karakteristik og analyse af vegetationen i disse, og måling af bl.a. N og S i udvalgte puljer i jordbund og vegetation. Formålet med disse studier er at øge kendskabet til de nævnte økosystemers stofkredsløb og funktion iøvrigt, samt at udpege repræsentative faste prøveflader egnede til langsigtet overvågning af miljøkvalitet (I. Johnsen og amtsbiolog Aksel Voigt).

6.3 Endelig er i 1986 en undersøgelse vedrørende de danske lavheders økologi, herunder deres følsomhed over for og akkumulering af luftbårne stoffer, som kvælstofforbindelser og spormetaller, fortsat. 94 prøveflader i Ringkjøbing og Viborg amter er fotograferet, vegetationen er analyseret, og der er foretaget jordbundsanalyser. Hermed er projektets kortfristede del – en oversigt over de danske lavheders status – afsluttet og projektet fortsætter i en langfristet del, hvis formål er at skabe den nødvendige baggrund for en vurdering af udviklingstendenserne for de danske lavheder (I. Johnsen, i samarbejde med Ulrik Søchting, Institut for Sporeplanter).

6.4 Som samarbejdsprojekter med Hovedstadsrådet er gennemført en biologisk kortlægning af ozon med tobaksplanter, og påbegyndt en biologisk kortlægning af tungmetaller med laver, begge dele i Københavnsområdet (I. Johnsen).

6.5 I forbindelse med forskningen omkring planter og luftforurening er cand.scient. Lars Moseholm, Cowiconsult, blevet tilknyttet instituttet som erhvervsforsker i perioden 1.9.-86 – 29.2.-88.

7. Marginaljordsundersøgelser

Som led i Miljøministeriets udredningsarbejde omkring »Marginaljorder og miljøinteresser« er i samarbejde med Center for Jordøkologi udført følgende projekter:

7.1 En undersøgelse af vegetation og flora på opgivne tørre, sandede landbrugsarealer på Djursland (cand.scient. John Holst).

7.2 En undersøgelse af vegetationsudviklingen på ferske enge efter ophørt græsning, koncentreret omkring Tryggevejle Ådal (stud.scient. Anne Johannisson).

7.3 Desuden er i samarbejde med Fredningsstyrelsen udført en undersøgelse af vegetation og landbrugsdrift

på strandenge (jfr. afsnittet om Vegetation og økologi på Strandenge).

8. Andre emnekredse

8.1. Små bønderkove på Røsnæs. I 9 gamle skove – små rester af et oprindeligt større og mere sammenhængende, mindst 200 år gammelt skovområde – er analyserne af skovbundsvegetationen og beskrivelsen af trælaget afsluttet, og jordprøver analyseret for pH, ledningsevne, glødetab, total N og P, og svovlsyreopløseligt P (P. Milan Petersen).

8.2 En undersøgelse af vegetationsudviklingen på en oldtidshøj gennem 70 år er afsluttet. I materialet indgår vegetationsanalyser foretaget af C. Raunkjær i 1915, af A. Pedersen i 1945, samt egne analyser fra perioden 1969 – 1980 og 1985. Resultaterne er under sammenskrivning (P. Vestergaard, i samarbejde med A. Fox Maule, Botanisk Museum).

8.3 Licheners udbredelse i relation til substratsammensætning og mikroklima. Med henblik på at sammenligne det arktiske og det alpine mikroklima er der i efteråret 1985 opstillet to automatiske målestationer i de franske alper. Apparaterne har gennem hele 1986 hvert 30. minut registreret lys, totalindstråling og temperatur på voksesteder for lichenerne *Glypholecia scabra* og *Teloschistes contortuplicatus* (V. Alstrup).

8.4 Tungmetaltolerance hos urteagtige planter. Fire græsarter er indsamlet fra en bly-belastet lokalitet og en ikke-bly-belastet lokalitet. Transplanterne er under opformering, da der skal bruges klonet materiale til undersøgelsen, og der er gennemført et pilotforsøg (H. Tybjerg).

8.5 Færøernes flora i øbiogeografisk belysning. Et manuskript er under udarbejdelse sammen med H. Guldager Christiansen og E. Hansen (H. Adersen).

8.6 Undersøgelser over bestøvningsbiologiske forhold hos Thailandske orkideer er fortsat (G. Kjellson, i samarbejde med F. Rasmussen, Botanisk Laboratorium).

8.7 I forbindelse med den samlede udgivelse af TBU-kortene over karplanternes udbredelse i Danmark er afsnittene om Minerotrofe kær og våde enge, Kystvegetation, og Græsland og klit færdigskrevet, og manuskripterne indleveret til Opera Botanica (P. Milan Petersen, P. Vestergaard, under redaktion af Kjeld Hansen, KVL, og P. Vestergaard).

Anden virksomhed:

Instituttet har i 1986 været hjemsted for den faglige gruppe vedrørende laboratorieforsøg med planter un-

der PRF's program for koordinering af forskning i luftbåren forurening.

Ib Johnsen har været formand for Naturfredningsrådet.

Publikationer:

- Alstrup, V.: Lavkursus på Møn 29.11-1.12 1985. Urt 3, s. 92-93, København 1986.
- : Lavslægten *Peltigera* (Skjoldlav) i Danmark og på Færøerne. Flora og Fauna 92 (1), s. 21-29, Århus 1986.
- , Søchting, U.: Lichens from East Finnmark. *Graphis Scripta* 1, s. 11-13, København 1986.
- : Lichens from Björkliden, Northern Sweden. *Graphis Scripta* 1 (1), s. 3-6, København 1986.
- : Book review: J. W. Thomson: American arctic lichens I. Macrolichens. *Graphis Scripta* 1(2), s. 49-50, København 1986.
- : Contributions to the lichen flora of Greenland. *International Journal of Mycology and Lichenology* 3(1), s. 1-16, Berlin-Stuttgart 1986.
- Christensen, S.N., Johnsen, I., Søchting, U.: Vegetationen på heder i Ringkjøbing Amt med specielt henblik på laver. Ringkjøbing 1986, 66 s.
- Hansen, K., Vestergaard, P.: Initial establishment of vegetation in a man-made coastal area in Denmark. *Nordic Journal of Botany* 6, s. 479-95, København 1986.
- Holst, J.: En undersøgelse af vegetation og flora på opgivne tørre sandede landbrugsarealer på Djursland. Marginaljorder og miljøinteresser. København 1986, 184 s.
- Johannisson, A.: Vegetationsudvikling på ferske enge efter ophørt græsning. Marginaljorder og miljøinteresser. København 1986, 81 s.
- Johnsen, I.: Interaction between heavy metal accumulation and acid deposition in forests of Europe. Heavy Metals in the Environment, Proc. Internat. Conf. Heavy Metals, September 1985, Athen, T. D. Lekkas, s. 2, Edinburgh 1985.
- Kjellsson, G., Rasmussen, F.N., Dupuy, D.: Pollination of *Dendrobium unifundibulum*, *Cymbidium insignis* (Orchidaceae) and *Rhododendron L. yi* (Ericaceae) by *Bombus eximius* (Apidae) in Thailand: a possible case of floral mimicry. *Journal of Tropical Ecology* 1, s. 289-302, Cambridge 1986.
- Mortensen, L.: Følsomme planter. Forskningen og Samfundet 6, s. 2, København 1985.
- : Direkte effekter af gasformig luftforurening på planter. Miljøstyrelsens Luftforureningslaboratorium, MST-LUFT-F17, Miljøstyrelsen, s. 7, Risø 1985.
- : Effekter af O₃, SO₂ og NO₂ på planter. Miljøstyrelsens Luftforureningslaboratorium, MST-LUFT-F13, Miljøstyrelsen, s. 27, Risø 1985.
- Moseholm, L., Andersen, B., Johnsen, I.: Acid deposition and novel forest decline in central and northern Europe. Final report, Nordic Council of Mi-

- nisters, Nordic Council of Ministers, s. 91, København 1986.
- Petersen, P.M.: Ammoniak-svampe – en svampegruppe med en karakteristisk forekomst. Svampe 14, s. 52-53, København 1986.
- , Philipp, M.: Growth and reproduction of *Viscaria alpina* on Greenland soils with high and low copper concentrations. Arctic and Alpine Research Vol. 18, No. 1, s. 73-82, USA 1986.
- Philipp, M.: Reproductive biology of *Geranium sessiliflorum*. I. Flower and flowering biology. New Zealand Journal of Botany Vol. 23, s. 567-80, New Zealand 1985.
- Powlesland, M.H., Philipp, M., Lloyd, D.G.: Flowering and fruiting patterns of three species of *Melicytus* (Violaceae) in New Zealand. New Zealand Journal of Botany Vol. 23, s. 581-96, New Zealand 1985.
- Rasmussen, K., Jensen, A., Johnsen, I., Gissel-Nielsen, G.: Kvælstofmætningen i dansk landbrugsjord. 69 s. København 1986.
- Ro-Poulsen, H., Mortensen, J., Johnson, I.: Effects of ozone on some danish agronomic crops. The evaluation and assessment of the effects of photochemical oxida, Peringe Grennfelt, s. 177, Göteborg 1984.
- : Forsuring og markplanter. Urt 8.1, s. 21, København 1984.
- , Moschholm, L., Ramkær, K., Johnsen, I.: Miljøstyrelsens Forsuringsprojekt: Planteskader. København 1984, 75 s.
- : Luftforurenings påvirkning af vegetation og dyreliv. Luftforurening – en introduktion, Jes Fenger, s. 242, København 1985.
- , Mortensen, J., Johnsen, I.: Effects of O_3 , SO_2 and NO_2 on some common danish crop plants. EEC report (Contract no. 600 & 821), s. 47, København 1985.
- , Mortensen, L., Christensen, N.: Luftforurening med kvælstofoxider i Danmark. Udslip, niveauer og effekt. København 1985, 162 s.
- Søchting, U., Alstrup, V.: Lichens from Northern Norway. Graphis Scripta 1, s. 42-48, København 1986.
- Vestergaard, P.: Naturinteresser og marginaljorder. Urt 1, s. 5-10, København 1986.
- : Vegetationen på strandenge i sydøst-Danmark i relation til landbrugsmæssig drift og anden udnyttelse. I. Landbrugsmæssig drift på udvalgte strandengslokaliteter. – Marginaljorder og miljøinteresser. København 1986, 43 s.
- : Vegetationen på strandenge i sydøst-Danmark i relation til landbrugsmæssig drift og anden udnyttelse. II. Vegetation i relation til landbrugsdrift på udvalgte lokaliteter. – Marginaljorder og miljøinteresser. København 1986, 39 s.

Peter Milan Petersen

Geologi

1. Institut for almen Geologi

Historie:

Institut for almen Geologi blev med Konsistoriums tilladelse oprettet den 1. september 1967 i forbindelse med opdelingen af Universitetets mineralogisk-geologiske Institut og Mineralogisk Museum i fem administrative enheder med hver sin bestyrer, men med et fælles bestyrråd. Instituttets første bestyrer (1967-72) var Asger Berthelsen, der per 1. september 1966 havde efterfulgt A. Rosenkrantz som professor i geologi ved Københavns Universitet.

Institut for almen Geologi omfattede ved sin oprettelse afdelinger/laboratorier for grundfjeldsgeologi, tektonik og feltgeologi, for sedimentpetrografi og for anvendt geofysik. I 1968 etableredes laboratoriet for malm- og prospekteringsgeologi og i 1972 laboratoriet for fotogeologi. Efter instituttets overflytning fra Øster Voldgade 5-7 til Østervold 10 komplekset i foråret 1976 etableredes glacialgeologisk laboratorium, geokemisk laboratorium og sedimentpetrografisk laboratorium B (kemisk sedimentologi, 1980). Sideløbende hermed inddækkedes undervisningen i hydrogeologi og oliegeologi gennem eksterne lektorater. Institut for almen Geologi forestår ligeledes administrationen af den geologiske feltstation Gravgærde på Bornholm.

Under instituttets hidtidige funktionsperiode er fire af dets medarbejdere overgået til ansættelse som professor i ind- eller udland, 1 som direktør (GGU) og 3 som amtsgeolog. Doktorgraden er erhvervet af 1 og 7 har taget licentiatgraden.

Stab:

VIP: Antal årsværk: 15.

Professor: A. Berthelsen.

Lektorer: L. B. Clemmensen, O. Graversen, B. P. Hageskov, G. K. Pedersen, S. Pedersen, D. Postma, T. C. R. Pulvertaft, G. Schönharting, S. Sjørring, L. Skjernaa, H. Stendal.

Adjunkt: H. Thybo.

Forskningsstipendiater: M. Houmark-Nielsen, M. Marker, H. Olsen.

Kandidatstipendiat: A. O. Pratt.

Externe lektorer: L. J. Andersen, N. P. Christensen, H. C. Larsen, F. Surlyk.

TAP: Antal årsværk: 5,8.

P. Andersen, N. K. V. Christensen, B. V. Damgaard, P. E. Kroghave, R. Madsen, S. Lauge Petersen.

Forskningsvirksomhed:

Ved Institut for almen Geologi drives forskning inden for et bredt spektrum af almene, anvendte og teoreti-

ske discipliner indenfor geovidenskab. Disse kan groft inddeles i følgende emnekredse:

- 1) Strukturgeologi, grundfjeldsgeologi og tektonik.
- 2) Anvendt geofysik.
- 3) Isotopgeologi og aldersbestemmelse.
- 4) Malm- og prospekteringsgeologi.
- 5) Sedimentologi.
- 6) Glacialgeologi og strukturanalyse.

1. Strukturgeologi, grundfjeldsgeologi og tektonik

Forskningen inden for denne emnekreds har til formål at udrede de geologiske strukturer i jordskorpen og tolke deres dannelsesmåde og -alder. De undersøgte strukturer spænder i størrelse fra 100 km skala, over regionale strukturer af få kilometers størrelse til strukturer i meter til millimeter målestok og deformationsstrukturer som forekommer internt i bjergarternes mineralgarn.

Grundlaget for denne forskning er geologisk kortlægning med efterfølgende analyse af det kortlagte område. Denne analyse kan foruden strukturgeologiske undersøgelser også involvere petrologiske, geochemiske, isotopgeologiske samt undertiden geofysiske undersøgelser.

Regionale analyser baseret på kortlægning har ved instituttet traditionelt været centreret om det > 600 mill. år gamle krystallinske grundfjeld, men i de senere år er også undersøgelser af yngre bjergkæder så som de skandinaviske Kaledonider og Alperne kommet til. Fornylig påbegyndtes en undersøgelse af undergrundsstrukturer i Nordsøområdet baseret på geofysiske data. Som en særligt forskningsaktivitet under overskriften »tektonik« burde nævnes deltagelsen i det multidisciplinære Europæiske Geotraverse projekt.

1.1 Strukturgeologiske studier i de Nordlige Kalkalper, Østrig

Kortlægningen i de Nordlige Kalkalper omkring Gröden im Almtal, Østrig, fortsattes. Projektet udføres i samarbejde med Geologische Bundesanstalt, Wien, som har modtaget en rapport over den første fase af arbejdet (O. Graversen samt 3 specialestuderende).

1.2 Den strukturelle udvikling i en del af Central Graben-området, Nordsøen

I samarbejde med Dansk Olie- & Gasproduktion A/S (DOPAS, et datterselskab af D.O.N.G.), påbegyndtes i august en analyse af den strukturelle udvikling i Central Graben-området i den danske Nordsø- sektor. Dette sker som led i en efteruddannelse og etablering af et nyt forskningsområde ved instituttet (O. Graversen).

1.3 Nordbottenprojektet

Undersøgelser vedrørende modeller for dannelsen af »sheath«-folder er fortsat; undersøgelserne tager ud-

gang i eksempler fra Kaledoniderne i Nordbotten, Sverige. Teoretiske modeller for mulige dannelsesmåder for »sheath«- eller tubefolder er blevet opstillet, og det tidligere indsamlede materiale fra Grapesvareområdet, nordvest for Jäckvik, bearbejdes fortsat. Karteringen af Maddaive-området er afsluttet. Arbejdet er udført i samarbejde med Lunds Universitet og Sveriges geologiska Undersökning (L. Skjerna og en specialestuderende).

1.4 Rinkide-projekt

Mange års arbejde med geologien i området dækket af 1:100.000 kortbladene Marmorilik, Nügätsiaq og Pangnertôq i Vestgrønland, som begyndte sammen med afdøde G. Henderson, Grønlands geologiske Undersøgelse, blev afsluttet med aflevering af en memoir på 200 manuskriptsider til trykning i GGUs kortbladsbeskrivelsesserie. Områdets geologi er en fortsættelse af Foxe-foldebæltet, der strækker sig fra Melville halvøen i det nordlige Canada til østkysten af Baffin Island. Til trods for stor lighed mellem den strukturelle stilart mellem 71° og 72°30' i V-Grønland og strukturen i det centrale Baffin Island, er tolkningen af den strukturelle udvikling i de to områder forskellig. Mens det strukturelle mønster i central Baffin Island tolkes som resultatet af interferens imellem flere foldfaser, er den lignende strukturelle opbygning i V-Grønland tolket som dannet ved termal konvektion og den gravitative opdrift af et varmt og relativt let gnejsisk grundfjeld ind i den metasedimentære dækning (T. C. R. Pulvertaft).

1.5 Skorpeudviklingen inden for Kongsberg-Bamble-Østfold segmentet i det baltiske skjolds sveconorwegiske provins

Den prækambriske jordskorpe i Kongsberg-Bamble-Østfold segmentet i det baltiske skjolds sveconorwegiske provins, er hovedsagelig udviklet i perioden 1700-1200 mill. år siden. Under den sveconorwegiske bjergkædedannelse for 1200-850 mill. år siden, blev segmentets ældre skorpemateriale deformeret og metamorferet under amfibolit facies betingelser. Inden for projektet studeres den ældre bjergartsmasses udvikling såvel som den sveconorwegiske påvirkning af denne. I den ældre bjergartsmasse optræder en intens basisk gangsværm Kattsund-Koster gangsværmen – hvis udvikling, geokemi, petrologi og alder har været genstand for undersøgelser. Disse undersøgelser er hovedsageligt blevet afsluttet, og har resulteret i en større artikel som er under trykning. Det øvrige arbejde på denne gangsværm omtales i afsnit 3.2. Et afsluttende arbejde om den strukturelle opbygning og udvikling af skorpen i Østfold er påbegyndt (B. Hageskov).

1.6 Setesdalsprojektet

1.6.1 I Setesdal i det central Syd Norge har der i en år-række været foretaget geologiske undersøgelser med

henblik på at klarlægge karakteren og omfanget af en senproterozoisk magmatisk bjergartsprovins (ca. 1000 mill. år gammel), der er karakteriseret ved først og fremmest at omfatte bjergartskomplekser bestående af en granitisk og monzonitisk komponent. Undersøgelserne har for en stor dels vedkommende været feltrelateret i form af detaljeret kortlægning af magmatiske komplekser og mindre leger, fulgt op af strukturelle analyser og petrografiske, geokemiske og isotopgeologiske undersøgelser. Kortlægning i 1986 foregik inden for Høvrignsvatnkomplekset (S. Pedersen).

1.6.2 I forbindelse med Setesdalsprojektet udføres også en regional kortlægning med henblik på at etablere en kronologi inden for de prækambriske gnejser. Området betragtes som vigtigt ved studiet af det yngste Proterozoikum i Skandinavien (S. Pedersen, L. Skjerna og tre specialestuderende).

1.7 Den Europæiske Geotraverse

Den Europæiske Geotraverse (EGT) indtager en særstilling i instituttets forskning, idet det er et multidisciplinært geovidenskabeligt projekt, hvortil forskningsrådene og geoforskere i 14 vesteuropæiske lande bidrager. Projektet tjener til at udvide kendskabet til jordskorpen og den øvre kappes fysiske egenskaber og strukturer langs et bredt profil fra Nordskandinavien, gennem Danmark, Vesttyskland, Schweiz, Nord-Italien, Korsika-Sardinien, og Middelhavet til Tunis. Geotraversen omfatter skorpeområder af vidt forskellige geologisk alder, spændende fra 3000-2500 mill. år gammel skorpe i nord til 50-0 mill. år gammel skorpe i syd. Vigtige led i projektet er realiseringen af flere store dybseismiske felt eksperimenter og en samlet tolkning af alle foreliggende og nyindsamlede geofysiske og geologiske data. Herved bliver det muligt at vurdere, hvorvidt de skorpedannende og tektoniske processer har ændret sig gennem geologisk tid.

Planlægningen og koordinationen af projektet forestås af en videnskabelig styringsgruppe i European Science Foundation's (ESF) regie. I dette arbejde deltager fra instituttet A. Berthelsen (koordinator for det Nordlige EGT Segment og dermed medlem af styringsgruppen) og M. Marker (videnskabelig sekretær ved Det nordlige EGT Segment).

EGT-aktivitet i det forløbne år omfattede bl.a.:

1.7.1 Udarbejdelsen af en større afhandling (140 manuskriptsider plus figurer) om resultaterne fra EU-GEND-Syd projektet med 2000 km dybseismiske profiler i og omkring Danmark (A. Berthelsen, G. Schönharting, S. Gregersen (Geodætisk Institut), samt forskere fra Hamburg, Kiel, Lund og Uppsala).

1.7.2 Deltagelse i dybseismisk feltarbejde på det Centrale EGT Segment (Genua-Kiel) (H. Thybo samt 4 specialestuderende).

1.7.3 Integreret seimisk-geologisk tolkning af Polar Profilet (N-Finland og N-Norge) (M. Marker, A. Berthelsen og 2 specialestuderende).

1.7.4 Deltagelse i planlægningen af ILIHA-projektet (Iberisk Halvø), som forventes realiseret i forlængelse af det egentlige EGT projekt (G. Schönharting, H. Thybo).

1.8 Granulit-teknik: et studium af det Laplandske Granulitbæltets tektonik og den Proterozoiske Kola kollisions sutur

Projektet har til formål gennem en strukturgeologisk kortlægning og tektonisk analyse at udrede de tektoniske forhold i den øvre del af jordskorpen langs det dybseismiske Polar Profil, som led i den Europæiske Geotraverse (EGT). Projektet udføres i den nordligste del af det baltiske skjold i finsk Lapland og i tilgrænsende områder af Norge. Her undersøges den proterozoiske Kola kollisionssuturs tektoniske udvikling og dennes relation til den horizontale tektonik i det Laplandske Granulitbælte sydvest for suturen. Projektet er etableret for at give strukturgeologiske begrænsninger ved tolkningen af de seismiske data fra Polar Profilet, og omfatter tillige en undersøgelse af arkæisk kontra proterozois tektonik i regionen. Arbejdet i det forløbne år har i første række været rettet mod behandlingen af kortmateriale med henblik på den integrerede geofysiske-geologiske tolkning af Polar Profilet som blev foretaget under det 2. EGT Studie Center, der i november afholdtes i Espoo (v. Helsinki) i ESFs regi (M. Marker).

2. Anvendt geofysik

Laboratoriet har aktiviteter indenfor geoelektrisk sondering, malmprospektering med elektromagnetiske metoder og strukturel tolkning ved hjælp af gravimetriske, magnetiske og refleksions-/refraktionsseismiske metoder.

2.1 Ocean Drilling Program (ODP; ocean boreprogram)

Ocean Drilling Program (ODP) er et internationalt program, som har til formål at udvide kendskabet til oceanbund-sedimenter og oceanisk skorpe, samt at samle de mange informationer, som disse bjergarter rummer, om oceanernes udvikling, samt klimatiske, biologiske, havvandsgeokemiske og andre ændringer gennem senere geologisk tid. Videnskabsmænd fra de nationer, som finansierer boreskibstogterne, deler materialet efter aftaler, der tager hensyn til de enkelte nationers interessesfelter og kapacitet. Instituttets geofysiske laboratorium deltager i dette arbejde.

2.1.1 Sedimentprøver indsamlet ved Leg 104, Vøring-plateauet, blev undersøgt med hensyn til remanente magnetiske egenskaber, som er opstået under

polskifer i jordens magnetfelt. Der er allerede iagttaget en interessant sammenhæng mellem intensitetsfordeling, inklinations og den periode, der omfatter polskiftet (G. Schönharting, P. V. Sharma, Geofysisk Institut, KU).

2.1.2 Basaltprøverne fra boring 642E udgør den mest komplette vulkanske prøveserie, som nogensinde er indsamlet under ODP såvel som under det foregående Deep Sea Drilling Project (DSDP). Tolkningen af den magnetiske inklinations variation og sammenligningen med samtidige basalter i den nordatlantiske region forventes at give oplysninger om den første fase af havbundsspredning i Nordatlanten (G. Schönharting, N. Abrahamsen, Aarhus Universitet).

2.2 Troodos Ophiolit Projekt (ICRDG)

I dette internationalt koordinerede projekt blev de magnetiske og seismiske målinger færdiggjort fra dansk side. Tolkningen af repræsentative profiler af den opskudte oceaniske skorpe er langt fremme med henblik på præsentationen ved et internationalt symposium på Kypren. En mere udførlig beskrivelse af projektet findes i tidligere årbøger (G. Schönharting).

2.3 Seismisk modellering og databehandling

Anvendelse af syntetiske seismogrammer til geofysisk/geologisk modellering, samt udvikling af metoder her til. Der arbejdes med udviklingen af en ny metode til beregning af en-dimensionale syntetiske seismogrammer for modeller med vilkårlige lagtykkelser. Der er desuden blevet arbejdet med reflektivitets-metoden, hvor anvendelsesområder og nøjagtighed af resultater studeres. Endelig er der blevet arbejdet med studier af refleksionsseismikkens anvendelsesmuligheder ved kulprospektering, og et manuskript herom udarbejdet (H. Thybo).

3. Isotopgeologi og aldersbestemmelse

Isotopgeologiske undersøgelser og aldersbestemmelser udføres ved instituttet først og fremmest ved Rb-Sr metoden. Forskningen foregår især inden for to områder:

3.1 Datering i forbindelse med regionale geologiske undersøgelser

3.1.1 Østfoldområdet, S-Norge. Rb-Sr datering af deformerede og metamorfoserede plutoniske bjergarter fra den nordlige del af Østfold er påbegyndt (S. Pedersen, O. Graversen). Sammenskrivningen af resultaterne af Rb-Sr aldersbestemmelser på bjergarter og mineraler fra Iddefjord-batholiten er påbegyndt (S. Pedersen, S. Maaløe, Bergen).

3.1.2 De norske Kaledonider. Sammenskrivningen og tolkningen af Rb-Sr dateringer fra Mo i Rana er fortsat (S. Pedersen, O. Graversen, M. Marker). Sam-

menskrivningen af Rb-Sr og Sm-Nd data på basiske intrusive bjergarter fra Fongen-Hyllingen komplekset er afsluttet (S. Pedersen, R. Wilson (Århus) m.fl.).

3.2 Isotopanalyser med henblik på at afklare Sr-isotopers vandring under forskellige geologiske processer

3.2.1 Isotop- og grundstofvandring ved gangkontakter. En Rb-Sr undersøgelse af basiske gange fra Koster er afsluttet, og følges nu af en undersøgelse af Rb-Sr-systemet i sidestenene, således at omfanget af isotopvandring mellem gange og sidesten kan vurderes (S. Pedersen, B. Hageskov).

3.2.2 Isotopundersøgelser på lavaer fra Disko, V-Grønland. En undersøgelse, hvis formål var at vurdere graden af kontamination af tertiære lavaer fra Disko på grundlag af Sr-isotopanalyser, er afsluttet og et manuskript gjort trykkeklart (S. Pedersen, A. K. Pedersen, Geologisk Museum).

4. Malm- og prospekteringsgeologi

Den malmgeologiske forskning undersøger mineralforekomsters dannelse. Dannelsesprocesserne tolkes ud fra kortlægning af forekomster, samt petrografiske, strukturelle og geokemiske undersøgelser. Forskningen af disse processer skal skabe grundlag for at finde nye forekomster inden for alle geologiske tidsaldr. Efterøgning (prospektering) af nye mineralske råstoffer sker ved hjælp af geologiske, geokemiske og geofysiske metoder.

4.1 Wolframprojekt, Nordland, Norge

Feltundersøgelser af wolframberigede områder i Bodø-Glomfjord provinsen er foretaget sommeren 1986. Undersøgelserne omfatter detailkortlægning af et område omkring Laksådalvatnet, hvor kalkholdige skifre, zoizitbjergarter og kvartsårer alle indeholder wolframmineralet scheelit. Tidligere har området været genstand for økonomisk brydning af molybdæn. Feltarbejdet har desuden omfattet regionale rekognosceringer til klarlæggelsen af wolframs udbredelse. En af teorierne er nemlig, at wolfram i Nordlandsregionen er lagbundet til en kalkholdig skiferserie. De kendte mineraliseringer ligger i samme bjergartslitologi i N-S retning over en strækning af 200 km. Fra en lokalitet kendes tourmalinførende lag i forbindelse med wolframmineraliseringer. Dette indikerer også en lagbundet type mineralisering. Wolframprojektet udføres i samarbejde med Norges geologiske Undersøgelse og nu også Norges tekniske Høgskole begge Trondheim (A. Korneliussen, NGU, F. Volkes, L. R. Petersen, NTH).

4.2 Jernprojekt, Tyrkiet

Efter 2 års analysearbejde er de første resultater af de anatoliske jernmalmsforekomster færdige. Opfølg-

ning af arbejdet og yderligere informationer om forekomsterne er opnået ved hjælp af NATO støtte til en måneds feltarbejde i de pågældende områder i 1986. Feltarbejdet har bekræftet en vis association mellem forekomsterne og ofiolitkomplekser, men den endelige klare forbindelse er ikke bevist. Geokemien er stærkt korreleret med ultramafiske elementassocationer. Feltarbejdet antyder en tættere tilknytning til de mere gabbroide bjergarter i stedet for serpentinitbjergarterne. Et detailstudie af denne problematik er ved at blive planlagt i Hasancelebi i nord for Malatya i Anatolien. Projektet foregår i samarbejde med MTA (den tyrkiske geologiske undersøgelse) i Ankara. Fra 1. oktober er startet et bly-zink projekt i samarbejde med MTA, hvori en kandidatstipendiat fra instituttet indgår.

4.3 Nordgrønlandsprojektet

Alle de indsamlede bjergartsprøver fra feltarbejdet 1985 har ligget til analyse i hele 1986 og forventes færdige snarest.

5. Sedimentologi

Sedimentologi er den gren af geologien, der behandler de sedimentære (aflejrede) bjergarter, samt de processer, der fører til aflejring og hærdning af sedimenter. Sedimentære bjergarter udgør ca. 70 % af de blottede bjergarter på jordens overflade og er værtsbjergarter for stort set alle kendte olie- og gasforekomster, størsteparten af verdens grundvandsressourcer, samt adskillige malmforekomster.

Instituttets sedimentologiske forskning falder inden for to hovedfelter – klastisk sedimentologi og kemisk sedimentologi. Klastiske sedimenter består af materiale (partikler), som er blevet transporteret til aflejningsstedet af vand, vind eller is (i modsætning til materialer udfældet på stedet af biologiske eller rent kemiske processer). Imidlertid er der ingen skarp grænse mellem klastisk og kemisk sedimentologi. Efter aflejringen udsættes sedimenter for diagenese, hvilken omfatter en række komplicerede kemiske processer, som forløber under stigende tryk og ved temperaturer op til 300°C. Kompaktionen, cementeringen og den selektive opløsning resulterer i en hærdning af sedimentet og ændrer såvel bjergartens fysiske egenskaber, porøsitet og permeabilitet, som grundvandets kemiske sammensætning.

Inden for klastisk sedimentologi er instituttets forskning især rettet mod facies analyse og mod tolkning af aflejningsmiljøer i kontinentale og kystnære marine sedimenter, mens instituttets forskning i kemisk sedimentologi omfatter studier af forvitring i hedeslette-sedimenter, mineraldannelse i anoxiske bassiner, og grundvandsgeokemi.

5.1 Faciesanalyse af rent æoliske sedimenter

Analyserne har til formål at undersøge stratifikations-

typer, sedimentære strukturer, facies geometri og sekvensdannelse i æoliske aflejringssystemer. I 1986 er strukturer og sekvenser i den nedre jurassiske Wingate Formation (Arizona) blevet undersøgt. Formationen repræsenterer et fossilt sandhav, hvis opbygning synes styret af klimatiske variationer. Projektet støttes af Energiministeriet (EFP-84). I 1986 er der også udført feltarbejde på 1250 mill. år gamle prækambriske, æoliske sandsten i Eriksfjord Formationen (Sydgrønland), samt på recente klitter langs Vesterhavet (L. B. Clemmensen).

5.2 *Faciesanalyse af æoliske og associerede ørkenfacies*

Analyserne har til formål at undersøge sedimentære facies, facies geometri og sekvensdannelse i disse sammensatte aflejringssystemer. I 1986 er sedimenter fra den relevante del af Wingate Formationen i Arizona, blevet undersøgt. Disse aflejringer, som omfatter klit-, sandflade-, sabkha-, sø og flodsedimenter, blev dannet i randområderne langs et fossilt sandhav og sedimentationen blev styret af storskala klimatiske variationer (L. B. Clemmensen, H. Olsen, R. Blakey, University of Northern Arizona). Projektet støttes af Energiministeriet (EFP-84).

5.3 *Faciesanalyse af reservoirbjergarter i Nordsøregionen og Kattegatregionen*

Dette projekt, som støttes af Energiministeriet (EFP-84), har til formål at foretage en sedimentologisk faciesanalyse af udvalgte kontinentale reservoirbjergarter (ørkensedimenter) fra perm-trias i Danmark, Storbritanien og Tyskland. Der foretages sammenligninger med tilsvarende nedre jurassiske sedimenter i Utah og Arizona. Analysens første mål er at opstille faciesmodeller for de danske sedimentbassiner og dernæst generelt at bidrage til vurderingen af kontinentale sedimenters reservoirgenskaber, især med henblik på gasforekomster.

5.3.1 Til disse formål er der blevet udført faciesanalyser af ephemerale og braiderede flod-aflejringer fra Buntsandstein i fire borer i Danmark, en analyse af fluvial arkitektur og facies fra Solling Følge (Buntsandstein) i Tyskland, og en analyse af fluvial arkitektur i ephemerale flod-aflejringer fra Moenave Formationen i Utah (H. Olsen).

5.3.2 Samtidig hermed er der foretaget faciesanalyser af fossile længdeklitter fra perm i NØ England (L. Clemmensen og en specialestuderende).

5.3.3 En analyse af de sedimentære strukturer i fossile stjerneklitter fra perm-trias grænsen i Skotland er blevet afsluttet med en afhandling (L. B. Clemmensen).

5.4 *En sedimentologisk undersøgelse af den tertiære (paleocæne) Naujât Member på Disko og Nûgssuaq, Vestgrønland*

Naujât Member er en mere end 50 m tyk lakustrin serie af sort skifer vekslende med tynde vulkanske tufflag. Projektet vil kunne blive et bidrag til den igangværende internationale udforskning af store søer, samt til bestræbelserne på at opstille modeller for potentielle lakustrine moderbjergarter for kulbrinter.

Undersøgelsen indledtes med 6 ugers feltarbejde i juli-august 1986 og analysearbejde i efteråret 1986. Organisk geokemiske undersøgelser har vist et meget højt indhold af organisk stof, overvejende af algeoprindelse. Problemstillingerne vedrører karakterisering af de sedimentære facies og disses laterale og vertikale udbredelse, tolkning af aflejningsprocesserne og en analyse af det større sedimentationsforløb (G. K. Pedersen).

5.5 *En sedimentologisk undersøgelse af nedre palæozoiske skifre på Bornholm*

Dette projekt, hvis igangsættelse finansieredes af SNF, rummer detailstudier i de marine, sorte skifres laminationstyper, med henblik på tolkning af aflejningsprocesserne. Sammenholdt med fossilselskabets sammensætning og fordeling opnås dels indsigt i Bornholms tidlige geologiske historie, dels indsigt i sammenhænge, som kan anvendes generelt ved karakteriseringen af anoxiske, sorte skifre (G. K. Pedersen).

5.6 *Diagenetisk dannelse af kalkstenskonkretioner i Fur Formationen (eocæn)*

Kalkkonkretioner er et almindeligt resultat af diagenetiske processer i finkornede marine sedimenter, og deres dannelsesetidspunkt, relativt til sedimentets aflejring, har været vurderet ud fra forskellige kriterier. Konkretionerne i Fur Formationen kan vises med sikkerhed at være knyttet til bestemte stratigrafiske niveauer. Gennem en undersøgelse af de stabile isotoper og kalkindholdet i konkretionerne søges dannelsesmåden og -tidspunktet fastlagt (G. K. Pedersen og B. Buchardt, Institut for historisk Geologi og Palæontologi).

5.7 *Koncentration af mangan ved forvittringsprocesser*

Projektet har til formål at afklare, hvordan mangan koncentrerer ved kemiske forvittringsprocesser. Arbejdshypotesen er, at dette skyldes vekselreaktioner med jernforbindelser. Projektet blev ført videre i år med eksperimentelle forsøg på at koncentrere mangan fra naturforekommende hedeslottesedimenter. Desuden er der med støtte fra Carlsbergfondet blevet udført en kortlægning af manganfordelingen i myremalm (D. Postma).

5.8 *Authigen mineraldannelse i anoxiske sedimenter i Østersøen*

Projektet indebærer en undersøgelse af dannelsen af jernsulfider og Mn/Ca karbonater i dybe bassiner i Østersøen. Projektet er i bearbejdningsfasen, og en afhandling om dannelsen af jernsulfider er blevet færdiggjort (D. Postma samt to specialestuderende).

5.9 *Grundvandskemi i klastiske sedimenter*

Dette projekt har til formål dels at undersøge de faktorer, der styrer grundvandets kemiske beskaffenhed og dels at udforske effekten af nitratforureningen. En publikation om nedbrydning af jernholdige mineraler i grundvandsmagasiner er under trykning. Et sammenlignende studium af grundvand i dets naturlige stand og efter nitrat-påvirkning, udføres i samarbejde med Danmarks geologiske Undersøgelse og med støtte fra Miljøstyrelsen. Resultaterne er under bearbejdelse. I de kommende år vil yderligere undersøgelser blive udført som et led i NPO-projektet, også med støtte fra Miljøstyrelsen (D. Postma samt to specialestuderende).

6. *Glacialgeologi og kvartærstratigrafi*

Den glacialgeologiske forskning ved instituttet omfatter studier af de kvartære nedsningsaflejringer, deres sammensætning og strukturelle forhold.

De enkelte isfremstød, der har dækket større eller mindre dele af Danmark, har efterladt moræner og smeltevandaflejringer. Isen har deformeret ikke blot egne og ældre istidsaflejringer, men også mellemistidsaflejringer og præglaciale dannelser. Studier af de istektoniske strukturer dannet ved ismassernes tryk og skub har kastet nyt lys over isens dynamik og rækkefølgen af de enkelte isoverskridelser.

Forskningen har ført til en ny forståelse af procesforløbet under istiderne, hvilket har bidraget til en ny opfattelse af det danske istidslandskabs opbygning.

De stratigrafiske studier, der er baseret på moderne sedimentologiske, strukturelle og petrografiske undersøgelser, har medført, at de danske resultater nu bedre kan knyttes sammen med tilsvarende fra vore nabolande.

Et vigtigt resultat er, at nedsningsperioderne var kortvarige sammenlignet med tidsafsnit med ekstreme kuldeforhold, men uden isdække. Disse kolde tider blev kun afbrudt af få kortvarende varmesvingninger med indvandring af en tundralignende vegetation, et klimaforløb, der også afspejles i aflejringerne fra de ishave, der omgav det daværende landområde.

6.1 *De ældre istiders aflejringer i Danmark*

Felt- og laboratorieundersøgelser på materiale fra Vestjylland er blevet suppleret med yderligere indsamlinger fra lokaliteter, der trængte til yderligere belysning. I forbindelse hermed er der påbegyndt undersøgelser på et lille prøvemateriale fra Danmarks æld-

ste istidsaflejringer, nemlig boreprøvemateriale fra Harreskov ved Herning. Materialet er udlånt af statsgeolog S. Th. Andersen, Danmarks geologiske Undersøgelse (S. Sjørring i samarbejde med M. Houmark-Nielsen, J. Frederiksen (DSB) og W. Vortisch (Universität Marburg, BRD)).

6.2 *Istidsaflejringerne på Nordmors*

Dette projekt gennemføres med 10 studerende, der følger undervisningen i kvartærstratigrafi. Et omfattende prøvemateriale er indsamlet, og bearbejdningen er påbegyndt. Formålet er at finde frem til alderen af de istidslag, der indeholder flager af det eocæne moler.

Sammen med Mors-materialet behandles også prøver indsamlet i kystklinten nord for Agger, hvor der er samlet supplerende prøver i 1986. I området er der tegn på meget ung undergrundstektonik (? salttektonisk aktivitet), hvis størrelse søges opklaret (S. Sjørring).

6.3 *Glacialstratigrafi i det sydlige og østlige Danmark*

6.3.1 Udvalgte kystkliner og grusgrave i Sydøstjylland, Sydfyn og Møn-Falster-området er blevet undersøgt med henblik på at opstille en glacialstratigrafisk model for det sydlige Danmark. Modellen omfatter primært aflejringer fra de to sidste istider (M. Houmark-Nielsen).

6.3.2 I samarbejde med Kvartärgeologiska Avdelingen, Lunds Universitet, undersøgtes sedimenter fra det sidste isdækkes nedsmeltning på NØ-Sjælland og i Vestsåne. En deformationsmodel for Øresundsregionen, som kaster nyt lys over den skandinaviske indlandsis' sidste fase, er opstillet og præsenteres i en afhandling i trykken (M. Houmark-Nielsen og E. Lagerlund, Lund).

6.4 *Glacialtektoniske strukturer*

6.4.1 Projektet omfatter studier af de strukturer, som istidens gletschere har frembragt i deres grundlag og aflejringer, og det indgår som bidrag til den af INQUA nedsatte Working Group on Glacial Tectonics (WGGT). Undersøgelser af lagforstyrrelserne i klinerne på det sydlige Møn (Hjelm Nakke – Hvide Klint Vagtbo Bakke) blev videreført, og der indledes et studium af strukturerne i selve Møns Klint. Resultaterne herfra forelagdes ved Field Meeting, som den 1-6. oktober afholdtes for WGGT (A. Berthelsen).

6.4.2 Feltsymposiet på Møn havde 20 udenlandske og danske deltagere, og blev arrangeret af A. Berthelsen og M. Houmark-Nielsen, henholdsvis formand og sekretær for WGGT. Under symposiet blev især deformationsmekanismer og strukturelle stilarter forårsaget af henholdsvis »wet-based« og »cold based« iskapper diskuteret.

Redaktionsvirksomhed:

A. Berthelsen er medlem af redaktionsgruppen for EUGENO-S-projektet under European Geotraverse.

S. Pedersen er medredaktør af tidsskriftet VARV.

T. C. R. Pulvertaft er fagredaktør af Meddelelser om Grønland, Geoscience.

S. Sjørring er redaktør for Dansk geologisk Forenings Årsskrift og redaktør og daglig leder af tidsskriftet VARV.

Gæsteforelæsninger:

A. Berthelsen har efter invitation holdt et foredrag med titlen »Geological aspects of high-level waste disposal in evaporite deposits exemplified by Danish investigations« ved Conference on Waste Problems i Neuchâtel. Endvidere har han forelæst efter invitation om »The evolution of the Baltic Shield as revealed by geological-geophysical investigations« i Geofysiske Selskabet i Finland, og desuden holdt et indledningsforedrag ved et kvartærgeologisk seminar ved Aarhus Universitet.

L. Clemmensen har efter invitation holdt foredrag ved et møde i Geological Society of London om »Complex star dunes in the Permo-Triassic Hopeman Sandstone, Scotland«.

Gæster:

S. Eleftheriou M.Sc., Kypern, tre uger. Dr. W. Owcarz, Polen, 12 måneder. Dr. T. Ünlü, den tyrkiske geologiske undersøgelse, 2 måneder.

Anden virksomhed:

S. Sjørring, der er medlem af INQUAs regionalgruppe for SV-Skandinavien, var arrangør af INQUAs feltsymposium i Danmark, 26.9.-1.10. 1986.

A. Berthelsen og M. Houmark-Nielsen, der var henholdsvis formand og sekretær af Working Group on Glacial Tectonics under INQUA indtil 5.10.1986, var arrangør af et WGGT feltsymposium på Møn 1.-6.10.

Publikationer:

Ünlü, T., Stendal, H.: Divrigi Bölgesi Demir yataklarının element Korelasyonu ve jeokimyası; Orta Anadolu-Türkiye. Geochemistry and element correlation of iron deposits in The Divrigi Region, Central Anatolia, Turkey. Jeoloji Mühendisliği Vol. 28, s. 5-19, Ankara, Tyrkiet 1986.

Andersen, M.C., Pulvertaft, T.C.R.: Occurrences of anorthositic rocks in the reworked Archaean basement in the Umanak area, central West Greenland. Rapp. Grønlands geol. Unders. 129, s. 1-18, København 1986.

Berthelsen, A.: Crustal accretion of the Baltic Shield – a review. Terra Cognita Vol. 6, No. 3, s. 338, Cambridge, England 1986.

–, Korhonen, H., Luosto, U., Flüh, E., Behrens, K.,

Hirschleber, H.: The polar profile. Terra Cognita Vol. 6, No. 3, s. 339, Cambridge, England 1986.

–, Guggisberg, B.: Seismic evidence for Precambrian plate tectonics? Terra Cognita Vol. 6, Nr. 3, s. 339, Cambridge, England 1986.

–, Flüh, E.: Tectonic evolution and crustal structure in Denmark and southwest Sweden. Proceedings of the third workshop on the European Geotraverse (EGT) Project, R. Freeman, St. Mueller, P. Giese, s. 41-51, Strasbourg 1986.

–, Marker, M.: 1.9-1.8 Ga old strike-slip megashears in the Baltic Shield, and their plate tectonic implications. Tectonophysics Vol. 128, No. 3/4, s. 163-81, Elsevier, Holland 1986.

–, Marker, M.: Tectonics of the Kola collision suture and adjacent Archaean and Early proterozoic terrains in the northeastern region of the Baltic Shield. Tectonophysics Vol. 126, No. 1, s. 31-55, Elsevier, Holland 1986.

Clemmensen, L.B.: Storm-generated eolian sand shadows and their sedimentary structures, Vejers Strand, Denmark. Journal of Sedimentary Petrology 56,4, s. 520-27, USA 1986.

Clemmensen, L.B.: Complex star dunes in the Permo-Triassic Hopeman Sandstone, Scotland. Desert Sediments : Ancient and Modern. Abstracts, L.E. Frostick, I. Reid (eds), s. 7, London 1986.

Eldholm, O., Thiede, J., Schönharting, G.: Formation of the Norwegian Sea. (From the Leg 104 shipboard scientific party). Nature Vol. 319, s. 360-61, London 1986.

Hageskov, B., Pedersen, S.: The petrology of a metamorphosed netveined acid-basic intrusion from the Østfold area, Southeast Norway. Precambrian Research 32, s. 317-41, Amsterdam 1986.

Jakobsen, U.H., Steenfelt, A.: Malm i Nordgrønland. Varv 1, s. 18-23, København 1986.

Krüger, J., Sjørring, S.: Det nordsjællandske landskab. Danmark. Nordsjælland, Godfred Hartmann, Johannes Krüger, Steen Sjørring, Bernt Løjtnant.

–, Sjørring, S.: Det nordjyske landskab fra istiden til i dag. Danmark. Nordjylland, Hans Lyngby Jepsen, Johannes Krüger, Steen Sjørring, Bernt Løjtnant. København 1986.

Marker, M.: Early Proterozoic (c.2000-1900Ma) crustal structure of the northeastern Baltic Shield: tectonic division and tectogenesis. Norges geologiske undersøgelse Bulletin 403, s. 55-74, Trondheim 1985.

Møller, C., Schönharting, G., Hirschleber, H.: Eugeo-S: From the North German Basin to the Baltic Shield. Terra Cognita Vol.6, Nr.3, s. 340, Strassburg 1986.

Pedersen, G.K.: Changes in the bivalve assemblage of an early Jurassic mudstone sequence. (The Fjerritslev Formation in the Gassum 1 well, Denmark). Pa-

- laeogeogr., Palaeoclimatol., Palaeoecol. 53, s. 139-68, Amsterdam 1986.
- Postma, D.: MN-enrichment in sediments by the reaction between dissolved Fe(II) and Mn-oxides. Geochemistry of the Earth Surface and processes of mineral formation. Abstracts volume, R. Rodriguez, P. Fenoll Hach-Ali (eds), s. 145-46, Granada, Spanien 1986.
- Pulvertaft, T.C.R.: The development of thin thrust sheets and basement-cover sandwiches in the southern part of the Rinkian belt, Umanak district, West Greenland. Developments in Greenland geology, F. Kalsbeek, W. S. Watt, (eds), s. 75-87, København 1986.
- : Den 1800 Ma Rinkiske orogeneses gennemgribende overprægning i det arkæiske grundfjeld i Umanakområdet, V-Grønland. 17^e Nordiska Geologmötet 1986 – Abstracts, 17^e Nordiska Geologmötet, s. 153, Helsingfors 1986.
- Sjørring, S.: Rav – en anmeldelse. VARV 3, s. 99, København 1986.
- Thybo, H.: An algorithm for fast time-domain computation of one-dimensional synthetic vertical seismic profiles. Geophysical Prospecting 34, s. 833-44, Oxford 1986.

Lars Clemmensen

2. Institut for historisk Geologi og Palæontologi samt Geologisk Studiesel

Historie:

Institut for historisk Geologi og Palæontologi blev oprettet 1. september 1967 ved opdelingen af Universitetets mineralogisk-geologiske Institut og Mineralogisk Museum. Den første bestyrer var professor Tove Birkelund, og staben inkluderede 5 amanuenser, 5 lektorer og 4 ikke-videnskabelige medarbejdere. Den geologiske Studiesel kom også under instituttets regie. Institutet blev oprindeligt huset i Universitetets mineralogisk-geologiske Institut i Øster Voldgade 5-7. I februar 1968 fik en del af instituttet overdraget midlertidige lokaler i Øster Voldgade 10 komplekset, område VI; den mikropalæontologiske afdeling forblev dog i Øster Voldgade 5 afventende ombygning af område III i Øster Voldgade 10, hvor hele instituttet skulle endeligt placeres. I 1973 var kælderens her færdig, og mikropalæontologisk laboratorium flyttede ind. I 1976 afsluttedes ombygningen, og instituttet opnåede en samlet placering. Institutet har annuum fælles med de tre andre institutter under Geologisk Centralinstitut.

Stab:

VIP: Antal årsværk: 15.

Professorer: T. Birkelund (½ år; død), V. Poulsen.

Docent: H. J. Hansen.

Lektorer: U. Asgaard, M. Bjerreskov, N. Bonde, R. G. Bromley, B. Buchardt Larsen, E. Håkansson, N. O. Jørgensen, N. Noe-Nygaard.

Seniorstipendiat: S. Stouge (½ år).

Forskningsstipendiat: C. Heinberg (½ år).

Kandidatstipendiater: P. Frykman (1½ md.), J. Richter (½ år), A. Thorshøj Nielsen (11 mdr.).

Projektmedarbejdere: Akademiingeniør, stud.lic. Tommy Cederberg, cand.scient. Claus Koch Clausen.

TAP: Antal årsværk: 6,3.

J. Aagaard, H. Egelund, I. Juul, E. Møller-Hansen, J. Fuglsang Nielsen.

Projektmedarbejdere: B. Warming, Lena Troelsen (4 mdr.).

Ekstern lektor: K. Raunsgaard Pedersen.

Forskningsvirksomhed:

Instituttets forskningsområde omfatter hovedsagelig studiet af fossile dyr og planter og de bjergarter der helt eller delvist opbygges af disse. Der har været øget interesse for sammenhængen mellem palæontologiske studier og den almindelige geologiske udvikling de seneste år, hvilket har resulteret i at instituttet særligt har fremmet geokemiske og isotopgeologiske metoder, der, sammen med de palæontologiske, danner mulighed for at nå til mere omfattende synteser på en række områder. Men også andre forskningsfelter af betydning for instituttets samlede forskningsprofil inddrages. Da fossile organismers økologi ofte er vanskelig at udlede, beskæftiger en del af instituttets forskning sig med studier over nulevende organismers økologi og de tolkninger, man ad den vej kan udsige om fossile organismer. Ligesom dette felt danner et bindeled til biologi, knytter instituttets forskning via geoarkæologiske udgravninger af organisk materiale stærke bånd til arkæologien. Institutet lægger iøvrigt vægt på biostratigrafisk forskning (af betydning bl.a. for aldersbestemmelse) og på større regionalgeologiske projekter, hvor palæontologiske og stratigrafiske data sammen med aflejringernes dannelsesbetingelser giver mulighed for nyvurderinger af vigtighed for analyse af større sedimentbassiner, ofte af direkte eller indirekte betydning for oliegeologisk forskning. Yderligere indgår kalksedimentologiske undersøgelser og isotopundersøgelser i en række projekter, ligesom en del af disse undersøgelser indgår i energiforskningsprojekter sammen med palynologiske undersøgelser m.m.

1. Palæontologiske og biostratigrafiske undersøgelser

1.1 I forbindelse med den fortsatte bearbejdelse af øvre kambriske-nedre ordoviciske trilobiter fra New-

foundland med henblik på zoneinddeling og korrelation med Skandinavien, er en række FORTRAN programmer udviklet og testet for nærmere analyse af New Foundland faunaerne. Traditionelle studier vanskeliggøres af et ufuldstændigt bevaret typemateriale (V. Poulsen).

1.2 En stratigrafisk undersøgelse af nedre-mellem ordoviciske aflejringer i Canada og Skandinavien er fortsat. Projektet er baseret på relevante profiler i østlige Canada, Sverige og Danmark. Der søges etableret en zonerings, der kan anvendes til korrelation mellem Nordamerika (inkl. Grønland) og Skandinavien. Vanskeligheder involverer provinsialisme, samt større sedimentationsafbrydelser, hvis omfang ikke helt kendes. Zoneringerne kan relateres til samtidige havstigninger og -sænkninger, hvilket kan være en hjælp til indirekte korrelation (S. Stouge).

1.3 Første del af morfologiske og ultrastrukturelle analyser af toradede ordoviciske graptolites flydestrukturer er afsluttet, manuskript i trykken. Yderligere undersøgelser er fortsat til belysning af graptoliterens vækst samt til forståelse af deres palæoekologi (M. Bjerreskov).

1.4 Stratigrafiske og palæontologiske undersøgelser over ammoniter fra øvre jura og nedre kridt fra Grønland, den danske undergrund og den norske kontinentalsokkel er fortsat. Af særlig interesse er nye boreker-nedateringer fra kimmeridgien-oxfordien grænsen og fra valanginien-hauterivien grænsen. Undersøgelserne er bragt til afslutning i samarbejde med Dr. Callomon (England) (T. Birkelund, død).

1.5 I samarbejde med Dr. C. Patterson, London, er studiet af de ældste torskformer fortsat baseret på materiale fra nedre danien i Vestgrønland og øvre paleocæn i Nordjylland (N. Bonde).

2. *Aktuopalæontologi og bioturbation*

2.1 Der er foretaget fortsatte indsamlinger af Plio-Pleistocæne brachiopoder på Rhodos, ligesom studiet af recente brachiopoders kolonisering på udlagte marmorblokke samme sted er fortsat.

2.2 Desuden er fortsat studiet af recente spatangoide søpindsvin og deres relation til sedimentet (Øresund, Kattegat og det Ioniske Hav) (med in situ eksperimenter på sidstnævnte lokalitet) i samarbejde med R. Bromley (orlov) og Margit Jensen (Zool. Mus.).

2.3 Afsluttet in situ studier af den gravende musling *Solecurtus strigilatus* i det Ioniske Hav, samt fossile spor af den samme på Rhodos med R. Bromley (orlov) (U. Asgaard).

2.4 Undersøgelserne af den recente bryozofauna ved Floridas østkyst er afsluttet, og 2 manuskripter (i samarbejde med Dr. J. E. Winston, New York) er afsendt til trykning (E. Håkansson).

3. *Palæoekologi og menneskets udviklingshistorie*

3.1 Forholdet mellem de stabile kulstofisotoper i ældre Stenalders jagtvildt undersøges. $^{12}\text{C}/^{13}\text{C}$ forholdet i knoglekollagenet hos f.eks. kronhjort afspejler isotopforholdene i det gennemsnitlige fødeindtag. Resultatet af disse analyser synes at afspejle en lukning af skoven i sen Atlantisk tid med deraf følgende regnskovseffekt. Desuden er studiet af den faunistiske og kulturelle evolutionære udvikling fra Maglemosetid til sen Ertebølle-tid (ca. 3500 år) i et midsjællandsk aflejringsbassin fortsat (N. Noe-Nygaard).

3.2 Et licentiatprojekt med titlen »En palæoekologisk og taphonomisk undersøgelse af et subfossilt knoglemateriale fra Djursland baseret på naturvidenskabelige metoder« er tilendebragt. Herunder er de histologiske undersøgelser af fiskekollagen samt de palæoekologiske studier af fiskefaunaen blevet afsluttet. I øjeblikket er pattedyrmaterialet under bearbejdelse, blandt andet med henblik på at belyse en neolitisk boplads' fødeøkonomi, der er baseret både på jagt og husdyrhold (J. Richter).

3.3 Undersøgelser over sen-paleocæne fisk fra mole-ret ved Limfjorden er fortsat, og i forbindelse med et projekt vedrørende menneskets slægtskabsforhold og udviklingshistorie (i samarbejde med professor B. Wood og A. Chamberlain, Liverpool) har arts-/underartsproblemerne været særligt analyseret, idet en afklaring heraf har direkte konsekvenser for klassifikationen af »erectus«-formerne, samt for alderen af arten *H. sapiens* (et manuskript herom er under udarbejdelse) (N. Bonde).

4. *Kridt-tertiær grænsen og skrivekridtfaunaen*

I forbindelse med den livlige internationale debat om masseuddøen omkring kridt-tertiær grænsen er undersøgelser over denne grænse af en langt større detaljeringsgrad end tidligere blevet udført af en række af instituttets medarbejdere.

4.1 Studier over kridt-tertiær grænsen i Danmark, samt diverse udenlandske forekomster er fortsat, idet der anvendes et meget bredt spektrum af metoder ræk-kende fra sporstoffer, palæomagnetik, stabile isotoper, palynologi, samt kalkskallede fossiler. Desuden er en revision af discorbide foraminiferers klassifikation og strukturer i gang (H. J. Hansen).

4.2 På basis af detaljerede indsamlinger af fossile muslinger fra skrivekridt i Danmark, England, Frankrig og Belgien søges faunaudviklingen i øvre kridt be-

lyst på »community« niveau. Undersøgelsen sigter bl.a. på at belyse, hvad der skete på økosystemniveau ved overgangen kridt/tertiær (C. Heinberg).

5. Regionalgeologi i Nordgrønland og Skandinavien

5.1 Studiet af de biologiske og kvartærgeologiske forhold ved Kilen i Nordgrønland er afsluttet. I et færdiggjort manuskript (i samarbejde med T. Birkelund (død), C. Heinberg, S. S. Pedersen samt C. Hjort, Lund og P. Mølgaard, Farmaceutisk Højskole). Manuskriptet rummer desuden detaljerede sedimentologiske, biostratigrafiske og strukturgeologiske resultater i Wandel Hav strike-slip Mobile Belt. Arbejdet med de sen-palæozoiske aflejrings stratigrafi og sedimentologi (i samarbejde med L. Stemmerik) nærmer sig afslutning, og et manuskript (i samarbejde med A. Boyd, USA) om den ældre terciære flora fra Thyra Ø Formationen er næsten tilendebragt (E. Håkansson).

5.2 For kortlægningsafdelingen og kulbrintesektionen på Grønlands geologiske Undersøgelse er der fortsat foretaget bestemmelser af nordgrønlandske ordoviciske og silure graptoliter. Undersøgelsesresultatet anvendes ved den stratigrafiske beskrivelse og korrelation af de nordgrønlandske palæozoiske sedimenter, dels til brug ved analyser af de indlejrende bjergarter. Endvidere indgår resultaterne i en større systematisk beskrivelse af de nordgrønlandske graptoliter (M. Bjerreskov).

5.3 I forbindelse med en taxonomisk revision af trilobitfaunaen i den nedre ordoviciske Komstadkalk (»Orthoceratitkalk«) i Skåne – Bornholm området er det indledende præparationsarbejde af det indsamlede materiale udført. Desuden er der foretaget feltarbejde i det sydøstlige Skåne, samt i Slemmestad (Oslo området) med henblik på indsamling af supplerende trilobitmateriale. Det nyindsamlede materiale er ligeledes præpareret og præliminært identificeret. En egentlig taxonomisk revision af udvalgte trilobitslægter er indledt (A. Thorshøj Nielsen).

5.4 Undersøgelser af den fennoskandiske randzone er fortsat i samarbejde med F. Surlyk (GGU) med det formål at afklare den sedimentære og faunistiske udvikling langs denne overordnede tektoniske struktur, hvortil kommer en vurdering af kulbrintepotentialet i zonen, som strækker sig fra Skåne over Bornholm til Polen (N. Noe-Nygaard).

5.5 Et licentiatprojekt vedrørende »Glaciale, proglaciale og postglaciale sedimentationsforhold i Midt- og Østsjælland: Undersøgelser foretaget i forbindelse med naturgasledningen« er videreført (J. Miller).

6. Karbonat- og evaporitafljærings genese

En lang række boreprofiler i den øvre kridt-nedre terciære skrivekridtsekvens undersøges med henblik på fordelingen af grundstofferne Mg, Sr, Mn, ilt- og kulstofisotoper, samt indholdet af karbonat. På grundlag af grundstoffernes stratigrafiske fordeling etableres en kemostratigrafi, hvorved det er muligt at korrelere skrivekridtsekvenserne i de danske skrivekridtbassiner. Skrivekridtets diagenese under påvirkning af dyb begravelse belyses ved scanning elektron mikroskopi samt fordelingen af ilt- og kulstofisotoperne. Forekomsten af dolomit i bryozokalken fra Fakse Kalkbrud er fortsat blevet undersøgt petrografisk og geokemisk med henblik på dens dannelse og sendiagenetiske potentiale (N. O. Jørgensen).

7. Ilt- og kulstof-isotopundersøgelser

Undersøgelser over stabile isotoper indgår i en række af ovennævnte projekter, samt i nogle af instituttets energiforskningsprojekter. Yderligere skal nævnes:

7.1 Analyser af den kambriske skandinaviske alunskifers geokemi (i samarbejde med AMOCO) fortsættes til udløb forår 1988.

7.2 Desuden er stabil isotop undersøgelser af nordgrønlandske moderbjergarter udført i samarbejde med Grønlands geologiske Undersøgelse.

7.3 Endvidere er foretaget en sammenkøring af isotopgeokemi og analyser af botanisk mikropalæontologiske miljøer (palyofacies) i samarbejde med konsulentfirmaet Palydat (B. Buchardt Larsen).

8. Energiforskningsprojekter

8.1 Undersøgelserne af kulstofisotopsammensætningen af moderbjergarter, olier og metan fra danske aflejringer i projekt EFP-83 er afsluttet vinter 1986. I samarbejde med T. Laier, Danmarks geologiske Undersøgelse fortsætter vurderingen af geokemisk overfladeprospektering (EFP). Endvidere udføres bassinmodellering for danske aflejringer med henblik på kulbrintepotentiale i et EFP-projekt ledet af Danmarks geologiske Undersøgelse (B. Buchardt Larsen, T. Cederberg).

8.2 Baseret på dybhavskerner fra Ocean Drilling Program Leg 105: Baffin Bugten og Labrador Havet er som et licentiatprojekt analyser i gang af stabil-isotopforhold og organisk geokemi. Variationen i carbon- og hydrogenisotopsammensætningen af kerogen sættes i forhold til mængde, type og modenhed af det organiske materiale, samt til de diagenetiske processer i sedimentsøjlen. Herunder undersøges også porevandets geokemi med henblik på isotopforholdet af oxygen og hydrogen (T. Cederberg).

8.3 Arbejdet på EFP-85 projektet: Biostratigrafisk inddeling af nedre palæozoiske bjergarter er fortsat som et licentiatprojekt. Hovedvægten er lagt på den biostratigrafiske zonerings af acritarcher i Slagelse-1 boringen. En modenhedsanalyse er blevet foretaget på den øvre kambriske alunskifer i Sydsverige for at vurdere områdets forskellige thermale historier. Desuden er der arbejdet med at automatisere palynofacies analyse på billedanalysator-anlægget i samarbejde med Jens Morten Hansen (Forskningssekretariatet) (C. K. Clausen).

Redaktionsvirksomhed:

V. Poulsen er redaktør af tidsskriftet 'Varv' og medlem af styrelsen for tidsskriftet 'Lethaia'. H. J. Hansen er redaktør af 'Bulletin of the Geological Society of Denmark' samt medlem af Editorial Bord ved 'Allan Hancock Foundation' og 'Journal of Foraminiferal Research', New York. R. G. Bromley er Associate Editor ved 'Cretaceous Research'. Yderligere har N. Bonde (i samarbejde med J. Hoffmeyer og H. Stangerup) været redaktør for bind 2 af 'Natures historiefortællere - Udviklingsideens historie' (Gad), og N. Noe-Nygaard er redaktør af symposiebindet 'Communal Land Mammal Hunting and Butchering' (UISPP World Archaeological Congress 1986). Merete Bjerreskov har været medredaktør ved udgivelse af hefte i Bull. Geol. Soc. Denmark fra Tredie internationale Graptolitkonference i Danmark (1985).

Gæster:

Følgende forskere har opholdt sig ved instituttet gennem længere tid: Dr. A. Boyd, USA, Dr. S. Revets, Bruxelles, E. El Shafy, Egypten, Dr. E. Kolstrup, Danmark, Dr. E. Maagaard, Danmark, Dr. Vemming Hansen, Danmark.

Arbejde inden for kollegiale organer:

V. Poulsen er formand for Lethaia-styrelsen og medlem af »The Precambrian-Cambrian Boundary Working Group« og »The Cambrian Working Group«.

Merete Bjerreskov er vicepræsident for »Graptolite Working Group of the International Palaeontological Association«.

B. Buchardt Larsen er medlem af Det faglige Landsudvalg for de naturvidenskabelige Uddannelser (FLUNA).

N. Noe-Nygaard er medlem af The Executive Committee of ICAZ og subcommission medlem af INQUA Subcommission for Bone Modification (Center for Study of Early Man - Texas Tech. Univ.).

Rejser og gæsteforelæsninger:

M. Bjerreskov har i Australien i tilknytning til møde

og ekskursion afholdt af »Silurian Subcommission of Stratigraphy« holdt foredrag over den silure graptolit-stratigrafi i Nordgrønland.

T. Cederberg har deltaget i et møde i Texas i forbindelse med deltagelse i Ocean Drilling Program Leg 105.

N. Bonde har været inviteret til symposium i primatfylogeni i New York og har holdt foredrag om fylogenetiske analyser og klassifikationen af »Homo erectus«.

E. Håkansson har i forbindelse med deltagelse i IBA 7th International Conference i Bellingham, WA, USA holdt foredrag over Nordgrønlands geologi, og har desuden foretaget en længere indsamlingsrejse i USA og Canada med henblik på bryozoaer.

S. Stouge har efter invitation af det Italienske Forskningsråd, Rom, holdt en gæsteforelæsning over den nedre ordoviciske biostratigrafi i Skandinavien og det østlige Canada.

Publikationer:

Asgaard, U.: Paedomorphosis in brachiopods: response to stressful environments? Biostratigraphie du Paleozoique 4, s. 43-46, Brest, Frankrig 1986.

Bromley, R.G., Ekdale, A.A.: Flint and fabric in the European chalk. The scientific study of flint and chert, G. de G. Sieveking, M. B. Hart (eds), s. 71-82, Cambridge 1986.

-, Ekdale, A.A.: Composite ichnofabrics and tiering of burrows. Geological Magazine 123, s. 59-65, London 1986.

Bromley, R., Asgaard, U.: Solecurtus strigillatus: a jet-Propelled bivalve. Unitas Malacologica ninth international malacological congress, abstracts, D. Heppell, s. 13, Edinburgh 1986.

D'Alessandro, A., Bromley, R.G.: Trace Fossils in Pleistocene sandy deposits from Gravina area southern Italy. Rivista Ital. Paleont. Strat. 92, s. 67-102, Milano 1986.

Ekdale, A.A., Bromley, R.G.: Ichnologic indicators of anoxic conditions in paleoenvironmental studies.

International sedimentological Congress, Abstracts 12, s. 93, Carberra, Australien 1986.

-, Harlick, A.J., Bromley, R.G.: Ichnologic controls of chertification in marine limestones. International sedimentological Congress, Abstracts 12, s. 93, Canberra, Australien 1986.

Hansen, H.J., Gwozdz, R., Bromley, R.G., Rasmussen, K.L., Vogensen, E.W., Pedersen, K.R.: Cretaceous-tertiary Boundary Spherules from Denmark, New Zealand and Spain. Bull. Geol. Soc. Denmark 35, s. 75-82, København 1986.

-, Gwozdz, R., Rasmussen, K.L., Hansen, J.M., Bromley, R.G.: The diachronous c/t plankton extinction in the danish basin. Lecture notes in earth sciences, vol 8: Global Bio-events, O. Walliser (ed.), s. 381-84, Berlin/Heidelberg 1986.

Poulsen, V., Rose-Hansen, J., Springer, N.: *Geostatistik*. København 1986, 211 s.

Valdemar Poulsen

3. Institut for Mineralogi

Historie:

Institut for Mineralogi blev oprettet i 1967 ved deling af Universitetets mineralogisk-geologiske Institut og Mineralogisk Museum. Instituttet var fra starten placeret i det nuværende Geologiske Museums bygning og fik først sit nuværende område ved overflytningen til Østervoldgade-komplekset i 1982.

Stab:

VIP: Antal årsværk: 6,3.

Professor: Harry Micheelsen.

Lektorer: Niels Hansen (lektor emeritus), Aage Jensen, Ole Jørgensen (på orlov 2/3 af året), Erik Leonardsen, Emil Makovicky, Jørn Rønsbo.

Seniorstipendiat: Holger Lindgreen.

TAP: Antal årsværk: 2,2.

John Fløng, Una Koester, Tove Poulsen.

Aflønnet af Grønlands geologiske Undersøgelse: Sido Riess.

Forskningsvirksomhed:

Instituttets forskningsområde er studiet af mineraler, dvs. de i den non-biologiske natur forekommende kemiske forbindelser. Forskningen omfatter mineralernes strukturer og systematik, deres forekomst og deres egenskaber. Metodisk spænder arbejdet fra teoretiske overvejelser og beregninger, over eksperimentelt laboratoriearbejde, til udvikling af målemetoder og indsamling af materiale. Gennem sine undersøgelsesmaterialer, metodik, og mål er det mineralogiske studium tæt forbundet med og vigtig for almen geologi, petrologi, malmgeologi, gemmologi, geokemi såvel som for faststoffysik, kemi og materials science.

1. Mineralers struktur og systematik

1.1 Arbejdet inden for den krystalkemiske klassifikation af komplekse sulfider er fortsat med undersøgelsen af videre mineral- og syntetiske grupper. For første gang har man forsøgt at give en klassifikationsoversigt over alle kendte grupper af komplekse sulfider, især i form af homologe serier. De komplekse sulfider af As, Sb og Bi repræsenterer vigtige malme, genetisk og praktisk vigtige mindre mineralkomponenter såvel som potentielt vigtige ionledere, optiske materialer og halvledere for fremtidens teknologi (E. Makovicky).

1.2 Den strukturelle og mineralogiske undersøgelse af kompleks sulfid Pb-As-Cu med moduleret krystalstruktur, lengenbachit, blev genoptaget (E. Makovicky, E. Leonardsen).

1.3 I samarbejde med S. Karup-Møller (Institut for Mineralindustri, DTH) fortsættes undersøgelser af det komplekse sulfidmineral tetraedrits faseforhold, krystallografi og kemiske substitution med en række grundstoffer (Fe, Zn, Cd, Hg, Bi, As, Co, Ni, Mn, Sn, Ga, Ge og især Te). Dette mineral er en vigtig malm for kobber og for en række mere sjældne elementer.

1.4 Bestemmelse af mineralet vitusits krystalstruktur fortsættes i samarbejde med L. Ungaretti, universitetet i Pavia (J. Rønsbo).

1.5 I samarbejde med E. Krogh-Andersen, Odense Universitet, er krystalstrukturen for et nyt Sr-Al-F mineral, akumenit, fra Ivigtut, SW Grønland afsluttet og vil blive publiceret i 1987 (E. Leonardsen).

1.6 Som dansk medlem af den Internationale Mineralogiske Associations kommission for nye mineraler er H. Micheelsen ansvarlig for evalueringen af nye og ændrede mineral-definitioner. På institutplan er dette arbejde uddelegeret til instituttets medarbejdere med specialviden inden for de enkelte mineralgrupper. I 1986 har der været foretaget 69 evalueringer af nye mineraler (Aa. Jensen, O. Jørgensen, E. Makovicky, H. Micheelsen, J. Rønsbo).

2. Mineralers forekomst

2.1 Undersøgelserne af de grønlandske forekomster af lapis lazuli, sodalit og cancrinit er fortsat. Sammen med Peter Appel (GGU) foretages en mineralogisk og gemmologisk undersøgelse af den iridiserende orthoamfibol (anthophyllit-gedrit) fra Nuuk området der nu markedsføres som smykkesten under handelsbetegnelsen nuummit (Aa. Jensen).

2.2 Som et led i studiet af differentiationen i gange er der foretaget mikrosondeanalyser af Fe-Ti oxiderne, feldspaterne, chlorit og glimmer i et profil på tværs af Bjergebakkegangen på Bornholm, suppleret med et tilsvarende studium af malm-mineralerne fra Koster gangsværmen i Vestsverige. Resultaterne er vanskelige at fortolke, ligesom det har vist sig at være vanskeligt at fortolke variationerne i den totale kemiske sammensætning, på grund af ret omfattende deuteriske omdannelser. Derfor er undersøgelserne udvidede til også at omfatte sporeelementanalyser, af såvel prøverne fra selve gangen som af den omgivende granit (Aa. Jensen).

2.3 I projektet omhandlende sjældne jordarters (REE) rige mineraler, er undersøgelsen af REE-beri-

gelsen i apatiter fra peralkaline bjergarter fortsat, bl.a. i samarbejde med J. F. Beaux, Paris. Undersøgelserne af Ilimaussaq intrusionens øverste sekvens viser tilstedeværelsen af flere generationer af apatiter. Den ældste generation, der er regelmæssig zonar og dannet samtidigt med de tidligt krystalliserede hovedmineraller, viser en regelmæssig sammensætningsvariation fra apatit mod lessingit ($\text{Ca}^{2+} + \text{p}^{5+} = \text{REE}^{3+} + \text{Si}^{4+}$). I de mest alkaline bjergarter er der sket en omfattende omdannelse af den primære apatit. Denne proces fører imod dannelse af uregelmæssigt zonare korn og stabilisering af REE-fattig apatit. Tilstedeværelsen af REE- og Na-rige tilvækstzoner på de uregelmæssig zonare korn, samt enkelte korn med tilsvarende sammensætning, koeksisterende med akmit, arfvedsonit og rinkit, viser at der på sent tidspunkt i magmaudviklingen igen kan stabiliseres apatit med et højt REE-indhold. Si-indholdet i disse apatiter er lavt og en væsentlig del af REE-berigelsen kan forklares ved substitutionen $2\text{Ca}^{2+} = \text{Na}^{+} + \text{RE}^{3+}$ (J. Rønsbo).

2.4 I samarbejde med A. K. Pedersen, Geologisk Museum, er undersøgelsen af Ti-oxider fra Disko, Grønland, afsluttet og afhandlingen er indsendt til publicering. De mineralkemiske undersøgelser viser, at der, i dette ekstremt reducerende miljø, er dannet Ti-oxider, der indeholder væsentlige mængder af trivalente kationer. Følgende tre typer er identificeret:

1) Ti^{3+} -førende blå oxider, der sammensætningsmæssig svarer til de experimentelt fremstillede Magneli faser $\text{Ti}_n\text{O}_{2n-1}$, $4 \leq n \leq 9$,

2) Ti^{3+} og Al-holdige orange farvede faser, hvis sammensætning er tæt ved $\text{AlTi}^{3+}\text{Ti}_3^{4+}\text{O}_7$,

3) Grå Al-holdige faser, der sandsynligvis repræsenterer en homolog serie med formlen $\text{Al}_{2-x}(\text{Ti}^{4+}_{0.5}(\text{Fe}, \text{Mg})_{0.5})\text{Ti}^{4+}_{n-2}\text{O}_{2n-1}$.

2.5 I samarbejde med Y. Moëlo (Orléans) og S. Karup-Møller (Lyngby) er der blevet afsluttet undersøgelser af forekomster af komplekse sulfider i Roche-Baluc, Frankrig, (indsendt til publicering), i to amerikanske lokaliteter såvel i minen Långdal i Boliden-distriktet, Sverige (E. Makovicky).

2.6 I samarbejde med Sveinn Jacobsen, Naturhistorisk Museum, Reykjavik, Island, er der indledt en røntgenografisk beskrivelse af samtlige mineraler fundet på Island. Publikation beregnet i 1988-9 (E. Leonardsen).

3. Mineralers egenskaber

3.1 Veksellagsmineralernes omdannelse under lerstendiaogenesen i moderbjergarter for olie og gas undersøges i udvalgte Øvre Jurassiske lersten fra danske forekomster. Ændringerne i lermineralstruktur under omdannelsen af smektitlag til illitlag vil blive brugt i en evaluering af lermineraller som modenhedspareme-

tre, samt i en vurdering af mængder og tidspunkter for vandafgivelse fra leret og hermed af denne vandafgivelses betydning for oliemigrationen.

Efter analyse af de foreliggende prøvedata i foråret 86 blev et antal supplerende prøver udtaget i maj 1986, dels i Oljedirektoratet i Stavanger og dels på Danmarks geologiske Undersøgelse. Efter kemisk forbehandling blev disse prøver analyseret med røntgen-diffraktion i efteråret 1986. Undersøgelsen er støttet af SNF (H. Lindgreen).

3.2 I mikrokemisk laboratorium blev arbejdet fortsat med udvikling af analysemetoder til kemisk analyse af mineraler og bjergarter. Projektet omfatter beskrivelse af de mikrokemiske analysemetoder. Hidtil er publiceret 11 monografier, 1 bog og to artikler. Under udarbejdelse er metoder til bestemmelse af aluminium som oxinat i spektrofotometret og af sjældne jordarter med high-performance liquid chromatography. Projektet er støttet af Carlsbergfondet, Kraks legat og SNF (N. Hansen).

3.3 Et EF-projekt over platinmetallernes geokemi blev afsluttet i sin første fase. Formålet med projektet er at bestemme platinmetallernes opførsel i mineralsystemer med pyrit, pyrrhotit, chalkopyrit og pentlandit ved 500°C, 900°C (og 300°C) og således at bidrage til forståelsen af de Pt-metalkoncentrerende processer i deres naturlige forekomster. Denne forståelse vil resultere i bedre rekognoscerings- og mineralbearbejdelsesmetoder for disse vigtige råstoffer (E. Makovicky i samarbejde med M. Makovicky og J. Rose-Hansen, Institut for Petrologi).

3.4 I det langsigtede projekt med udvikling af konoskopiske metoder inden for krystaloptiken, er der i årets løb foretaget målinger til kontrol af teorierne for optisk eenaxede krystaller. Herunder har det vist sig, at de tilnærmede metoders resultater afhænger af polarisatorernes orientering, medens de præcise metoder – de egentlige passage metoder – er uafhængige af instrumentelle faktorer. Formålet med projektet er muliggørelsen af mere pålidelig mineralbestemmelse i bjergartsmikroskopian (H. Micheelsen).

3.5 I samarbejde med I. Thuesen, Inst. for nærorientalisk Archeologi, blev mineralogiske og kemiske undersøgelser af mesopotamisk keramik fra Tel Razuk, Irak, afsluttet (E. Makovicky).

3.6 I samarbejde med Prof. B.J. Skinner, Yale University, USA, blev påbegyndt studium af malmmineraller fra Zn-Mn malmforekomster Franklin Furnace og Sterling Hill, New Jersey, USA. Undersøgelserne koncentrerer sig omkring kemiske, variationer og afblandningsprocesser i franklinit og kemiske, samt strukturelle betingelser for ultravioletfluorescensen af

willemit (Zn_2SiO_4), som indikatorer for malmets metamorfose og omdannelsesprocesser (E. Makovicky).

Anden virksomhed:

Instituttet forestår driften af laboratorier for røntgen-diffraktion, elektronmikroskopi, lysbrydningsbestemmelse, mikrokemisk analyse og optisk goniometri, som benyttes af medarbejdere ved Geologisk Centralinstitut, Grønlands geologiske Undersøgelse, Danmarks geologiske Undersøgelse og Danmarks tekniske Højskole.

Arbejde inden for videnskabelige organer:

Aa. Jensen er medlem af IMA's Commission on Gem Materials.

O. Jørgensen er Danmarks repræsentant i IMA's Commission on Crystal Growth.

E. Makovicky er medlem af IMA's Commission on Physics of Minerals og IMA's ad hoc Committee on Sulphosalts. Endvidere er han medlem af ad hoc Subcommittee for the Nomenclature of Inorganic Structure Types of the International Union of Crystallography.

H. Micheelsen er medlem af IMA's Commission on New Minerals and Mineral Names.

J. Rønsbo er medlem af IMA's Commission on Mineral Data and Classification.

Arbejde inden for kollegiale organer:

Aa. Jensen er medlem af Centralinstitutbestyrelsen for Geologisk Central Institut.

E. Leonardsen er medlem af fakultetets EDB-udvalg.

E. Makovicky er bestyrer for Institut for Mineralogi samt medlem af Centralinstitutbestyrelsen for Geologisk Centralinstitut.

H. Micheelsen er medlem af Geologisk Studienævn samt Licentiatudvalget.

J. Rønsbo er medlem af Centralinstitutets apparat-udvalg.

Rejser og gæsteforelæsninger:

I foråret 1986 var E. Makovicky på 4 måneders studieophold ved Department of Geology and Geophysics, Yale University, USA. Endvidere har han holdt foredrag ved U.S. Geological Survey, Reston, Virginia. J. Rønsbo og E. Makovicky har deltaget med posters og foredrag i »14th General Meeting of the International Mineralogical Association«, 12-19 juli 1986 i Stanford, USA. Som led i international samarbejde, J. Rønsbo besøgte i oktober 1986 Laboratoire de Petrologie, Université P. et M. Curie, Paris.

H. Lindgreen har deltaget i »3rd Conference on Petroleum Geology of NW Europe« i London i oktober 1986 med foredrag.

Publikationer:

Makovicky, E., Nørrestam, R.: The crystal structure of jaskolskiite. $\text{Cu}_x\text{Pb}_{2+x}(\text{Sb,Bi})_{2-x}\text{S}_5$ ($x=0,2$), a member of the meneghinite homologous series. Zeitschrift für Kristallographie 171, s. 179-94, München 1985.

Makovicky, E., Mumme, W.G.: The crystal structure of izoklakeite $\text{Pb}_{51,3}\text{Sb}_{20,4}\text{Bi}_{19,5}\text{Ag}_{1,2}\text{Cu}_{2,9}\text{Fe}_{0,7}\text{S}_{114}$. The kobellite homologous Series and its derivatives. Neues Jahrbuch Miner. Abh. 153, s. 121-45, Stuttgart 1986.

-: Symmetry of art: coloured and generalized symmetries. Journal for Computers and Mathematics with Applications Vol. 12B, Nos. 3/4, s. 949-80, Oxford 1986.

-, Karup-Møller, S.: New data on giessenite from the Bjørkåsen sulfide deposit at Ottoften, Northern Norway. Canadian Mineralogist Vol. 24, s. 21-25, Toronto 1986.

-, Zakrzewski, M.A.: Izoklakeite from Vena, Sweden, and the kobellite homologous series. Canadian Mineralogist Vol. 24, s. 7-18, Toronto 1986.

-: Cyclically twinned sulphosalt structures and their approximate analogues. Zeitschrift für Kristallographie 173, s. 1-23, München 1985.

Makovicky, M., Makovicky, E., Rose-Hansen, J.: Experimental studies on the solubility and distribution of platinum group elements in base-metal sulphides in platinum deposits. Metallogeny of basic and ultrabasic rocks. Proceedings of the conference "Metallogeny of basic and ultrabasic rocks", M. J. Gallagher, R. A. Ixer, C. R. Neary, H. M. Prichard (ed.), s. 415-25, Edinburgh 1986.

Micheelsen, H.: Applied Crystal Optics, Part One. København 1986, 115 s.

-: Applied Crystal Optics Part Two. København 1986, 125 s.

Emil Makovicky

4. Institut for Petrologi

Historie:

Institut for Petrologi er, som omtalt i Årbog 1984, oprettet i 1967 ved en opdeling af det hidtidige Mineralogi-geologiske Institut. Siden 1983 har instituttet været placeret i Østervold 10 kompleksets område VI.

Lokaleforhold m.v.:

Som led i de besparelser, som blev pålagt fakultetet i 1986, er der truffet beslutning om lukning af instituttets spektrallaboratorium. Det er i løbet af 1986 blevet forsøgt at finde mulighed for en videreførsel af laboratoriet ved hjælp af eksterne midler, men uden held.

Laboratoriet vil derfor blive lukket med udgangen af 1986. Derved nedlægges det eneste spektrallaboratorium der findes ved de geologiske institutter i Danmark.

Iltisotoplaboratoriets fluorinationslinie, der har været lukket af arbejdstilsynet i næsten to år, er blevet genåbnet i begyndelsen af året efter at arbejdstilsynet har godkendt de foretagne forbedringer af bl.a. ventilationsanlæg og destruktionskolonne. Laboratoriet er under genindkøring og forventes i fuld drift i 1987.

Neutronaktivierungsanalyse-laboratoriet er som led i en samarbejdsaftale blevet udbygget med en germanium- og en planar-detektor med computer kontrol. For Geologisk Centralinstitut er i 1986 bl.a. blevet udført analyser på sedimenter af Tertiær og Kridt alder, og vulkanske bjergarter fra Italien og Kamchatka.

I 1986 blev Centralinstitutets EDB-kapacitet øget gennem bevilling af RUA-midler. Hermed fulgte et behov for instruktion af medarbejdere og specialestuderende i brugen af PC'erne og programmet. Institutet har foreløbig for en periode af to år fritaget lektor O. Larsen for driften af Isotoplaboratoriet med henblik på videreuddannelse i EDB, herunder digital billedbehandling. O. Larsen har afholdt korte instruktionskurser i brug af PC'er og af tekstbehandlingsprogrammer. Der er udarbejdet et antal brugermanualer.

Stab:

VIP: Antal årsværk: 8.

Professor: H. Sørensen.

Afdelingsleder, lektor: J. Rose-Hansen.

Lektorer: J. Bailey, H. Bollingberg, C. K. Brooks, O. Larsen, H. P. Zeck.

Adjunkt: P. M. Holm.

Nordisk stipendiat: Kirsten Hansen.

Energiforskningslønnat stipendiat: Jørgen Jensenius.

Niels Bohr Stipendiat: Jens Konnerup-Madsen.

Statsstipendiat: Stephanos Kilias (Thessaloniki), Mortada Moured El Aref (Cairo).

TAP: Antal årsværk: 3,5.

Lilian Andresen, Jytte Meyer, Birthe Møller, Gitte Sjørring, Inge Vestergaard, Peter Venslev.

Aflønnet af Grønlands geologiske Undersøgelse: Peder Blom, John Lind.

Projektlønnet: Poul V. Andersen.

Forskningsvirksomhed:

Institutets forskningsvirksomhed falder inden for fagområderne mineralogi, petrologi, geokemi og isotopgeologi og behandler især magmabjergarter og metamorfoserede bjergarter. Derudover har medarbejdere ved instituttet beskæftiget sig med bl.a. miljøgeokemiske undersøgelser og geostatistisk behandling af specielt geokemiske data.

Formålet med forskningsindsatsen er at frembringe ny viden om vigtige bjergarters forekomst og dannelse, samt at yde bidrag til forståelsen af de geolo-

giske processer, der er årsag til dannelsen af specielt magmabjergarter og metamorfe bjergarter. En række af forskningsprojekterne vedrører derudover emner af økonomisk-geologisk og miljø-geologisk interesse, og det er et særkende for en del af instituttets forskningsvirksomhed, at grundvidenskab og anvendelsen af forskningsvirksomhed søges integreret. Blandt andet i lys af dette finansieres flere forskningsprojekter af EF's råstofforskningsprogram og af energiministeriets forskningsbevilling.

Institutets forskning er i overvejende grad baseret på feltundersøgelser, især i Grønland, Sverige og Norge, men også i Danmark, Italien, Frankrig, m.fl. steder. Feltarbejdet består i kortlægning og opmåling af de undersøgte geologiske formationer, i tolkning af feltiagttagelserne og i prøvetagning.

Moderne petrologisk og geokemisk forskning er baseret på adgangen til at få udført et meget stort antal kemiske analyser af de indsamlede prøver af bjergarter og af disses mineraler. Analyserne omfatter såvel hovedgrundstoffer og sporgrundstoffer, som bestemmelse af isotopforhold. Bearbejdelsen af de store datamængder kræver omfattende EDB-behandling kombineret med eksperimentelle undersøgelser af de pågældende systemer. Tolkningen sker iøvrigt med anvendelse af klassiske petrografiske metoder, først og fremmest med anvendelse af polarisationsmikroskopet. Dette er metoder, som i stigende grad er ved at vinde indpas i materialeforskningen.

Ved instituttet er indrettet laboratorier for fremstilling af tyndslib af mineraler og bjergarter, mineralseparation, petrografisk analyse, kemisk analyse ved røntgenfluorescens-, spektral- og neutronaktivierungs-metoder, analyse af væske-gas-indeslutninger i mineraler, eksperimentel petrologi og massespektrometrisk bestemmelse af isotopforhold. Som nævnt i afsnit 2 opfører anvendelsen af spektralanalyse med udgangen af 1986.

Samspillet mellem den fluide fase og jordskorpens og den øvre kappes bjergarter er et centralt tema i meget af forskningen ved instituttet og er en del af et af de to hovedforskningsmiljøer ved Geologisk Centralinstitut: Skorpe-kappe-systemet og lithosfærens dynamik og udvikling. Forskningsområdet gas-væske-indeslutningsstudier og relateret termodynamik er blevet Geologisk Centralinstituts mærkesag for 1988 som led i den i foråret 1986 gennemførte faglige planlægning 1987-1993.

De til instituttet knyttede specialestuderende udfører i videst muligt omfang deres specialestudier i direkte tilknytning til de løbende forskningsprojekter.

Den forskning der foregår ved instituttet vil i det følgende blive beskrevet under overskrifterne magmabjergarternes petrologi og geokemi, de metamorfe bjergarters petrologi og geokemi, eksperimentel petrologi, studiet af væske-gas-indeslutninger, isotopgeologi og miljøundersøgelser.

1. Magmabjergarternes petrologi og geokemi

Magmabjergarter opstår ved størkning af smeltmasser, magmaer, der er dannet i dybder fra ca. 15 til mere end 200 km under jordoverfladen. Størkningen kan ske i forbindelse med vulkanske processer på jordoverfladen under dannelse af lavaer og andre vulkanske bjergarter. På større dyb kan smeltmasserne trænge ind i, intrudere, de eksisterende bjergarter under dannelse af intrusioner.

1.1 Alkaline bjergarter

En væsentlig del af instituttets forskning inden for magmapetrologien har igennem en årrække haft alkaline bjergarter som et hovedemne. Det er først og fremmest studiet af forekomster af alkaline bjergarter i Sydgrønland og i Østgrønland, der har bragt instituttet i frontlinien inden for dette felt. Denne forskning er i de senere år udvidet til at omfatte forekomster i Italien og Frankrig, og der er planer om at anvende de indvundne erfaringer ved igangsætning af nye undersøgelser i bl.a. Norge og på nogle af Stillehavets vulkanøer.

1.1.1 Undersøgelser i Narssaq-området

Medarbejdere ved instituttet, samt specialestuderende, har gennem en årrække foretaget undersøgelser i Narssaq-området i Sydgrønland i et samarbejde med medarbejdere ved Grønlands geologiske Undersøgelse, Risø og udenlandske kolleger, bl.a. i Sovjetunionen og Frankrig.

Undersøgelserne har været centreret omkring Ilímaussaq-intrusionen, men omfatter desuden studier af Narssaq-intrusionen og Narssaq-områdets miljøgeokemi.

Ilímaussaq-intrusionen er dannet for ca. 1150 millioner år siden og er en del af en vulkansk provins, som på den daværende jordoverflade må antages at have mindst meget om de vulkanfelter, som i dag kan iagttages i de østafrikanske riftdale. Ilímaussaq-intrusionen er dannet ved at smeltmasser (magmaer) er blevet opfanget ca. 2 km under den daværende jordoverflade, måske i en vulkans »rodzone«, hvor de er størknet under et stærkt og uigennemtrængeligt tag (den overliggende jordskorpe), som har forhindret magmaets indhold af flygtige grundstoffer i at undvige. Resultatet af dette er, at intrusionen opbygges af særprægede bjergarter, som er usædvanlig rige på sjældne grundstoffer som f.eks. beryllium, lithium, tin, niob, zirkonium, uran og thorium, samt flygtige grundstoffer som f.eks. fluor og chlor. Bjergarterne er rige på sjældne mineraler, hvoraf en del kun kendes fra dette ene område. Der er til nu påvist ca. 200 forskellige mineraler i området. Undersøgelserne har først og fremmest været rettet imod at udrede bjergarternes dannelsesforhold, samt mod undersøgelser af mineralforekomster med interessante indhold af f.eks. beryllium, lanthanoider og uran. Den mest kendte af disse fore-

komster er uranforekomsten på Kvanebjerg. Der er lagt særlig vægt på at belyse den fluide fases sammensætning og betydning.

Af arbejder udført i 1985 kan nævnes:

1.1.1.1 Et flerårigt geokemisk projekt, som er rettet mod en kvantitativ geokemisk analyse af intrusionen, er blevet fortsat. Formålet er at opstille et totalt »geokemisk budget« for intrusionen. Der foretages analyse af hoved- og sporelementer på bjergarterne og disses separerede mineraler (J. Bailey, J. Rose-Hansen, H. Sørensen). Undersøgelser af isotopforhold er planlagt, men endnu ikke påbegyndt.

1.1.1.2 En undersøgelse af dannelsen af lag i en del af Ilímaussaq-intrusionens bjergarter i forbindelse med afholdelsen af en NATO Advanced research Workshop i Sydgrønland i august 1986. H. Sørensen var medlem af organisations-komiteen og stod for den praktiske gennemførelse af feltundersøgelserne og det tilknyttede symposium. En afhandling er færdiggjort i samarbejde med Lotte Melchior Larsen, GGU, til en sammenfattende symposiepublikation. Mange magmabjergarter har udviklet en lagdeling der umiddelbart synes at være identisk med den lagdeling, der findes i sedimentet, og som er dannet ved sedimentation af korn efter størrelse og massefylde. Lagdeling udviklet i magmabjergarten kakortokit, der findes i den sydlige del af Ilímaussaq-intrusionen, blev af N. V. Using i 1912 i en klassisk afhandling tolket som et resultat af en sådan sedimentation af krystaller i et magma. Undersøgelser af specielt de fysiske egenskaber af magmaer har imidlertid i de seneste år fremkaldt tvivl om betydningen af sedimentation ved dannelsen af lag i magmabjergarter. Mange økonomisk vigtige mineraler findes som lag i magmabjergarter og lagdelingen giver iøvrigt betydningsfulde oplysninger om magmabjergarters størkningsproces. Dette er baggrunden for afholdelsen af den internationale workshop i Grønland. Den i forbindelse hermed foretagne undersøgelse af lagdelingen i kakortokit har vist, at en dannelse ved sedimentation er mulig, men tilsvarende lagdeling i andre intrusioner kan ikke forklares ved sedimentation. Der er derfor grund til at antage, at lagdelingen er fremkommet ved trinvis krystallisation af et lagdelt magma.

1.1.1.3 Arbejdet i Narssaq-intrusionen, der indgår i et licentiatprojekt, har været indstillet i 1986, idet den pågældende har søgt orlov fra sit stipendium. Der henvises til Årbog 1985.

1.1.2 Kryoliten ved Ivigtut

Et flerårigt petrologisk og geokemisk projekt, som er rettet mod en kvantitativ geokemisk analyse af Ivigtut-graniten og den ledsagende kryolitforekomst er blevet fortsat. Graniten tilhører den senprækambriske

Gardar alkaline magmatiske provins i Sydgrønland og dens geokemi angiver en dannelse ved fraktionering af et basisk magma (J. Bailey).

1.1.3 Alkaline bjergarter i Italien

Studiet af K-rige mafiske vulkaniter og tilknyttede granitiske bjergarter i Centralitalien er fortsat. Sammen med bjergarter som f.eks. de diamantførende kimberlitter, der blandt andet kendes fra Sydafrika og Sibirien, er de K-rige basaltiske bjergartstyper i Italien formodentlig et udtryk for en ekstrem udvikling af jordens kappe. P. M. Holm undersøger i samarbejde med J. Konnerup-Madsen og fem specialestuderende aspekter af denne tertiære til nutidige magmatiske aktivitet med moderne geokemiske og isotopgeokemiske metoder. Undersøgelserne er baseret på feltarbejde i Italien i området nord for Rom og på Elba.

Blandt delprojekterne kan nævnes undersøgelsen af fragmenter af kappemateriale bragt op til jordens overflade af en basaltisk lava; et strontium- og iltisotopstudium af basaltiske bjergarter med henblik på at karakterisere de reservoirer, som har haft indflydelse på deres dannelse; samt studiet af tre forekomster af granitiske bjergarter, hvis dannelse synes nært knyttet til de basaltiske bjergarter.

1.1.4 Alkaline bjergarter på oceanøer i Stillehavet

I 1985 blev det besluttet at udsende en international ekspedition til en række forekomster af alkaline bjergarter i Stillehavet, først og fremmest i fransk Polynesien med hovedindsatsen rettet mod en række øer i Marquesas-øgruppen. Formålet er at sammenligne forekomster af alkaline bjergarter i et oceanisk miljø med forekomster af tilsvarende bjergarter i kontinentale miljøer, som f.eks. Ilimaussaq-komplekset i Sydgrønland og bjergarter fra Oslo-området. De oceaniske forekomster viser de »rene« petrologiske og geokemiske udviklingslinier, idet man her kan se bort fra kontaminering forårsaget af skorpemateriale. Det skulle derved blive muligt at studere en række basale petrologiske problemstillinger ved sammenligninger mellem forekomster i oceaniske og kontinentale miljøer og ved inddragelse af den ekspertise, som den internationalt sammensatte forskergruppe tilsammen repræsenterer.

Det sovjetiske videnskabsakademi har stillet forskningsskibet »Akademik Boris Petrov« til rådighed i perioden januar til april 1988 og har indbudt professor H. Sørensen til at være videnskabelig koordinator for ekspeditionen. Denne ledes af professor L. N. Kogarko, Moskva, og professor R. Brousse, Paris medvirker som ekspert i planlægningsgruppen. H. Sørensen har i 1986 på møder i Cambridge, Paris, Narssarsuaq og København drøftet planlægningen med kolleger fra USSR, Frankrig, UK og USA. Ved udgangen af 1986 foreligger program og sejlplan for ekspeditionen. Carlsbergfondet har bevilget midler, der har mulig-

gjort H. Sørensens deltagelse i planlægningsarbejdet i 1986 (H. Sørensen).

1.1.5 Det i 1985 omtalte samarbejdsprojekt med professorerne R. Brousse og B. Bonin, Université-Paris-Sud har stort set ligget stille i 1986, når bortses fra afslutningen af den geologiske kortlægning af forekomster af alkaligraniter i Bonifatu-området i det nordlige Corsica, der indgår i et specialestudium ved Københavns Universitet. Anders Thyge Johansens rejse og feltarbejde i 1986 blev finansieret af undervisningsministeriet og af det franske ministerium for forskning og uddannelse, H. Sørensens tilsynsrejse af sidstnævnte.

1.1.6.1 Undersøgelsen af eruptivgange knyttet til riftzonen i Osloområdet i Norge er blevet afsluttet og en undersøgelse af hornfelter og magmabjergarter i samme område er blevet fortsat (H. Bollingberg).

1.1.6.2 Det i 1985 annoncerede samarbejdsprojekt med universitetet i Oslo rettet mod udforskningen af Oslo-områdets vulkanske og plutoniske bjergarter er ikke blevet realiseret i 1986, men står stadig højt på ønskelisten (H. Sørensen m.fl.).

1.2 Magmabjergarter i Østgrønland

Medarbejdere og specialestuderende ved instituttet har siden 1972 deltaget i et udbygget internationalt samarbejde rettet mod udforskningen af den tertiære magmaprovin og andre forekomster af alkaline bjergarter i Østgrønland. Dette arbejde har fra dansk side hovedsagelig været finansieret af bevillinger fra SNF og har været koordineret af C. K. Brooks. Udforskningen er sket i et snævert samarbejde med petrologer fra Canada, UK og USA.

Studiet af magmabjergarter i området omkring Kangerdlugssuaq er bl.a. interessant på grund af de oplysninger de giver om de tidligste faser af Nordatlantens dannelse for 55 millioner år siden, samt på grund af forekomster af økonomisk vigtige mineraler.

1.2.1 C. K. Brooks genoptog sin stilling ved Institut for Petrologi den 1. juli efter 3½ års ophold som professor ved University of Papua New Guinea og rejste umiddelbart efter hjemkomsten til Grønland, hvor han tilbragte to måneder i området omkring Ammassalik og 500 km nord derfor som medlem af en ekspedition udsendt af Grønlands geologiske Undersøgelse og med hovedformålet at undersøge området for nye malmforekomster. Der blev fundet flere lovende lokaliteter, og arbejdet bliver nu videreført af et canadisk mineselskab, hvad angår ædle metaller, og af GGU selv, hvad angår smykkesten- og industrimineralforekomster. Der blev iøvrigt opdaget en ny og interessant intrusion, som ligger uden for det område, hvor disse bjergarter tidligere er blevet kendt. Dette arbejde er et bidrag til det tidligere arbejde i Østgrønland.

1.2.2 Den geokemiske og isotopgeologiske undersøgelse af Kangerdlugssuaq-områdets magmapetrologi er fortsat. Delprojekter med hovedvægt på isotopundersøgelser er omtalt i et afsnit om isotopgeologi. I årets løb er en undersøgelse af Kærven Syenitkompleksets mineral kemi og geokemi blevet afsluttet, og resultaterne er under offentliggørelse. Dette arbejde har sammen med isotopundersøgelser af samme kompleks afdækket, at Kærvenintrusionen har en central placering for forståelsen af den magmatiske udvikling i Kangerdlugssuaqområdet, idet dens bjergarter synes at indeholde informationer om den tidligste magmatiske udvikling i området i tertiærtiden. Et opfølgende feltarbejde i sommeren 1986 med det hovedformål at kortlægge komplekset blev finansieret af SNF. Feltresultaterne har først og fremmest bekræftet den komplekse natur af intrusionen og givet et bedre grundlag for tolkningen af de geokemiske resultater (P. M. Holm, N. -O. Prægel).

1.2.3 Licentiatprojektet, der havde som formål at urede den geologiske hævningshistorie af de krystalline bjergarter i Scoresby Sund området efter den kaledoniske foldning blev afsluttet i foråret 1986 (Kirsten Hansen).

1.3 Kalk-alkaline vulkanske bjergarter fra Kurilerne og Kamchatka

En petrologisk undersøgelse af vulkaniter af kridt til recent alder fra Kurilerne og Kamchatka og de foretagne mineralkemiske, geokemiske og isotopgeokemiske undersøgelser har bekræftet, at lavtryks-fraktionering har ført til dannelse af smelter af dacit og andesit. De petrologiske variationer på tværs af ørækken og indeslutninger af anorthositiske og dioritiske xenoliter i lavaerne undersøges (i samarbejde med Ole Larsen og professor T. I. Frolova, Moskva) (J. Bailey).

1.4 Troodos Projektet, Cypern

Projektet, der studerer opbygningen af oceanbundens jordskorpe gennem dybdeboringer i Troodos-massivet på Cypern, som er et stykke opskudt oceanbund, er fortsat. Under C. K. Brooks' orlov er den danske del af projektet blevet varetaget af lektor G. Schönharting, Institut for almen Geologi. Et specialestudium knyttet til instituttet er afsluttet. En publikation er udkommet, og en afhandling foreligger i manuskript.

2. De Metamorfe bjergarters petrologi og geokemi

Fagområdet omfatter studiet af kemiske, mineralogiske og strukturelle ændringer i bjergarter under indflydelse af ændringer i det fysiske og kemiske miljø. Det har et naturligt overlap med fagområderne sedimentologi (lavgradig metamorfose-diagenese), strukturel geologi (fabric-analyse og mikroskopisk deformationsanalyse), magmatisk petrologi (høj-gradig metamorfose-anatexis) og malmgeologi (interaktion

nen mellem bjergarter og den fluide fase – hydrotermale malmdannelse). Følgelig foregår de metamorfe rekrySTALLISATIONSprocesser ved meget varierende temperaturer og tryk og i vidt forskellige dele af jordkloben. Lav-gradig metamorfose og diagenese foregår ved meget lave temperaturer og tryk (100-300°C, 500-1500 atmosfærer), mens rekrySTALLISERINGS-processer i peridotiter, som udgør Jordens Kappe, foregår i fra 50 til 500 km's dybde ved 1000-2000°C og 10.000-100.000 atmosfærers tryk.

2.1 Metamorfe og metasomatiske processer – reaktioner mellem bjergarter og den fluide fase, massebalance-undersøgelser

2.1.1 Interaktioner mellem basalt og havvand: spilit dannelsen

Undersøgelserne har i 1986 været koncentreret på en serie spilitter fra Dalsland Suprakrustal-gruppen i Sverige, der består af metamorfoserede sedimentter og vulkanske bjergarter. Spilit-Formationen i denne serie består af basalter som har reageret med havvand under deres ekstrusion på havbunden, og senere har gennemgået en regional metamorfose ved 200-300°C. Ved denne fluid/rock interaktion er det magmatiske glas og den magmatiske mineralogi blevet erstattet med et metamorft mineralselskab hvori chlorit, albit, epidot og aktinolit dominerer. Ikke alene mineralogien men også kemien i de på denne måde opståede spilitter er forskellig fra udgangsbjergarten. I indværende år er udviklingen af Rb-Sr isotop-systemet i disse bjergarter og i de forskellige mineralfaser blevet undersøgt. Det har vist sig at det er muligt at fastlægge det præcise tidspunkt for bjergarternes rekrySTALLISERING: 990 ± 10 millioner år siden. Den benyttede radiometriske dateringsmetode benytter sig af henfald af ^{87}Rb til ^{87}Sr , det såkaldte radiogene Sr. Ved præcise massespektrometriske målinger af de producerede mængder radiogent dannet Sr i bjergarter og mineraler får man et mål for, hvor længe systemet har produceret radiogent Sr og derved for dets alder. Undersøgelserne er gennemført i samarbejde med Det isotopgeologiske Forskningsinstitut ved universitetet i Münster, Vesttyskland og finansieres af Statens naturvidenskabelige Forskningsråd (H. P. Zeck).

2.1.2 Interaktioner mellem gabbroiske bjergarter og en metamorf fluid fase – masse balance-undersøgelser

Den kemiske sammensætning af en serie gabbroiske bjergarter er sammenlignet med kemien af deres metamorfoserede æquivalenter, og sammenholdt med den mineralogiske udvikling i bjergartsserien. I nogle år har H. P. Zeck studeret de kemiske effekter af sådanne overgange og resultaterne er blevet publiceret i en række afhandlinger. Disse undersøgelser af rekrySTALLISERINGSprocessers kemiske balance er af stor interesse for forståelse af dannelse af hydrotermale

malmforekomster og den mere generelle udvikling af metamorfe bjergartskomplekser. De forudgående undersøgelser har ført til den erkendelse, at opstilling af en mere præcis kemisk balance-model er betinget af tilstedeværelse af præcise oplysninger om volumenefekten af den pågældende metamorfe overgang. I 1986 er der udført præcise beregninger som har resulteret i en tilfredsstillende model til at forklare disse volumenændringer og til at gøre rede for den indflydelse de har på de metasomatiske processer. Resultaterne er nedfældet i et manuskript (H. P. Zeck).

2.2 Anatolien projektet – Ophiolit obduktion og dertil knyttet bjergarts-opsmeltning i den Nedre Skorpe, det Alpine Bælte, Tyrkiet

Projektet beskæftiger sig med et område i det østlige centrale Anatolien. Det omfatter et obdukeret ophiolit-kompleks som er tektonisk interkaleret med Mesozoiske karbonat-bjergarter. Komplekset intruderer af en serie plutoniske bjergarter, som har kontaktmetamorfoseret deres siden og induceret en omfattende hydrotermal aktivitet, som sættes i forbindelse med en økonomisk vigtig jernmalmsforekomst (magnetit/hematit).

Isotop-geologiske undersøgelser af både $^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr}$ / ^{87}Sr og $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ systemer i disse bjergarter forventes at give oplysninger om de geokemiske reservoarer som har været involveret i tilblivelsen af områdets komplicerede geologiske forhold, når resultaterne er blevet underkastet en nærmere granskning. En mindre del af det ved feltkampagnen i 1985 indsamlede materiale er blevet analyseret i instituttets isotoplaboratorium. Arbejdet har været fokuseret på $^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr}/^{87}\text{Sr}$ systemet i de intrusive granitiske bjergarter. Det har vist sig, at bjergartskomplekset er uforventet inhomogent og er opbygget af i det mindste to separate magma pulser. Intrusionsalderen for hele komplekset henhører til det øvre Nedre-Kridt, en tidsperiode i jordklodens udvikling, hvori blandt andet bjergarterne som danner Møns Klint og klinerne ved Dover er blevet til. Forholdet af Strontium isotoperne $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ indicerer, at de magmatiske smelter, som har givet ophav til de granitiske bjergarter, stammer fra opsmeltning af den Nedre Skorpe som i området på det tidspunkt har ligget på 50-90 km dybde. Resultaterne af disse teoretiske overvejelser er blevet nedfældet i 2 manuskripter. Projektet gennemføres i samarbejde med den Tyrkiske geologiske Undersøgelse, og støttes finansielt af de Tyrkiske myndigheder og Det naturvidenskabelige Forskningsråd (H. P. Zeck).

2.3 Peridotit komplekser og den orogene evolution i de Betiske Cordillerer, S. Spanien

Projektet indledtes i sommeren 1986. Det omfatter et studium af nogle peridotit-legemer i Syd-Spanien og disses geologiske placering i dette alpine orogen. Peridotit er en bjergart som opbygger den Øvre Kappe,

den del af jordkloden som ligger under skorpen, som er de øverste 40-50 km af jordkloden. At vi finder disse bjergarter blottet ved den nuværende overflade er vidnesbyrd om de indgribende tektoniske bevægelser, som har været aktive ved den alpine orogenese, den fase af globale bjergartskæde-dannelse, som blandt andet har givet ophav til Alperne og Himalayakæderne, og altså også de Betiske Cordillerer i Syd Spanien. De peridotitiske bjergarter er trængt diapirisk op fra den øvre Kappe som en meget varm krystal-»grød«. Efter deres indtrængen er materialet helt krystalliseret og har opvarmet de bjergartskomplekser det trængte ind i. Det har resulteret i, at disse bjergarter er blevet metamorfoseret, rekrystalliseret under dannelse af nye mineraler og bjergartsstrukturer. Projektet fokuserer på et studium af den interne struktur og mineralogi af peridotiterne og den metamorfe evolution af de tilstødende bjergarter. Det er hensigten at foretage en regional sammenligning mellem den temperatur/tryk udvikling i de forskellige dele af denne orogene kæde. En nogenlunde kvantificeret evaluering af disse forhold vil være af særdeles stor betydning for forståelsen af den orogene proces i de Betiske Cordillerer. Fra spansk side har en række videnskabelige medarbejdere fra universitetet i Granada været involveret i projektet, samt nogle licentiatsuderende. Fra dansk side deltager H. P. Zeck, og to specialestuderende har udført feltarbejde. Projekter finansieres af NATO og Det spanske Forskningsråd.

2.4 Dalslands geologi – geologisk kartering og geologisk syntese

Projektets formål er at klarlægge den geologiske udvikling af det prækambriske grundfjeld i det nordlige Dalsland, Syd-Sverige, ud fra detaljerede geologiske feltundersøgelser suppleret med laboratorieundersøgelser. Tidligere undersøgelser har fastslået, at områdets nuværende geologi er formgivet i perioden fra for ca. 1800 til 850 millioner år siden ved dannelse af magmatiske sedimentære og metamorfe bjergarter, mens området har gennemgået forskellige faser af intens deformation, foldning og knusning.

Ca. 20 specialestuderende deltager og har deltaget i projektet. Væsentlige dele af undersøgelserne er i et fremskredent stadium. Kompilering af resultaterne foregår, og det geologiske kort over området sammenlægges. I 1986 er udført feltundersøgelser af den ældste suprakrustalserie i Tøsse området, og H. P. Zeck har ydet bidrag til Sveriges geologiska Undersöknings rapport Ah 13 om Älvborgs Läns malme, industrielle mineraler og dets generelle geologiske opbygning. Arbejdet udføres i samarbejde med Sveriges geologiska Undersökning som også støtter projektet finansielt. Yderligere støtte ydes af Statens naturvidenskabelige Forskningsråd og Københavns Universitet (H. P. Zeck).

2.5 Eklogitter og granatpyroxenitter i Vestnorge

Studiet af eklogitter og pyroxenitter, bjergarter der er dannet under ekstremt høje tryk, kan være et hjælpemiddel til at tolke geologiske processer dybt i jordskorpen eller i den øvre kappe. Et af de bedste områder i verden til at studere disse bjergarter er vestkysten af Norge, hvor allerede P. Eskola beskrev dem (1921). Emnet er blevet stærkt aktualiseret gennem »Griffin gruppen«s arbejde i de seneste år.

Eklogitter og pyroxenitter består af kun to hovedmineraller: granat og pyroxen.

Der består den mulighed, at eklogitterne er dannet dybt i jordskorpen, medens pyroxenitterne stammer fra jordens kappe.

Der er hidtil ikke foretaget mange sporelement-analyser af mineralerne i disse bjergarter. Undersøgelsen af sporelement-fordelingen mellem sameksisterende granat og klinopyroxen er blevet fortsat i 1986.

Studiet af de regionale K_D gradienter (fordelingskoefficienter) for om muligt at kalibrere dem mod gradienter bestemt ved hjælp af hovedelementer (Mg/Fe), samt studiet af sporelementerne som middel til at finde nye metoder til at bestemme dannelses temperatur eller alternativt at kontrollere tidligere bestemmelser udført ved andre metoder, nåede ikke at blive afsluttet p.g.a. laboratoriets lukning 31.12.1986 (Haldis Bollingberg).

3. Væske-gas-indeslutninger i mineraler

Undersøgelser af væske-gas-indeslutninger foretages med henblik på oplysninger om tryk, temperatur og kemisk sammensætning af den geologiske fluide fase, der har medvirket i den endelige udformning af en lang række bjergarter. Ud over mindre service-betonede undersøgelser foretaget i forbindelse med andre projekter ved Geologisk Centralinstitut har undersøgelser af væske-gas-indeslutninger været en væsentlig del af følgende projekter:

3.1 Kulbrinter i jordens skorpe og øvre kappe. Undersøgelserne har været rettet mod mineraler fra fragmenter af jordens øvre kappe, bragt op til overfladen med lavaer, mod mineraler fra ældre dele af ocean-skorpen, skudt op over kontinentområder i forbindelse med storskala skorpebevægelser, samt mod mineraler fra Ilímaussaqbjergartskomplekset i syd Grønland. Interessen har især været knyttet til en mulig uorganisk dannelse af kulbrinter. Undersøgelserne har blandt andet omfattet analyse af stabile isotoper i mineraler og væske-gas-indeslutninger og gasanalyser af enkelt-indeslutninger ved hjælp af Raman spektroskopi. Undersøgelserne viser, at kulbrinte-gasser kun dannes under meget sjældent forekommende, stærkt reducerende forhold og ved temperaturer mellem 300° og ca. 500°C. Undersøgelserne har endvidere vist, at reaktionskinetiske faktorer spiller en væsentlig større rolle ved sådanne temperaturer end hidtil antaget.

Undersøgelserne foretages i samarbejde med Centre de Recherches Pétrographiques et Géochimiques (CRPG) og Centre de Recherche sur la Géologie de l'Uranium (CREGU), Nancy, Frankrig, og Utrecht Universitet, Holland (Jens Konnerup-Madsen, John Rose-Hansen).

3.2 Væske-gas indeslutninger og malmforekomster. Undersøgelser af væske-gas indeslutninger til bestemmelse af dannelsesbetingelserne af malmforekomster er foretaget i forbindelse med følgende projekter:

3.2.1 Den metamorfoserede Marmorilik Fe-Pb-Zn forekomst i vest Grønland. Undersøgelserne har vist, at malmforekomsten efter sin oprindelige dannelse har været udsat for tryk på ca. 2.5 kbar og temperaturer omkring 350° til 450°C. I forbindelse med denne metamorfose skete en remobilisering af dele af malmlegemet i nærvær af meget saltholdige vandige opløsninger mættede med CO_2 - CH_4 gasser. Markante forskelle i CO_2/CH_4 -forholdet har kunnet relateres til graden af deformation af malmen, således at stærkt deformerede partier er præget af høje CH_4 -koncentrationer. Undersøgelserne har muliggjort en mere detaljeret beskrivelse af den fluide fases karakter under metamorfosen og remobiliseringen af dele af malmlegemet (J. Konnerup-Madsen).

3.2.2 Undersøgelser af scheelit (Wolfram) forekomster og tilknyttede guld og Pb-Zn mineraliseringer i den servomakedonske zone, Chalkidiki halvøen, Grækenland. Undersøgelserne sigter mod en regional undersøgelse af de geologiske fluide faser, der var knyttet til dannelsen af gruppen af mineraliseringer som helhed. Resultaterne, der er baseret på undersøgelser af både væske-gas-indeslutninger og stabile isotoper i mineraler, har vist, at malmene er dannet fra forskellige typer af opløsninger, men generelt ved temperaturer omkring 300°C og tryk på mellem 1 og 2 kbar. Opløsningerne kan karakteriseres som blandinger af forholdsvis saltholdige vandige opløsninger og CO_2 -dominerede gasser. Undersøgelserne udføres i samarbejde med Institute of Geology and Mineral Exploration, Athen, Grækenland (Stipendiat Stephanos Kilias; vejledere Jens Konnerup-Madsen, John Rose-Hansen).

3.2.3 Undersøgelser af stratiforme og stratabundne sulfid- og oxid-malmforekomster i Sinai området, Ægypten. Undersøgelserne er netop påbegyndt, men tilstedeværelsen af kulbrinter og saltholdige vandige opløsninger i forbindelse med malmdannelsen er allerede påvist ved hjælp af væske-gas-indeslutninger i tilknyttede mineraler (Stipendiat Dr. Mortada Moured El Aref, Jens Konnerup-Madsen, John Rose-Hansen).

3.2.4 Undersøgelser af væske-gas-indeslutninger i kryolit-forekomsten og de tilknyttede granittyper ved Ivigtut, syd Grønland, er fortsat. Undersøgelserne viser en udvikling i fluid-fasens sammensætning fra meget CO₂-rige sammensætninger til rent H₂O parallelt med udviklingen af selve kryolit-forekomsten, samt at forekomsten er dannet på et sent stadium i udviklingen af bjergarterne under tryk og temperaturer på ca. 1 kbar og 400° til 200° (Jens Konnerup-Madsen).

3.2.5 Dannelsesbetingelserne for kobber-porfyrimineraliseringer i Grækenland. De foreløbige resultater har bl.a. vist, at det græske materiale ikke viser tegn på kogning, samt at saliniteterne er lavere end man normalt har påvist ved porfyrimineraliseringer (J. Konnerup-Madsen, J. Rose-Hansen i samarbejde med kolleger i Grækenland).

3.3 Væske-gas-indeslutninger i sedimentære bjergarter. Undersøgelserne af væske-gas-indeslutninger i diagenetisk dannede mineraler har været koncentreret om fire projekter:

3.3.1 Klarlæggelse af betingelserne for høj-temperatur diagenese af et højt-liggende olie-reservoir i kalk fra Skjold feltet i Nordsøen. Undersøgelserne er støttet gennem et energiforskningsprojekt for Oliegiministeriet (Stipendiat Jørgen Jensenius; vejledere: Jens Konnerup-Madsen, John Rose-Hansen).

I foråret 1986 indledtes en undersøgelse af sprække-udfyldende calcit fra olie-reservoiret i Skjold feltet, Dansk Nordsø. I disse undersøgelser er følgende metoder anvendt: Væske-gas-indeslutnings-mikrotermometri, stabile isotoper (O og C), radiogene isotoper (Sr), sporelement analyse (Optisk Emissions Spectrografi), cathodeluminiscens-mikroskopi og fluorescens mikroskopi. Resultatet tyder på, at der omkring salt-diapirerne der underlejrer mange af oliefelterne i Nordsøen, har eksisteret storskala konvektionssystemer af varmt vand af dybsedimentær oprindelse. Dette vand har i høj grad præget diagenesen af kalkreservoirerne og medført, at en del af de for olieudvindingen vigtige sprækker er blevet udfyldt med calcit. Stabile-isotop-analyser tyder på, at sulfat-reducerende bakterier har produceret en del af den bicarbonat, der er brugt til dannelsen af sprække calciten. Det synes endvidere som om de kemiske reaktioner i selve kalken kun er påvirket af temperatur-forøgelsen, og ikke af kemiske reaktioner i sprækkerne (f.eks. bakterielle). Disse overraskende resultater er af stor vigtighed for opfattelsen af diagenesen af kalkstens-olie-reservoirer. En artikel er afsluttet og en anden under sammen-skrivning (J. Jensenius).

3.3.2 Undersøgelser af betingelserne for kvartscementering af sandsten i jurassiske formationer fra Nordsøen. Undersøgelserne har muliggjort beregnin-

ger af palæogeotermiske gradienter og temperaturbetingelserne for cementeringen. Undersøgelserne udføres i samarbejde med Oslo Universitet, Norge (J. Konnerup-Madsen).

3.3.3 En undersøgelse af væske-gas-indeslutninger i danske paleozoiske sedimenter er afsluttet med en artikel (resultaterne omtalt i Årbog 1985) (J. Jensenius).

3.3.4 Nordgrønlandske paleozoiske sedimenter. I samarbejde med projekt Nordolie (GGU) er ved hjælp af væske-gas-indeslutninger og stabile isotoper undersøgt calcit og dolomit fra olie-udfyldte sprækker i paleozoiske sedimenter fra Nordgrønland. Disse giver bimodale temperaturer omkring 80 og 140°C og saliniteter omkring 27 wt. % CaCl₂ eq. I øjeblikket arbejdes der med tolkningen og sammenskrivning af disse data (J. Jensenius).

4. Eksperimentel petrologi

I laboratoriet bestemmes dannelsesbetingelserne for mineraler og bjergarter ved at udsætte mineraler og kunstige mineraler for forskellige tryk, temperaturer og kemiske opløsninger. Studierne foretages såvel »tørt« (op til 1500°C) som ved væsketryk på op til 2000 atm og 1000°C. Der arbejdes ved såvel ensartet temperatur som med temperaturgradienter i autoklaven.

Følgende projekter er udført i årets løb:

4.1 Platinforekomsters dannelsesbetingelser

Første del af projektet, hvis formål er at bidrage til forståelsen af mekanismer for dannelsen af platinforekomster, er afsluttet. Projektet har været økonomisk støttet af EF. Opløseligheden af platinmetallerne Pt, Pd, Ru, Rh i pyrit, chalcopryrite/isotrop Cu-Fe-S solid solution, pentlandite/troilit er studeret ved 900°C, 500°C og 300°C. Undersøgelsen har vist, at dannelsen af platinforekomster skyldes et samspil af flere processer:

4.1.1 Udskillelse af og videreudvikling af specielt kobberrige residuale smelter.

4.1.2 Optagelse af platinmetaller i pyrrhotit og pentlandit og evt. senere udskillelse af platinmetaller. To afhandlinger er trykt, to under trykning (M. Makovicky, J. Rose-Hansen, E. Makovicky, Institut for Mineralogi).

4.2 Eksperimentel undersøgelse af stabiliteten af danske saltforekomster

Studiet, der er en del af projektet Paragenese og Geokemistudier af K-Mg-zoner i Det nordjyske Zechstein bassin, har været støttet økonomisk af Energiministeriet under EFP-84. Undersøgelsen har bl.a. bidraget til fastlæggelsen af den mineralogiske sammensætning

af saltparageneser i temperatur/trykområdet op til 300°C og 1000 atmosfæres tryk. Delresultater er forelagt i rapporter og foredrag. En afhandling baseret på eksperimentelle undersøgelser kombineret med studiet af gas-væske-indeslutninger er under udarbejdelse (J. Rose-Hansen, P. V. Andersen i samarbejde med J. Fabricius, DGU, der har projektledelsen).

5. Isotopgeologi

Bestemmelse af en række isotopforhold indtager i dag en central placering i den geologiske forskning og danner grundlaget for nogle af de mest spændende nyudviklinger inden for geovidenskaberne.

Rubidium/Strontium-metoden har hidtil været den foretrukne standardmetode til aldersbestemmelse af bjergartsprøver ved instituttet. Interessen for anvendelsen af isotopanalyser ikke blot til aldersbestemmelse, men i mindst lige så høj grad til tolkning af magmabjergarters dannelse og i studiet af jordens kappe og tilgrænsende dele af jordens skorpe, har været stigende jorden over i de seneste år.

Det har vist sig, at isotopsammensætningen af et enkelt grundstof sjældent i sig selv kan føre til entydige tolkninger af bjergarters dannelsesbetingelser. Flere forskellige isotopmetoder må tages i anvendelse. Bly- og neodymium-isotopsystemerne har vist sig at give meget vigtige petrogeneretiske data, der supplerer den information, som kan fås gennem studiet af Strontium-isotoperne. Ligesom isotopen ^{87}Rb ved henfald til ^{87}Sr medfører en tidsafhængig forøgelse af $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ -forholdet i mineraler og bjergarter, således henfalder også ^{147}Sm langsomt til ^{143}Nd , og forholdet $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Sr}$ øges. Isotopen ^{87}Sr beriges i særlig grad i smelter som f.eks. granit, der er resultat af en fremskreden fraktionering og kontaminering af primære smelter dannet ved opsmeltning i jordens kappe, mens den radiogene Nd-isotop navnlig øges i de residuale bjergarter, der bliver tilbage i jordens kappe, når de letsmeltelige fraktioner fjernes. Sr- og Nd-isotopsystemerne supplerer således hinanden ved studiet af opsmeltningssprocesserne.

Radioaktivt henfald af uran og thorium til blyisotoperne ^{206}Pb , ^{207}Pb og ^{208}Pb har længe været benyttet til geologisk aldersbestemmelse. Det var således gennem studiet af disse isotopsystemer, at engelske geologer for ca. 10 år siden var i stand til at fastslå, at bjergarterne i Godthåbsfjorden i Grønland var nogle af de ældste bjergarter, der eksisterer på jordens overflade. I de senere år har man fået så megen viden om blyisotopernes geokemiske kredsløb, at man nu også kan udnytte disse isotoper til petrogeneretiske tolkninger. Blyisotoperne supplerer og udvider de informationer, der kan fås gennem studiet af Sr- og Nd-isotoperne.

Instituttet råder over massespektrometrisk instrument til Sr-isotopanalyse og blev i 1985 udvidet med udstyr til kemisk præparation af prøver til blyisotopanalyse.

Massespektrometeret er nu nedslidt og stærkt forældet. Det blev anskaffet i 1972 og vil formentlig kun kunne holdes i drift i endnu få år. Det undersøges om der kan indledes et nordisk samarbejde om anvendelsen af massespektrometer i geologien.

Instituttet råder desuden over et ældre, til dels hjemmebygget massespektrometer til måling af argon-isotop forhold, der anvendes til datering efter kalium-argon-metoden. Denne metode er i de seneste par år udvidet til også at omfatte argon/argon metoden, hvor en prøves forhold mellem isotoperne argon-40 og argon-39 bestemmes successivt under kontrolleret opvarmning af prøven. Argon-metoderne kan anvendes til såvel datering af prøver som til vurdering af et områdes termale udvikling.

Endelig råder instituttet over et fluorinationslaboratorium, hvor silicatmineralers og -bjergarters indhold af ilt kan ekstraheres. De opsamlede iltprøver anvendes til bestemmelse af forholdet mellem isotoperne ilt-18 og ilt-16, et forhold der siger noget om bjergarternes dannelsesmiljø såvel som om temperaturforhold. Extraktioner sker ved at lade bjergartsprøverne reagere med stærkt reaktive, men også giftige, bromfluorider. Fluorinationslinien er blevet genåbnet og indkørt i løbet af 1986.

De vigtigste projekter i årets løb har været:

5.1 I samarbejde med Regin Waagstein (DGU) er målt Sr-isotopsammensætningen af 43 prøver af basalt fra havbunden omkring Færøerne med henblik på at skabe en geokemisk karakteristik af den vulkanisme, der har dannet soklen under Færøerne. En igangværende undersøgelse af prøvematerialet sigter på at klarlægge, i hvilket omfang havvand kan have influeret på basaltprøvernes isotopsammensætning. Dette samarbejde med DGU fortsættes i det kommende år, om muligt udvidet med blyisotopmålinger fra det færøske område (O. Larsen).

5.2 I fortsættelse af tidligere arbejder er udført 23 isotopmålinger af Sr på udvalgte lavaer fra Kurilerne. Dette er et led i et flerårigt samarbejde med Professor Frolova, universitetet i Moskva om en geokemisk undersøgelse af en primitiv vulkansk øbue opstået som følge af Stillehavspladens subduktion under det østlige Sibirien.

Resultaterne blev forelagt et internationalt forum i juli 1986 og en publikation af det store analysemateriale er under trykning.

Kurilprojektets 2. fase, hvor de preliminære resultater udbygges med målinger på prøver fra andre vulkankomplekser, bl.a. fra den sibiriske halvø Kamchatka, fortsættes i 1987 (J. Bailey, O. Larsen).

5.3 Alderen af den unge vulkanisme på Spitzbergen er søgt bestemt ved undersøgelse af prøver af lavaer og af indeslutninger af såvel kappe- som skorpemateriale

ved hjælp af $40\text{Ar}/39\text{Ar}$ metoden med trinvis opvarmning. Under analysen bestemmes den tilsyneladende alder af gradvis dybere lag af f.eks. mineraler, hvorved et detaljeret kendskab til prøvens termale udvikling opnås. Således er både det vulkanske udbrudstidspunkt og tidspunktet for den meget tidligere dannelse af kontinentalt skorpe materiale for flere hundrede millioner år siden blevet dateret (P. M. Holm i samarbejde med B. L. Skjelkvåle, universitetet i Oslo).

5.4 Iltisotopundersøgelse af lamproitisk intrusion i Spanien. Et km-stort kraterør med lamproit, som tilsyneladende er direkte afledt fra kappen, udviser meget stor geokemisk variation fra den centrale del ud mod randen. Det søges fastlagt, hvorvidt denne variation kan tilskrives et inhomogent kildeområde i kappen eller sen- til post-magmatisk omdannelse. Der er ingen synlige tegn på omdannelse. Iltisotopundersøgelsen vil formentlig kunne godtgøre, hvilke geologiske reservoirer, bjergarterne i kraterøret har været under indflydelse af. På grund af iltisotopernes store relative masseforskel sker der en fordeling af iltisotoper mellem mineraler, som er stærkt afhængig af temperaturen. Dette har ført til dannelsen af store reservoirer med karakteristiske iltisotopforhold. Det vil således med en undersøgelse af iltisotoperne i en bjergart og dens mineraler være muligt at bestemme ved hvilken temperatur og/eller ud fra hvilket reservoir den er dannet (P. M. Holm).

5.5 Undersøgelse af de radiogene iltisotopsystemer af Rb/Sr, Sm/Nd og U-Th/Pb i tertiære magmabjergarter fra Kangerdlugssuaq, Østgrønland. Det er projektets formål at undersøge de processer, som fandt sted i jordens kappe i forbindelse med den kontinentale opsrækning, der førte til dannelsen af det nordlige Atlanterhav for 55 millioner år siden. De isotopgeokemiske resultater tolkes på baggrund af den petrologiske geokemiske undersøgelse af bjergarterne. I årets løb er følgende dele af projekter blevet afsluttet:

5.5.1 De østgrønlandske lavaers isotopgeokemi (P. M. Holm i samarbejde med R. C. O. Gill, University of London og T. D. F. Nielsen, GGU).

5.5.2 Den isotopgeokemiske udvikling af de mafiske og ultramafiske intrusioner i Kangerdlugssuaqområdet (P. M. Holm, C. K. Brooks).

5.6 Fissionssporsanalyser: For tiden arbejdes der med projektet anvendelse af fissionsspor (FS) som et middel til at udrede detaljer af sedimenters temperaturhistorie, specielt analyser fra Jameson Land bassinet med henblik på olie-gas-efterforskningen i området.

FT-analyser bygger på at uranisotopen ^{238}U spalter spontant og derved danner spor i mineraler. Antallet

af spor afhænger af uranindhold og alder, og alderen kan derfor i princippet bestemmes, hvis uranindholdet er kendt. Ved stigende temperaturer afkortes sporene gradvis for til sidst at forsvinde, samtidig med at den tilsyneladende alder aftager mod 0 år. Sporlængdefordeling og FT-alder for apatit fra Jameson Land bassinets sedimenter viser, hvorvidt sedimentet efter dannelsen har været udsat for temperaturer, der svarer til det følsomme område for dannelse af olie og gas eller hvis temperaturen har været højere – og alderen derved nulstillet, hvornår temperaturen sidst kom under ca. 100°C i dette temperaturinterval. På denne måde kan der skaffes oplysninger, som er vigtige for olie-gas efterforskningen i området. Projektet er støttet af Nordisk Ministerråd (løn) og SNF (reaktorbestraling) (Kirsten Hansen).

6. Miljøundersøgelser

Geokemisk undersøgelse af *Fucus vesiculosus* og *Ascophyllum nodosum* fra en vestnorsk fjord. Resultaterne af sporelementundersøgelsen udført med optisk emissionsspektrografi er under bearbejdelse. Analyserne bliver sammenlignet med tilsvarende fjordområder i Grønland og Norge udført med samme metode (Haldis Bollingberg).

Anden virksomhed:

C. K. Brooks er medlem af Nationalkomiteen for Geodæsi og Geofysik, og han er en af redaktørerne af det internationale tidsskrift »Journal of Volcanology and Geothermal Research«.

John Rose-Hansen er medlem af Statens naturvidenskabelige Forskningsråds udvalg for Biologisk forskning i Grønland.

Henning Sørensen er medlem af redaktionskomiteen for »LITHOS« og for et værk om primære radioaktive mineraler, som Theoprastus Publications i Athen vil udgive. Han er formand for den naturvidenskabelige klasse i det Kongelige Videnskabernes Selskab og vicepræsident i Selskabet. Han er formand for Nationalkomiteen for Geologi.

Internationalt samarbejde:

C. K. Brooks er medlem af den gruppe under Ocean Drilling Project (ODP), der beskæftiger sig med det vestlige Stillehavet og medlem af det panel, der styrer International Crustal Research Drilling Group, som i år har afsluttet en $5\frac{1}{2}$ km dyb videnskabelig boring på Cypern.

Henning Sørensen er medlem af det panel, der administrerer NATO's »Special programme global transport mechanism in the geo-sciences«, af International Union of Geological Sciences' Commission on Systematics in Petrology, og af Council for International Association of Geochemistry. Henning Sørensen medvirkede i juli i bedømmelsesudvalget for en disputats ved Université-Paris 6.

H. Sørensen har fået bevilget orlov uden løn i to måneder for at medvirke i planlægningen af den videnskabelige del af kulturfremstødet Danmark-Frankrig i 1987-1988. Han har i denne forbindelse deltaget i møder i Frankrig i maj, juni, juli og december og i talrige møder i Danmark.

J. Rose-Hansen er dansk repræsentant i COFFI (Commission on the ore forming fluids in inclusions) og korresponderende medlem for IGCP (International geological correlation programme) no. 163 Design and generation of a world data base for igneous Petrology.

H. P. Zeck har besøgt Det geologiske Institut ved Granada Universitet, Spanien, i to perioder. Han har drøftet det fremtidige samarbejde i forbindelse med gennemførelse af et forskningsprojekt angående den orogene udvikling i De betiske Cordillerer.

Gæster:

M. Sc. Stephanos Kilias fra universitetet i Thessaloniki har som led i færdiggørelsen af et Ph.D. studium over gas-væske-indeslutninger i wolfram-guld mineraliseringer i Grækenland opholdt sig som gæsteforsker ved instituttet. (Opholdet finansieres af Undervisningsministeriet (Danish Government Scholarship)).

Dr. Mortada Moured El Aref, University of Cairo, Ægypten, har som led i studiet af malmmineraliseringer i Sinai området siden november 1986 været gæsteforsker ved instituttet. Opholdet finansieres af Undervisningsministeriet (Danish Government Scholarship).

Stud.scient. B. L. Skjelkvåle fra universitetet i Oslo har besøgt argonlaboratoriet i november og december 1986 for at bestemme alderen af formodede kvartære lavaer fra Svalbard og blive oplært i $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ metoden med trinvis opvarmning.

Publikationer:

Bailey, J.C., Larsen, O., Frolova, T.I.: Strontium Isotope Variations in lower Tertiary to Quaternary volcanic rocks from the Kuril Island Arc. *TERRA cognita* Bd. 6, NR. 2, s. P. 197, Strasbourg 1986.

–: Fluorine and chlorine contents of tektites. *Meteoritics* Vol. 21, No. 3, s. 295-301, Tempe, Arizona 1986.

Brooks, C.K., Thy, P., Walsh, J.N.: Tectonic and petrogenetic implications of major and rare earth element chemistry of Troodos glasses, Cyprus. *Lithos* 18, s. 165-78, Amsterdam 1985.

–: L. R. Wager and the Geology of East Greenland. *Geological Society of America Cent. Spec. Vol. 1*, s. 237-50, Boulder, Colorado 1985.

–: Vertical crustal movements in the Tertiary of East Greenland: A continental margin at a hot-spot. *Zeitschrift für Geomorphologie N. F. Suppl. Bd. 54*, s. 101-17, Berlin, Stuttgart 1985.

Escher, J.C., Kalsbeek, F., Larsen, O.I.: Reconnaissance

sance dating af Archean rocks from South-East Greenland. *Grønlands geol. Unders. Rapp. 130*, s. 6, København 1986.

Garde, A.A., Larsen, O., Nutman, A.P.: Dating of late Archean mobilisation north of Qugssuk, Godthåbsfjord, Southern West Greenland. *Grønlands geologiske Unders. Rapp. 128*, s. 14, København 1986.

Hansen, K.: Datering af bjergarternes afkøling – ved tælling af spor efter atomspaltninger. *Naturens Verden 9*, s. 331-37, København 1986.

–: Post Caledonian uplift history of the crystalline basement recorded in fission track ages from the Scoresby Sund area East Greenland. *TERRA Cognita Vol. 6*, No. 2, s. 165, 1986.

Jensenius, J.: Fluid inclusion studies of calcite filled fractures in the chalk reservoir of the Skjold oil field, Danish North Sea. *Mineralogical studies of petroleum genesis, migration and entrapment. Abstracts, Mineralogical Society-Applied Mineralogy Group. Geological Society-Petroleum Group*, s. 2, Newcastle 1986.

Makovicky, M., Makovicky, E., Rose-Hansen, J.: Experimental studies on the solubility and distribution of platinum group elements in base-metal sulphides in platinum deposits. *Metallogeny of basic and ultrabasic rocks. Proceedings of the conference "Metallogeny of basic and ultrabasic rocks"*, M. J. Gallagher, R. A. Ixer, C. R. Neary, H. M. Prichard (ed.), s. 415-25, Edinburgh 1986.

Poulsen, V., Rose-Hansen, J., Springer, N.: *Geostatistik*. København 1986, 211 s.

Rose-Hansen, J., Sørensen, H., Holm, P.M.: The supergene distribution of uranium and accompanying elements associated with the Ilimaussaq alkaline complex. *Uranium 2*, s. 185-214, Amsterdam 1986.

Sørensen, H.: The alkaline rocks – a review. *Fortschritte der Mineralogie Bd. 64*, s. 63-86, Stuttgart 1986.

–: Hvad skal bjergarterne hedde? ii. Vulkanske bjergarter, pyroclaster, m.v. Årsskrift Dansk geologisk Forening 1985, s. 59-65, København 1986.

–: Increasing staff mobility – a Danish initiative. *Jour. of Inst. Management in Higher Education Vol. 9*, No. 3, s. 249-53, Paris 1985.

Henning Sørensen

5. Geologisk Museum

Historie:

Geologisk Museum (tidligere Mineralogisk Museum) og Zoologisk Museum har en lang fælles historie bag sig, men for Geologisk Museums vedkommende kan følgende hovedpunkter fremhæves.

I 1770 oprettedes Universitetets Nye Naturaltheater (Universitetsmuseet), og dette var færdiginstalleret i Kommunitetsbygningen (Konsistoriebygningen) i Nørregade i 1772. I 1810 oprettedes Naturhistorisk Museum (Grev Moltkes Universitetet tilhørende Naturhistoriske Museum), og det hidtidige naturhistoriske professorat deltes, således at mineralogi og zoologi fik hver sin selvstændige professor. Dette museum havde også til huse i Kommunitetsbygningen i Nørregade. I 1870 flyttede Zoologisk Museum til nybygningen i Krystalgade, og Geologisk Museum kunne nu råde over hele museumsarealet i Nørregade. I 1893 flyttede Geologisk Museum til en nybygning på Øster Voldgade 5-7, og her har det været siden.

Geologisk Museum har ved knopskydning kunnet give liv til Danmarks geologiske Undersøgelse i 1888 og Grønlands geologiske Undersøgelse i 1946. Effektiv støtte har også kunnet gives til oprettelsen af Geologisk Institut og Mineralogisk Institut ved Danmarks tekniske Højskole i henholdsvis 1961 og 1963. I 1967 blev de fire universitetsinstitutter, Institut for historisk Geologi og Palæontologi, Institut for almen Geologi, Institut for Petrologi og Institut for Mineralogi, udskilt. De fire institutter og Geologisk Museum udgør tilsammen Geologisk Centralinstitut.

Stab:

VIP: Antal årsværk: 18,3.

Professor: David Bridgwater.

Lektorer: Svend Erik Bendix-Almgreen, Walter Kegel Christensen, Søren Floris, Svend Funder, Poul Graff-Petersen, Niels Hald, Ella Hoch, Erik Schou Jensen, Ole Johnsen, Gunni Jørgensen, Erik Kristiansen, Asger Ken Pedersen, Ole V. Petersen.

Adjunkt: Marianne Bagge Johansen.

Stipendiater: Finn Ulf-Møller, Minik Rosing, Ole Bennike, Lasse Schiøtte.

TAP: Antal årsværk: 10,5.

Bente Soltau Bang, Annemarie Kongslev Brantsen, Karina Brenøe, Lis Bruun, Mona Bukh, Vibeke Haarup, Sten Lennart Jakobsen, Maria Jankowsky, Ragna Larsen, Steen Skytte, Nina Topp.

Museet:

Geologisk Museum er, bortset fra nogle ganske få lokalmuseer, det eneste danske museum med videnskabelige geologiske samlinger og er centralmuseum med rigsarkivfunktion for dansk geologi.

Museets styrelse er underlagt »Lov om styrelse af højere uddannelsesinstitutioner« fra 1973, hvor der i lovens paragraf 32 står: »Undervisningsministeren fastsætter nærmere regler for styrelsen af de museer og samlinger, der hører under denne lovs institutioner«. Museets opgaver og forpligtelser er fastlagt i »Regler vedrørende de naturvidenskabelige museer under Kø-

benhavns Universitet« af marts 1977. Hovedopgaverne fremgår af disse reglers paragraf 2:

- at forvalte de videnskabelige samlinger samt udbygge disse ved egne indsamlinger, køb, bytte og modtagelse af gaver.
- at drage omsorg for samlingernes forskningsmæssige udnyttelse og for forskningsresultaternes offentliggørelse. Samlingerne skal arkiveres, registreres og publiceres på en sådan måde, at de som forskningsmateriale er tilgængelige for videnskabsmænd fra alle lande, og sådan at museet kan bistå forskere og offentlige institutioner i faglige spørgsmål.
- at formidle kendskab til geologi og bidrage til at fremme interessen for naturen og dens værdier ved at opretholde en offentlig udstillingsvirksomhed med dertil knyttede museale aktiviteter af oplysende og igangsættende karakter og ved at samarbejde med andre institutioner på disse områder.
- at drive videnskabelig forskning, fortrinsvis i fagdiscipliner med relation til samlingernes tilstedeværelse, herunder at medvirke i nationale og internationale forskningsprojekter, arbejdsgrupper og kommissioner.
- at vejlede specialestuderende, licentiatstuderende og stipendiater.

De tre universitetsmuseer, Botanisk Museum, Geologisk Museum og Zoologisk Museum, samt Botanisk Have er repræsenteret i Konsistoriums permanente Museumsudvalg (KpM), som er et rådgivende udvalg under konsistorium. Udvalget er endvidere kontaktorgan museerne og haven imellem.

Universitetsmuseerne har ifølge »Lov om museer m.v.« selvstændig repræsentation (1 medlem) i Statens Museumsnævn, der er et rådgivende organ i museumsspørgsmål for ministeren for kulturelle anliggender. De er endvidere repræsenteret i Museumsrådet for København og Frederiksberg og medlemmer af Foreningen af Danske naturvidenskabelige Museer, som er tilsluttet Samrådet for danske Museumsorganisationer.

Der er indgået aftale om deponering af typemateriale med Geologisk Institut, Århus Universitet og Grønlands geologiske Undersøgelse, København.

Museet omfatter den mineralogiske samling, den petrografiske samling, den dynamisk-geologiske samling, den stratigrafisk-phytopalæontologiske samling, den invertebratpalæontologiske samling, den vertebratpalæontologiske samling, samt skolesamlingsstjernen, biblioteket og arkivet.

Museets udadvendte virksomhed:

Udstillingerne har været holdt åbne 16 timer/ugen: tirsdag til fredag kl. 13.00-15.30, samt lørdag og søndag kl. 13-16. Dette er en indskrænkning i besøgstiden i forhold til 1985 og er dikteret af besparelser ved fakultetet. Det samlede besøgstal i åbningstiden var 29.929; en stigning på ca. 14% i forhold til året før.

Skoleklasser, foreninger, institutioner og andre grupper er blevet rundvist uden for åbningstiden, i alt 3.625 personer fordelt på 213 rundvisninger. Til de populære foredrag om aftenen i foråret og efteråret var der i alt 1.220 tilhørere. Det samlede besøgstal på museet har således været 34.774.

Den 2. marts åbnede – som led i den københavnske museums måned – en udstilling om Københavns geologi. I fire monter behandles emnerne: Den prækvartære undergrund, de kvartære aflejringer, Københavnsområdets geologi set i relation til den fennoskandiske randzone, og den geologiske udforskning af Københavns undergrund gennem tiderne.

I forbindelse med skolernes efterårsferie blev der på museet arrangeret en lang række aktiviteter, herunder demonstration af stenslibning, polering og facetslibning, filmforevisning, rundvisninger, foredrag m.m. Der blev endvidere arrangeret en temaudstilling om smykkesten. Åbningstiden var udvidet til 10-16, og efterårsferiearrangementet blev besøgt af 6.545 personer.

Efter henvendelse fra Udenrigsministeriet og den Kongelige danske Ambassade i Tokyo deltog museet i en udstilling om Grønland. Udstillingen åbnede den 7. august i Tokyo og blev frem til den 17. august besøgt af 70.000 personer. I perioden 14. september – 24. november vist udstillingen i Nagoya og besøgstallet var 400.000. Udstillingen vil i 1987 blive vist på Hokkaido, i Osaka, Hiroshima, Okayama og Kagoshima.

I anledning af 300-årsdagen for Stenos død blev der indrettet en montre med emnet Steno. Museet udlånte endvidere materiale til en Steno-udstilling på Panum Institutet.

I forhallens montre er der blevet udstillet tænder af store mesozoiske krybdyr. Omordningen af vulkanudstillingen og arbejdet med en udstilling om mineralers egenskaber og en ny Grønlandsudstilling er fortsat. En udstilling om Solsystemet og Jordens dannelse er under forberedelse.

Vandredstillingen »Hvad er Salt i grunden?« er i 1986 blevet vist på Fiskeri- og Søfartsmuseet i Esbjerg, Midtsønderjyllands Museum i Gram og i Tingbæk Kalkminer.

Samarbejdet med andre museer, fortrinsvis i provinsen, er fortsat, og der er ydet bistand til følgende: Fakse geologiske og kulturhistoriske Museum, Fakse; Midtsønderjyllands Museum, Gram; Møns Museum, Stege og Stevns Museum, Højerup.

Museets populære foredragsrække har i foråret behandlet emnerne: Livets oprindelse; De hvirvelløse dyrs udvikling; Revdannende organismer; De første dyr med ryggrad; Dyr i panser og plade; og Menneskets udvikling. De seks foredrag havde 566 tilhørere. I efteråret behandlede emnerne: Jordens kappe – vulkanernes kildezone; Er der gas i Jordens indre?; Vulkan-krise på New Guinea; Malmforekomsterne på dybhavets bund; Danmark set fra neden; og Ocean Drilling

Program (ODP). De seks foredrag havde 654 tilhørere. Der er endvidere blevet afholdt syv populære søndagsforedrag i museets åbningstid. Emnerne var: Københavns undergrund; En oliegeologs hverdag; Jordskælv i Danmark; Hvad er jordskælv og kan de forudsiges?; Store jordskælvskatastrofer; Seismiske undersøgelser og olieefterforskning; og Opdagelse af den eventyrlige, underjordiske verden. Disse foredrag havde 585 tilhørere.

Museet har udført undersøgelser for, afgivet udtalelser til, samt udlånt materiale til en lang række institutioner og forskere i ind- og udland.

Museet har i årets løb haft en betydelig tilvækst af videnskabeligt materiale. Dette er modtaget som gaver eller i bytte fra privatpersoner eller institutioner, ved køb eller gennem medarbejdernes egne indsamlinger. Desuden er der deponeret materiale i henhold til aftalerne med Geologisk Institut, Århus og Grønlands geologiske Undersøgelse, København.

Forskningsvirksomhed:

1. Den mineralogiske samling

1.1 I samarbejde med H. Pauly afsluttet arbejdet med en artikel om acuminet et nyt Sr-fluorid fra Ivigtut. Arbejdet fortsat sammen med P. Appel og E. S. Leonardsen på et nyt mineral af gahnit familien, samt med synchysit og perovskit og sammen med J. Rønsbo og E. S. Leonardsen påbegyndt arbejdet med et nyt Nb-silikat fra Ilimaussaq og påbegyndt arbejdet med ussingit, endeolit og chalkolampirit samt beryllit og bertrandit (Ole V. Petersen).

1.2 Fortsatte studier af krystallografiske og krystalke-miske forhold hos Na-Zr-silikater. Samarbejder fortsat med andre på beskrivelser af mineraler fra Gardiner intrusionen, f.eks. lamprophyllit, barytolamprophyllit, loparit og melanit. Et manuskript om Kongsbjerg sølvmindernes bjergværkshistorie, geologi og mineralogi er afleveret til trykning ved et tysk forlag. Arbejdet med en formidende publikation om krystallografi er påbegyndt og ventes færdig foråret 1987 (Ole Johnsen).

2. Den petrografiske samling

2.1 Sammen med lic.scient. Jørgen Gutzon Larsen, Haldor Topsøe A/S, omredigeret et manuskript: »Early Tertiary, low-potassium tholeiites from exploration wells on the West Greenland shelf« og indsendt det til publicering hos Grønlands geologiske Undersøgelse. Manuskriptet beskriver en 600 meter tyk lagserie af subaeriske, basaltiske lavaer fra den ydre del af fastlandssoklen. De har meget lave koncentration af bl.a. grundstofferne titanium, kalium og fosfor og minder således om de såkaldte oceanrygsbasalter. Deres sammensætning afspejler sandsynligvis beliggenheden nær ved den brudzone, der senere i Tertiær-

tiden førte til dannelsen af Davis Strædet. Desuden sammen med Regin Waagstein fortsat arbejdet vedrørende en beskrivelse af de færøske gange. Også på Færøerne findes en regional forskel i udbredelsen af basalter med lavt indhold af titanium m.v., og mere kontinentalt prægede basalter. Ligesom i Vestgrønland synes de førstnævnte at være koncentreret i områderne nærmest den senere kontinent/ocean grænse. Endelig har han fortsat samarbejdet med cand.mag. Anders Fischer vedrørende »skolæstøkker« fra stenaldren (Niels Hald).

2.2 Sammen med Finn Ulf-Møller foretaget de endelige korrekturer på det geologiske kortblad Mellemfjord 69V 1. Sammen med J. Rønsbo tilendebragt en undersøgelse af naturlige magnéli-faser i muddersstensxenolitter med jernmetal fra Disko. I disse xenolitter er påvist mindst 4 nye mineralfaser, og beregninger viser, at oxidselskaber i bjergarterne krystalliserede ved iltfugaciteter, der er 5 logaritmiske enheder lavere end jern-wüstit iltfugacitetens bufferen. Afhandlingen »Oxygen deficient Ti oxides (natural magnéli phases) from mudstone xenoliths with native iron from Disko, central West Greenland« er sendt til et internationalt tidsskrift. Sammen med S. Pedersen har han afsluttet og revideret afhandlingen: »Sr isotope chemistry of contaminated Tertiary volcanic rocks from Disko, central West Greenland«. Arbejdet er afsendt til tidsskrift. I samarbejde med Lotte Melchior Larsen og Gunver Krarup Pedersen deltog han i juli og august i 6 ugers feltarbejde på Disko og Nûgssuaq. Arbejdet udførtes med Arktisk Station som basis og i nært samarbejde med Grønlands geologiske Undersøgelse. I projektet undersøges den østlige del af de mesozoiske til tertiære bassin i Disko-Nûgssuaq området. Samspillet mellem sedimentation og vulkanisme udforskes, bl.a. med henblik på opstillingen af en geologisk model, der kan anvendes ved tolkningen af den øst- og vest-grønlandske kontinentsokkel. Som en vigtig del af arbejdet foretages systematisk indsamling af intrusive og ekstrusive magmabjergarter med henblik på opstillingen af en vulkansk stratigrafi; en mindre afhandling om denne del af projektet er af Lotte Melchior Larsen og Asger Ken Pedersen underarbejdet til trykning. Et projekt, der skal beskrive isotopforhold og inkompatible grundstoffer i de mest primitive tertiære vulkanske bjergarter fra Vestgrønland er startet i samarbejde med kolleger fra Institut for Petrologi, GGU, Geologisk Museum og Royal Holloway and Bedford New College. Han er ved årets udgang ved sammenskrivningen af et dansk sammendrag med henblik på indleveringen af en serie afhandlinger om reducerede bjergarter fra Grønland som disputats (Asger Ken Pedersen).

3. Den dynamisk-geologiske samling

3.1 Videreførelse af undersøgelsen af naturlige byg-

ningsstens forvitring, der specielt har drejet sig om Nekso-sandsten, Bremer-sandsten og Gjellebæk-mar-mor. Endvidere sammen med Inst. for Strømningsmekanik og Vandbygning, DTH, begyndt en undersøgelse af særlige brudmønstre i is på ferskvandssøer. Brudmønstrene blev konstateret i februar i forbindelse med undersøgelserne efter et formodet meteoritfald (Poul Graff-Petersen).

3.2 For at billiggøre publiceringen af afhandlingen vedrørende isbevægelserne på Færøerne (Gunn Jørgensen, J. Rasmussen) tilbød DGU selv at foretage trykningen. Afhandlingen blev derfor omredigeret og lettere forkortet for at kunne indpasses i DGU series C (Gunn Jørgensen).

4. Den stratigrafisk-phytopalæontologiske samling

4.1 Videreførelse af undersøgelser af fossile koraller (især scleractinier) og andre coelenterater (Søren Floris).

4.2 Som redaktør og forfatter, afsluttet arbejdet med manuskriptet »Quaternary geology of Greenland«, i samarbejde med B. Fredskild, Botanisk Museum, H. C. Larsen, GGU, og N. Reeh, GGU og Polar Continental Project, Canada. Manuskriptet publiceres i bindet »Quaternary geology of Canada and Greenland« i serien »Decade of North American Geology«, og arbejdet har – med skiftende intensitet – stået på i to år. Til GGU's kortserie udtegnes et kvartærgeologisk kort over området fra 69° til 72° i Østgrønland. Gennemgang af nordgrønlandske og canadiske indsamlinger af den sjældne højarktiske musling Lima hyperborea Jensen. Resultaterne blev forelagt for Palæontologisk Klub, og en publikation forberedes i samarbejde med O. Bennike og T. Stewart, Northern Illinois University. Endvidere forestår han det internordiske projekt NORDQUA 86, omfattende indsamling og datering ved hjælp af thermoluminescens, kulstof-14, aminosyreanalyse og molluskfaunakorrelation, af nogle klassiske såvel som nyfundne lokaliteter i Thule-området. 32 nordiske og engelske forskere deltog i feltarbejdet i Thule i august, og ca. 30 prøver er blevet forberedt og udsendt til laboratorier i de nordiske lande. Sammen med M. Houmark-Nielsen, Institut for almen Geologi, Christian Kronborg, Århus Universitet, og K. Strand Petersen, DGU, koordineringen af arbejdet og bestemmer molluskerne i det store prøvemateriale (Svend Funder).

5. Den invertebratpalæontologiske samling og laboratorium

5.1 Ultimo 1986 publiceret et større arbejde med titlen »Upper Cretaceous belemnites from the Vomb Trough in Scania, Sweden«, Sver. Geol. Unders. Ser. Ca. 57. Det blev trykt med støtte fra IGCP-Project No. 86, »Project Tornquist«. Et mindre arbejde med tit-

len »Belemnella (Pachybelemnella) inflata (Arkhangelsky) fra Nagorzany, USSR« er stadig under trykning i Beitr. Paläont. Österr. Wien. Han har sammen med Prof. F. Schmid, Hannover afsluttet et manuskript med titlen »The belemnites of the Vaals Formation from the C. P. L. quarry at Hallembaye in Belgium: Taxonomy, biometry and biostratigraphy«. Arbejdet forventes trykt primo 1987 i Geol. Jb. A94, Hannover. Han er ved at afslutte et manuskript vedrørende belemnitterne fra Coniacian-Lower Campanian fra Sydengland og Norfolk; arbejdet er baseret på materiale fra British Museum (Nat. Hist.), London, Sedgwick Museum, Cambridge og British Geological Survey, Nottingham. Han har videreført undersøgelser af Øvre Campanien-Maastrichtien belemnitter fra Mons bassinet i Belgien; et projekt, der udføres i samarbejde med Prof. F. Robaszynski, Mons og Dr. A. V. Dhondt, Bruxelles. Han har endvidere videreført undersøgelserne af det marine kridt (Cenomanien-Santonien) på Bornholm. I dette projekt deltager endvidere Dr. M.-G. Schulz, Kiel, Dr. W. J. Kennedy, Oxford, Dr. K.-A. Tröger, Freiberg, DDR og Prof. M. Hart, Plymouth. Han har været chairman for »Working Group on the Coniacian to Maastrichtian Stages« inden for »Subcommission on Cretaceous Stratigraphy« og har i den anledning udsendt tre newsletters (Walter Kegel Christensen).

5.2 Ved at afslutte tre arbejder vedrørende de mikromorfe brachiopoder fra henholdsvis: (1) Maastrichtien-Danien ved Nye Kløv, Danmark, (2) Øvre Campanien-Maastrichtien i Norfolk, England, og (3) Mellem Coniacien-Nedre Campanien fra Lågerdorf, NV Tyskland. I arbejderne behandles brachiopodernes taxonomi, evolution og biostratigrafi (Marianne Bagge-Johansen).

6. Den vertebratpalæontologiske samling og laboratorium

6.1 Publiceret en afhandling om Silure ostracodermer fra Nordgrønland og artiklen »Skaller, skeletter og årmillioners ler«. Denne sidste artikel redegør for baggrunden for og starten på det projekt, der har ført til Midtsønderjyllands Museum – et geologisk og naturhistorisk specialmuseum nu helt indpasset i Sønderjyllands velfungerende museumsvesen. Han har endnu et arbejde under trykning i bogen »UMANAQ«, som udgives i serien »Grønlandske egnsbeskrivelser«. Han har videreført sine palæohistologiske og anorganokemiske studier over palæozoiske og mesozoiske elasmobranchers hårdvæv. Ved hjælp af kritisk præparationsteknik og platinbedampning af prøver holdt på et minimum (platinlagets tykkelse ~ 5 nm) er det lykkedes at få meget fine SEM mikrografier af krySTALLITER (forstørrelser ca. $\times 70.000$) fra uætsede prøver af coronoi fra en Permhai, og at iagttage disse krySTALLITERS indbyrdes forhold til belysning af deres dan-

nelse i forbindelse med den oprindelige organiske matrix. Den nævnte præparationsteknik er udviklet af tandlæge Lisbeth Holmen og ingeniør F. Kragh, som begge var imødekomende også med hensyn til hjælp ved Scanning Elektron mikroskopet: et JEOL JSM-U3 ved laboratoriet for fysisk materialelære, Danmarks tekniske Højskole. De opnåede resultater er sammen med en række andre knyttet til denne undersøgelse under sammenskrivning til afhandlingen »Bioinorganic composition, histology and ultrastructure of endo- and exoskeletal hard tissues from some fossil elasmobranchs« ved Svend Erik Bendix-Almgreen og Bente S. Bang (Svend Erik Bendix-Almgreen).

6.2 Sammen med T. F. Flannery og K. Aplin, Sydney og P. M. Holm, Institut for Petrologi arbejdes på en publikation over de afhende indsamlede kænguru-fossiler fra Papua New Guinea. Emnet forventes også at danne basis for en præsentation ved European Union of Geosciences mødet i Strasbourg, april 1987. Hun sendte et manuskript: »An ante-alluvial fauna in Papua New Guinea« til Science In New Guinea, Port Moresby. Påbegyndt undersøgelsen af en fossil fugl fra Messel (ved Frankfurt-a-M). I forbindelse hermed holdt hun et foredrag i Palæontologisk Klub den 14.10.: »Messel – rigt fundsted for Europas tidligt tertiære fauna«. Undersøgelsen tager sigte mod en præsentation ved et stort Messel-symposium i april 1987. Sammen med en kommende specialestuderende gået i gang med bestemmelsen af et subfossilt knoglemateriale fra øen Fallaka i bunden af Den persiske Golf. Materialet, der er udgravet af arkæologer ved Moesgaard, Århus, knytter sig til det tidligere af Ella Hoch bearbejdede knoglemateriale fra Umm-an Nar, Trucial Oman. Fra sidstnævnte var dromedarknoglene genstand for en særundersøgelse ved Dr. Hans-Peter Uerpmann (Tübingen) under et besøg ved Geologisk Centralinstitut i februar (Ella Hoch).

7. Andre undersøgelser

7.1 Fortsatte sine studier af tidligt prækambriske bjergarter fra Kina, Labrador, Grønland og det vestlige Nordamerika. Sammen med J. Winter (Walla Walla), H. Austrheim (Oslo) og Tobias Winther, København deltog han i 4 ugers feltarbejde på arkaiske og proterozoiske grundfjeld i SØ Grønland. Projektet, som er en fortsættelse af arbejdet udført af Bridgwater som GGU-geolog i perioden 1966-1979, er støttet af SNF og den norske NVE. Et større videnskabeligt materiale er indsamlet og er under bearbejdelse. Hovedformålet med undersøgelsen er at belyse fluid transport af grundstoffer i den dybe skorpe med hjælp af felt, mineralogiske, geokemiske og isotop undersøgelser. Laboratoriearbejder ventes udført sammen med flere udenlandske institutter. Ved Crafoord pris-mødet i Stockholm sammen med Ole Larsen, Institut for

Petrologi og professorerne Else Ragnhild Neumann og W. Griffin (Mineralogisk-geologisk Museum, Oslo) drøftet mulighederne for et tættere samarbejde blandt nordiske isotop laboratorier, med henblik på etablering af en fælles nordisk forskningsgruppe på et internationalt niveau. Initiativet har været positivt støttet i de andre nordiske lande, og der er allerede påbegyndt en praktisk udveksling af materiale, metoder og forskning med Mineralogisk-geologisk Museum i Oslo. Hvis samarbejdet kan videreudvikles kan der ventes støtte fra Nordisk Ministerråd. Modtaget en bevilling på 1.6 millioner BFr. fra Nato International Scientific Exchange Programme for at holde en Advanced Workshop med titlen »Fluid movements and their influence on the composition of the deep crust« i Bergen den 18-23. maj 1987. 50-60 internationalt anerkendte forskere ventes at deltage i workshoppen. I forbindelse med oprettelsen af workshoppen besøgt de geologiske institutter i England (Leeds, London og Cambridge) og Oslo (David Bridgwater).

7.2 Gæst i Stanford University's ekspedition til Skærgaardsmassivet og dets omgivelser i Østgrønland fra 28.7 til 14.8. og foretog en rejse i Colorado Plateauet sammen med prof. emer. Dan Laursen i den fra 20. maj til 10. juni. I juni og juli måneder fortsatte undersøgelser i Vendsyssel af stenmateriale i jyske kvaderstenskirker. Han har fået trykt fem afhandlinger, bl.a. om museets historie, geologer blandt tyske emigranter og Nicolaus Steno (Prof. emer. Arne Noe-Nygaard).

7.3 Sammen med Prof. Else-Ragnhild Neumann, Oslo færdiggjort manuskriptet »Volcanic rocks on Jeløya, central Oslofjord: The mafic Lavas«. Derudover har han fortsat undersøgelsen »Kongshavns Vulkanen« på Jeløya, samt påbegyndt en geokemisk undersøgelse af rombeporfyrlavaerne på det sydlige Jeløya. I fortsættelse af OSKAP projektet 1978-81 om de strukturelle forhold i den centrale og ydre Oslofjord – Skagerrak deltager i en projektgruppe sammen med dr. Søren Gregersen, Geodætisk Institut, Prof. Asger Berthelsen, GCI, lektor Niels Balling, Århus Universitet, samt Eystein Huseby, Geologisk Institut, Oslo Universitet. Projektet drejer sig om seismiske målinger af jordskorpens lagdeling og struktur i området mellem det svekonorvegiske grundfjeld i Syd norge, Oslofeltets vulkanske bjergarter og den Dansk-Norske sedimentbassin (Erik Schou Jensen).

Stipendiater:

Lic.scient. Finn Ulff-Møller har startet et seniorstipendium-projekt med formål at undersøge de fysiske kemiske dannelsesbetingelser for naturligt jernmetal i magmabjergarter fra Disko. Han har udarbejdet et manuskript om jernforekomster fra Hanekammen komplekset i NV Disko. Han har under et forskningsophold ved geophysical Laboratory (Carnegie

Institution of Washington, D.C.) udført en serie smelteeksperiment, samt fysiske beregninger for nogle udvalgte magmabjergarter fra Disko under vejledning af T. N. Irvine med henblik på at karakterisere nogle magmaers fysiske egenskaber. Ved Lunar and Planetary Laboratory (University of Arizona, Tucson) har han i samarbejde med C. A. Goodrich undersøgt nogle prøver fra en jernmetal gangintrusion fra Syddisko.

Cand.scient. Ole Bennike har fortsat undersøgelserne af Kap København Formationen. Han har bearbejdet Holocene marine faunaer fra Nordgrønland, i samarbejde med S. Funder og C. Hjort. Han har sammenstillet en liste over ikke publicerede C-14dateringer fra det centrale Nordgrønland. Listen vil blive trykt i GGU's rapportserie. Sammen med P. Dawes, S. Funder, M. Kelly og A. Weidick har han udarbejdet et diskussionsindlæg til en afhandling vedrørende det nordvestlige Grønlands glacialgeologi. Diskussionen er i trykken.

Cand.scient. Minik Rosing har studeret samspillet mellem metamorfe fluider og mineralselskaber, dels petrografisk-geokemisk, dels gennem termodynamisk analyse. To afhandlinger er færdiggjort, en om diffusions ligevægte i østgrønlandske magmabjergarter, og en om mineral-fluid reaktioner i arkæiske bjergarter fra Vestgrønland, begge i samarbejde med Dr. D. K. Bird, Stanford University

Cand.scient. Lasse Schiøtte har i perioden 1.3.-1.12.1986 haft orlov fra licentiat-studiet ved Geologisk Museum og har i denne periode været gæsteforsker ved Research School of Earth Sciences, Australian National University i Canberra. Rejse og ophold var finansieret med midler fra the Australian – European award program. I Canberra arbejdede han på ANU's specialbyggede ion-sonde SHRIMP, et instrument, der er i stand til at foretage isotop-målinger på enkelte zoner i udvalgte zirkon-krystaller. Zirkoner fra arkæiske bjergarter i Labrador og Grønland var emnet for undersøgelserne, der er af væsentlig betydning for tolkningen af Jordens tidligste udvikling. Desuden har han fortsat arbejdet på licentiat-projektet »En undersøgelse af metamorfe processers betydning for gammel-arkæiske bjergarters geokemi og isotop-geologi i nordlige Labrador, Canada«.

Redaktionsvirksomhed:

Prof. D. Bridgwater er medlem af den redaktionelle komité for tidsskriftet Precambrian Research.

Lektor Svend Funder er medlem af redaktionskomiteerne for Boreas og Arctic and Alpine Research, samt medlem af INQUA Commission on the Holocene stratigraphy of Canada and Greenland og af arbejdsgruppen til planlægning af projektet »Late Cenozoic evolution of the North Atlantic Polar margins« for European Science Foundation.

Lektor Ole Johnsen er medlem af IMA's working group on Abstracts og subcommittee on Amphiboles.

Rejser:

Stipendiat Ole Bennike udførte i perioden 23.6.-28.7. feltarbejde i Nordgrønland.

Lektor Asger Ken Pedersen har i 6 uger i sommeren 1986 udført feltarbejde på Disko og Nûgssuaq i Vestgrønland. Arbejdet sker i nært samarbejde med Grønlands geologiske Undersøgelse og Arktisk Station.

Seniorstipendiat F. Ulf-Møller har i perioden 6.9.-20.12. gennemført en forsknings- og studierejse til USA.

Kollegiale organer:

Prof. D. Bridgwater er dansk repræsentant i IGCP Project No. 217 (Proterozoisk Geokemi).

Lektor Walter Kegel Christensen er kontaktperson mellem danske palæontologer og International Palaeontological Association (IPA) og kontaktperson til IGCP Projekt No. 216 »Global Bio-Events«. Han er chairman for »Working group on Coniacian-Maastrichtian Stages« inden for Subkommissionen for Kridtstratigrafi, samt corresponding member af subkommissionen. Han er dansk korrespondent i IGCP-projektet No. 58 »Mid-Cretaceous Events«.

Lektor Svend Funder er medlem af en firemands arbejdsgruppe til planlægning af projektet »Late Cenozoic evolution of the Polar North Atlantic margins« inden for European Science Foundation's »Network on Polar Science«. Han deltog efter invitation i november i planlægnings-gruppens første møde i Oslo, hvor han gav en status over det geologiske arbejde i Østgrønland og på den tilgrænsende shelf. Han er medlem af »INQUA Commission on the Holocene stratigraphy of Canada and Greenland«, indtil september var han præsident for NORDQUA og i den forbindelse organiserede han en ekspedition for 33 nordiske forskere til Thule i august.

Lektor Niels Hald er Geologisk Museums repræsentant i Nationalkomiteen for Geologi, medlem af en styringsgruppe nedsat af Det naturvidenskabelige Forskningsråd i forbindelse med den danske deltagelse i Ocean Drilling Project, medlem af en arbejdsgruppe nedsat af Statens Museumsnævn, som skal komme med forslag til en uddannelse af naturvidenskabelige konservatorer, næstformand for Museumsrådet for København og Frederiksberg, samt medlem af bestyrelsen for Foreningen af danske naturvidenskabelige Museer.

Lektor Asger Ken Pedersen er bestyrelsesmedlem af Dansk-Islandsk Fond, udpeget af Konsistorium, medlem af bestyrelsen for Arktisk Station i Godhavn, medlem af repræsentantskabet for Arktisk Station, udpeget af Arktisk Station, medlem (formand) af Nordisk Ministerråds styrelse for Nordisk Vulkanologisk

Institut i Reykjavik, samt medlem af Nordisk Ministerråds styrelse for »De nordiske geo-ekskursioner til Island«.

Lektor Ole V. Petersen er dansk National Representative (voting delegate) i IMA, og dansk medlem af IMA's Commission on Museums. Han blev – på IMA's 14. General Meeting i Stanford valgt til IMA's 5 mands store council, der udgør IMA's øverste organ, for perioden 1986-1990.

Der henvises i øvrigt til den mere detaljerede Årsberetning 1986 for Geologisk Museum.

Publikationer:

Bang, B.S.: Fossiler. Bevaringshåndbogen, Statens Museumsnævn, s. 263-81, København 1986.

Bendix-Almgreen, S.E.: Silurian ostracoderms from Washington Land (North Greenland), with comments on cyathaspid structure, systematics and phyletic position. Rapp. Grønlands geol. Unders. 132, s. 89-123, København 1986.

– Skaller, skeletter og årmillioners ler. Midtsønderjyllands Museum på Gram Slot 76-86: Naturhistorie og Geologi, Midtsønderjyllands Museum, s. 22-33, Aabenraa 1986.

Bennike, O., Dyck, J.: A subfossil Lapland Bunting *Calcarius lapponicus* feather from Vølvedal, North Greenland. *Ornis Scandinavica* 17, s. 75-77, København 1986.

Christensen, W.K.: Upper Cretaceous belemnites from the Vomb Trough in Scania, Sweden. *Sver. geol. Unders. Ca* 57, s. 1-57, Uppsala 1986.

Hansen, E.S., Graff-Petersen, P.: Lichens growing on the Ella Island meteorite, Central East Greenland. *The Lichenologist* 18,1, s. 71-78, London 1986.

Johnsen, O.: ASBEST – en mineralogisk præsentation. *Naturens Verden* 5, s. 169-74, København 1986.

– Kongsberg. Famous mineral localities: The Kongsberg silver mines, Norway. *Mineralogical Record* 17, s. 19-36, Tucson, Arizona 1986.

Pedersen, A.K.: Reaktionen mellem pikritmagma og den kontinentale skorpe under reducerende betingelser: sulfid-fraktioneret silicisk basalt og magnesiumrig andesit af tertiær alder fra Disko, Vestgrønland. 17e Nordiska Geologmötet Abstracts, s. 143, Helsingfors 1986.

– Indication of migrated hydrocarbons in Tertiary volcanic rocks from Western Nûgssuaq, central West Greenland. Rapp. Grønlands geol. Unders. 130, s. 32-35, København 1986.

Petersen, O.V.: On the prosopite, $\text{CaAl}_2\text{F}_4(\text{OH})_4 \cdot \text{U}$, from Ivigtut. *N. Jb. Miner. Mh.* H.7, s. 329-35, Stuttgart 1986.

Walter Kegel Christensen

Geografi

1. Geografisk Institut

Geografisk Centralinstitut omfatter Naturgeografisk Laboratorium A (jord, vand og klima), Naturgeografisk Laboratorium B (geomorfologi), Kulturgeografisk Laboratorium A (kulturøkologi og landbrugsgeografi), Kulturgeografisk Laboratorium B (bebyggelsesgeografi, bygeografi og fysisk planlægning) og Kulturgeografisk Laboratorium C (almen kulturgeografi).

Geografisk Institut har til huse i den 4-etages, tre-fløjede bygning, der kaldes Område V, Øster Voldgade 10 (1350, K). I bygningen er desuden installeret Det naturvidenskabelige Fakultets nye edb-anlæg, IBM 3431.

Under Geografisk Institut bestyres Skalling-Laboratoriet med afdelinger i Esbjerg, Ho og Tønder, samt Sermilik Stationen ved Angmagssalik, Grønland. Institutet råder over motorbåden »Skallingen II«, der har station i Esbjerg. Feltstationerne er åbne for forskere og videregående studerende efter aftale.

Tilsammen dækker forskningen ved Geografisk Institut et bredt spektrum fra naturvidenskabelige til samfundsvidenskabelige emner. Således sammenholder faget et ret stort antal discipliner, hvilket fremgår af nedenstående oversigt.

Jordbundsgeografi er som disciplin vokset ud af detaljerede sedimentstudier i Tøndermarsken. I samarbejde med Den Kgl. Veterinær- og Landbohøjskole er arbejdet centreret om jordbundstyper, jorderosion forårsaget af vand og vind og opbygning af laboratoriefaciliteter.

Hydrologi/klimatologi har især koncentreret sig om problemstillinger vedrørende vandbalance, fluvialmorfologi og materialetransport i danske og grønlandske nedbørsområder. I sammenhæng hermed er der indenfor klimatologi udviklet metoder til bestemmelse af sneforhold og energibalance ud fra satellitdata.

Vadehavs- og æstuarieforskningen har rod i Skalling-Laboratoriet (1930-) og De danske Vade- og Marskundersøgelser (1953-72). Den har i de seneste 10 år gennemgået en faglig-teknisk fornyelse ved benyttelse af selvregistrerende apparatur og inddragelse af remote sensing teknik. Der udføres specialprogrammer vedrørende sedimentbalancen i Vadehavsområdet, samt for vandudvekslingen med Nordsøen. Dette indebærer nye perspektiver i miljø- og forureningsdebatten såvel lokalt som i europæisk regie. Det naturvidenskabelige Fakultet har august 1986 udpeget området stoftransport og sedimentbalance i fluviale og æstuarine systemer som mærkesag.

Glacialmorfologi (arktisk morfologi) har udviklet

sig til et studium af den recente dynamik i de glacielle processer og de deraf følgende terrænformer i arktiske egne. I Grønland er der især arbejdet med hastighed og omfang af erosion, transport og aflejring i arktiske landskaber. Ved Myrdalsjökull, Island, analyseres de processer, sedimenter og terrænformer, som i dag dannes ved en gletscherfront, navnlig med henblik på tolkning af danske landskaber. Den recente og forfillede permafrost og den arktiske vinderosion søges kortlagt i Skandinavien ud fra detailstudier af processer i aktuel udvikling.

Kyst- og klitmorfologien har siden 1940'erne haft en stærk international position opnået gennem studier af formedannelsen. I de senere år er forskningsaktiviteten koncentreret om kystzonens morfodynamik. Ny feltmetodik er udviklet til registrering af materialeomsætningen i forbindelse med kystændringer. Resultaterne har åbnet nye perspektiver i den kystmorfologiske grundforskning og har fundet anvendelse i projekter vedrørende kystsikring og kystpleje.

Landbrugsgeografien undersøger landbrugssystemer og deres naturgrundlag, herunder dansk landbrug, dets ændringer og arealudnyttelse, specielt for marginaljordenes vedkommende. Yderligere forskes i fremmede landbrugsformer, såsom flyttemærksbrug, mediterrant landbrug, samt Sudano-Sahel-områdets specielle forhold. Analyserne foregår på et økologisk grundlag, eksempelvis gennem studiet af energi- og stofstrømme.

Bygeografi (bebyggelsesgeografi) bygger på geografens tradition for at analysere kulturlandskabets udvikling og sigter især mod det bebyggede miljø og omfatter felterne bysystemgeografi og bystrukturanalyse. En række studier over arealbenyttelse i byer er dokumenteret ved emner som »Danske byers vækst«, »Ændringer i arealbenyttelse i danske provinsbyer« og »Anvendelse af ældre erhvervsarealer«. Bysystemets sammensætning og forandring analyseres såvel for at fastslå bebyggelsessystemets udvikling som for med teoretisk baggrund at søge en fremskrivning heraf. Det naturvidenskabelige Fakultet har august 1986 udpeget området bebyggelses- og bygeografi som mærkesag.

Regionaludvikling er centreret om undersøgelser af udviklingsprocesser internationalt og regionalt med hensyn til produktionens ressourcemæssige og økonomisk-sociale side samt deres vekselvirkning. Eksempelvis analyseres den internationale Syd-Syd handel. Desuden flere emner om regional omstrukturering af erhverv, beskæftigelse og befolkning i Europa, specielt regionalgeografiske ændringer i Danmark.

Digital billedbehandling er vokset frem af instituttets anvendelse af flyfoto. Der har vist sig at være et stort behov for datafremskaffelse via satellitobservation i flere geografiske discipliner som klimatologi og landbrugsgeografi, samt i høj grad i samarbejdet med internationale bistandsorganisationer. I store områ-

der af verden er det den eneste form for data, der er tilgængelige. Institutet er teknisk i stand til en avanceret udnyttelse. Geograferns brede uddannelse gør dem særligt velegnede til at tolke satellitdata, som blander mange arter af data om såvel natur- som kulturforhold.

Stab:

VIP: Antal årsværk: 34.

Professorer: Sofus Christiansen, Niels Kingo Jacobsen, Harald Svensson.

Lektorer: Sten Engelstoft, Steen Folke, Rolf Guttesen, Frank Hansen, Bent Hasholt, Ole Hebin, Ole Humlum, Kr. Marius Jensen, Henrik Jeppesen, Margot Jespersen, Johannes Krüger, Hans Kuhlman, Henrik Breuning-Madsen, Jan Magnussen, Christian Wichmann Matthiessen, Henning Mørch, Bue Elkjær Nielsen, Jørgen Nielsen, Niels Nielsen, Erik Rasmussen, Kjeld Rasmussen, Anette Reenberg, Henrik Søgaard.

Adjunkter: Jesper Bartholdy, Thyge Enevoldsen, Morten Pejrup, Peter Strømgård.

Kandidatstipendiater: Troels Aagaard, Thomas Balstrøm.

Seniorstipendiater: Hans Thor Andersen, Bjarne Holm Jakobsen, Peder Michael Sørensen.

Eksterne lektorer: Torben Lund Jensen og Torben Nøhr.

Fondslønnede forskningsassistenter: Bo Barrensen, Helle Fischer, Niels Fold, Birger Hansen, Jørgen Holm.

TAP: Antal årsværk: 15.

Mogens Alsbjerg, Susan Busk, Anne Dollas, Lilli Finnich, Lone Finnich, Vagn Jakobsen, Villy P. Jensen, Arne Josefsen, John Jønsson, Preben Sonne Jørgensen (udlånt fra Det kongelige Bibliotek), Vibeke Jerrebo Levring, Elisabeth Møller, Elinor Nielsen, Katrine Marie Petersen, Inge Primstad, Jonna Rasmussen, Børge Simonsen (afgået ved døden d. 14. juli 1986), Kirsten Simonsen, Lene Helsing Svendsen, Henning Heide Sørensen, Jørgen Ulrich, Kirsten Winther, Annie Witte.

Forskningsvirksomhed:

1. Naturgeografisk Laboratorium A. Jord, vand og klima

1.1 Vade- og marksundersøgelser udføres fortsat med studier af sedimenttransport og hydrografi med henblik på en nyvurdering af sedimenthusholdningen i Vadehavet. Der indsamles fortsat data af bundsedynter og sedimentbalancer som grundlag for ovenstående undersøgelser (N. Kingo Jacobsen, J. Bartholdy og M. Pejrup). I tilknytning hertil udføres detaljestudier af æstuarine transportprocesser, specielt undersøges flokkuleret sediments transportegenskaber (M. Pejrup).

1.1.1 Studier af lo-udviklingen og sedimentpålejringen i Skallingmarsken er fortsat, bl.a. i samarbejde med Isotopcentralen. Herudover er der for hele Vadehavet foretaget løbende forskning bl.a. ved systematisk indsamling af fysisk-geografiske parametre i relation til økologiske langtidsstudier (COST 647). I vinteren 1985-86 er der i tilknytning hertil foretaget registrering af isforholdene i Vadehavet (N. Kingo Jacobsen).

1.2 For Ribe amt er der iværksat en undersøgelse af vandudskiftningen og balancen for total N og P gennem Grådyb (A. Jensen, M. Pejrup, J. Bartholdy).

1.2.1 For Fredningsstyrelsen er en 3-årig undersøgelse af sedimenttilførslen til saltvandssøen i Margrethe-Kog afsluttet (B. Hasholt, J. Bartholdy, M. Pejrup).

1.3 Jordbundsstudier over forlandsarealer er fortsat (N. Kingo Jacobsen). Jordbundsforskningen omfatter herudover både arbejder i Danmark og udlandet. I samarbejde med Agrikulturkemisk Laboratorium, Den Kgl. Veterinær- og Landbohøjskole (K. Rasmussen, L. Petersen), og Arealdatakontoret i Vejle har N. Kingo Jacobsen og H. Breuning-Madsen videreført jordbundsgeografiske studier i forbindelse med DONG-gasledningen.

I august 1986 afholdtes en 6-dages ekskursion til Danmark – ligeledes i samarbejde med KVL – for XIII Congress of Soil Science, Hamburg (H. Breuning-Madsen, N. Kingo Jacobsen).

1.4 I samarbejde med Landbrugsministeriets Arealdatakontor (ADK) og Kemisk Institut, KVL, udføres arbejde for marginaljordsprojektet (H. Breuning-Madsen, se punkt 7), og i samarbejde med Statens Planteavlsvforsøg foretages systematiske jordbundsstudier af systemforskningsarealer. Vandretentionsundersøgelser fortsættes i samarbejde med ADK (H. Breuning-Madsen).

T. Balstrøm har påbegyndt licentiatprojekt og har som mål at udvikle et geografisk informationssystem for jordressource-, vandressource- og arealanvendelse via en integration af databaser og digitale satellitbilleder (Landsat TM og SPOT). Som undersøgelsesregion er valgt Ribe Å's nedbørsområde, og i sommeren 86 blev der udført feltundersøgelser af bl.a. jordbundsforhold og arealanvendelse. I efteråret påbegyndtes behandlingen af satellitbilleder fra vækstsæsonen dette år på den nye billedbehandlingsfacilitet på Geografisk Institut.

Desuden er der indgået en 3-årig samarbejdsaftale (T. Balstrøm, H. Breuning-Madsen, K. Rasmussen) med ADK med henblik på en vurdering af anvendeligheden af digitale satellitdata (Landsat TM og SPOT) ved monitorering af skovbrugsrelevante parametre i samme region, se punkt 6.

1.5 I Sydvestgrønland er gennemført feltundersøgelser med henblik på kalibrering og verification af metoder til bestemmelse af potentiel og aktuel evapotranspiration i et arktisk/subarktisk område. Ved hjælp af NOAA-satellitdata er den regionale variation af evapotranspirationen forsøgt beskrevet, og planteproduktionen forskellige steder i området er fulgt igennem vækstsæsonen ved hjælp af det beregnede, normaliserede vegetationsindex. Arbejdet er udført af B. Hansen for Arbejdsgruppen vedrørende Miljø og Fåreavl i Grønland.

I samarbejde med samme arbejdsgruppe gennemføres jordbundsgeografiske studier i Sydvestgrønland. Undersøgelserne har primært det sigte at belyse de pedogenetiske forhold i et subarktisk område. De pedologiske data danner dog også udgangspunkt for en undersøgelse af jorderosionen bl.a. i relation til aktuel og tidligere (Nordbotidens) arealanvendelse. Herudover foretages en jordbundskortlægning og -bonitering med henblik på den aktuelle arealplanlægning. Arbejdet udføres af B. Holm Jakobsen med bevillinger fra SNF og SJVF.

1.6 I Vestjylland foretages rutineobservationer af materialetransporten i Varde-Grindsted-Å-systemet. Der gennemføres studier af årsagssammenhænge mellem dynamiske parametre og den fluviale materialetransport i Sydvestjylland. Projektet er støttet af SNF og udføres af J. Bartholdy og B. Hasholt i samarbejde med Botanisk Institut ved Aarhus Universitet og Isotopcentralen.

For Ribe- og Sønderjyllands amter udføres en undersøgelse af sandvandringen i Ribe Å (J. Bartholdy, M. Pejrup, B. Hasholt). I tilknytning hertil er der udført detailstudier af denudationen i Ribe Å's opland (J. Bartholdy). For Ribe amt er der endvidere gennemført en undersøgelse af sedimentationen i Karlsgårde Sø (B. Hasholt). Der er etableret et samarbejde med Dansk hydraulisk Institut om udnyttelsen af Hydraulikhallen i Øster Voldgade 10, hvor der udføres forskning i tilknytning til ovennævnte projekter.

1.7 Der er foretaget en ekspedition til Mitdluagkatgletscheren, Grønland, med henblik på en kortlægning af denne. Samtidig er der foretaget mikroklimatiske undersøgelser og målinger af ablation og den resulterende vandføring i afløbet fra gletscheren (B. Hasholt).

1.8 I Taserssuaq bassinet NØ for Sisimiut/Holsteinsborg er der med støtte fra Kommissionen for videnskabelige Undersøgelser i Grønland foretaget et feltmåleprogram til bestemmelse af strålings- og energifluxe over sneoverflader. I samarbejde med universitetet i Innsbruck er der med 10-kanals albedospektrometer målt spektral signatur over en række typiske overflader. Undersøgelsen er en integreret del af kalibre-

ringeksperiment under International Satellite Land-Surface Climatology Project (H. Søgaard).

I den nordlige del af Burkina Faso er der med støtte fra EF (Directorare, Generale 8) påbegyndt et projekt, der sigter på overvågning af agroklimatiske data og vegetation på basis af satellitdata, se punkt 6. Feltmåleprogrammet omfatter opstilling af selvregistrerende målestation for bestemmelse af energi- og strålingsflux, samt vegetationskortlægning (H. Søgaard).

2. *Naturgeografisk Laboratorium B. Geomorfologi*

Den geomorfologiske forskning sigter på at fremskaffe viden om Jordens landskabsformer, deres dannelse og forandring ved forskellige processer, herunder også processer betinget af menneskets aktivitet. Landskabet opfattes som et dymanisk system, i hvilket erosions-, transport- og akkumulationsprocesser til stadighed bearbejder og omfordeler materialer. Flere af de geomorfologiske enkeltdiscipliner bindes sammen af fælles palaeoklimatologiske problemstillinger.

Det geomorfologiske feltarbejde består af opmålinger af terrænformer og de fysiske kræfter, som virker, samt hjemtagelse af materialeprøver, der analyseres i laboratorium. På dette grundlag opnås indsigt i erosions-, transport- og aflejningsprocessernes natur og omfang. Resultater sammenfattes ofte i et geomorfologisk kort, der også kan fremgå af fotogrammetrisk arbejde. Kortlægningen anvendes både i videnskabeligt arbejde og i fysisk planlægning, samt i anden administration.

2.1 *Glacialmorfologi, arktisk og periglacial geomorfologi*

2.1.1 Fortsættelse af feltundersøgelser af aflejningsmiljøer, sediment og terrænformer i et recent glaciationsområde ved Myrdalsjökulls nord- og østrand, Island, med henblik på tolkninger af glacial sediment i Danmark. I sommeren 1986 er hovedvægten lagt på følgende delprojekter:

- a) Det supraglaciale aflejningsmiljø og stadier i terrænuviklingen.
- b) Stratigrafi og litofacies i supraglaciale sediment.
- c) En dislokeret randmoræne under dannelse, samt ændringer i sedimentære facies og terrænformer foran den avancerende gletscher.
- d) Detailstratigrafi og sedimentære strukturer i et subglaciale, marginalt og proglaciale landskabssystem.
- e) En foreløbig undersøgelse af sorterede polygoner under dannelse siden 1982 i et recent bundmorænelandskab (J. Krüger)

2.1.2 En undersøgelse af fundamentale geomorfologiske processer ansvarlige for erosion, transport og aflejring i et arktisk landskab, eksemplificeret ved øen Disko, Vestgrønland (O. Humlum).

2.1.3 En metodisk studie vedrørende forskellige procedurer til kortlægning af nuværende og tidligere glaciationsniveauer, eksemplificeret ved det centrale Vestgrønland (O. Humlum).

2.1.4 En undersøgelse vedrørende massetabet fra forskellige typer isoverflader, udsat for det naturlige vejrlig. Hertil knyttet sammenhørende meteorologiske observationer. Disko, Vestgrønland (O. Humlum).

2.1.5 En undersøgelse vedrørende fugtoptagelse/afgivelse fra forskellige typer fjeld, udsat for det naturlige vejrlig. Hertil knyttet sammenhørende meteorologiske observationer. Disko, Vestgrønland (O. Humlum).

2.1.6 Kontinuerte registreringer af temperaturforholdene i snedækket løsjord og fast fjeld på udvalgte lokaliteter. Disko, Vestgrønland (O. Humlum).

2.1.7 Kortlægning af blokgletschere på Disko, Vestgrønland. Måling af deformationshastighed på udvalgte blokgletschere. Undersøgelser af klima og sneforhold, samt tilgang af talusmateriale fra bagvedliggende fjeldside (O. Humlum).

2.1.8 Registreringer af frontvariationer ved 13 gletschere på Disko, Vestgrønland. Undersøgelse af tidligere udstrækning ved hjælp af lichenometri og forvitrigsgrad af blokke og morænerygge (O. Humlum).

2.1.9 Kortlægning af den øvre marine grænse langs Vestdisko, Grønland (O. Humlum).

2.1.10 Studier af den periglaciale formudvikling på arktiske kyster. I forbindelse med ledelsen af en ekskursion for Geografforbundets medlemmer til Disko Bugten, Grønland, er der gjort iagttagelser på kyststrækninger ved Éqip Sermia, hvor tidevand og iskælvningsbølger er de dominerende procesfaktorer (N. Nielsen).

2.1.11 I en øst-vestlig zone i Jylland er overflade- og terrænformer, som er dannet under tidligere arktiske forhold, analyseret og kortlagt ved hjælp af flyfotos (specielt spor af polygoner og pingos). Udvalgte områder er studeret ved hjælp af feltundersøgelser (H. Svensson).

2.1.12 I forbindelse med nedlægning af naturgasledning på den svenske vestkyst sommeren 1986 er en 30 km lang sektion ved Laholmbugten undersøgt vedrørende periglaciale sedimentstrukturer i landhævningsniveauer fra Allerød og Yngre Dryas. Organisk materiale til C14-datering er indsamlet fra signifikante niveauer (H. Svensson).

2.1.13 På udvalgte lokaliteter i Sydsverige er observationer af vindslibning på grundfjeld og blokke fortsat med henblik på en paleoklimatisk rekonstruktion af senglaciale vindforhold. Sammenligning med nutidig arktisk vinderosion i Grønland foretages (se æolisk geomorfologi, punkt 2.3.3.) (H. Svensson).

2.1.14 Analyse af den periglaciale formseries potentielle muligheder som indikator af permafrost i nord-skandinaviske områder (H. Svensson).

2.1.15 På Hallandsåsens klippekyst fortsætter en undersøgelse af identifikation af erosions- og akkumulationsformer dannet under arktiske forhold i senglacial tid (H. Svensson).

2.2 *Kystmorfologi*

2.2.1 Havis som kystmorfologisk faktor. Feltundersøgelser ved forskellige danske kyster har vist, at recent havisdannelse har en væsentlig, men hidtil ringe beskrevet, betydning for kystudviklingen. Dette gælder for såvel åbne eksponerede som for lukkede kystafsnit. I forbindelse med konsekvensundersøgelser ved et strandfodringsforsøg på Sjællands nordkyst (se 2.2.2.) har isfodsdannelsen været en signifikant faktor for strandfodringens materialebudget. Vinteren 1986 indledtes studier af lokaliteter i Roskilde Fjord. Her kunne det bl.a. dokumenteres, at store blokke kunne transporteres af kun 5-10 cm tyk is (N. Nielsen).

2.2.2 Kystundersøgelserne på Sjællands nordkyst i forbindelse med strandfodringsforsøg blev, hvad angår den feltmæssige del, afsluttet i oktober 1986. Projektet er foranstaltet og finansieret af »Fællesudvalget for kystpleje og kystsikring af Nordkysten«. Det gennemføres som et samarbejdsprojekt med Dansk hydraulisk Institut og Hostrup-Schultz & Sørensen (rådgivende ingeniørfirma). Ved Geografisk Institut udføres: Bestemmelse af henfaldet af den tilførte sedimentmængde, herunder (a) volumenberegninger, (b) erosions-/aflejningsområder, (c) strandplansudvikling (undervandsobservationer), samt (d) kystkvalitetsændringer i strandfodringsområdes nabokyststrækninger. Ministeriet for offentlige Arbejder har bevilget en udvidelse af undersøgelsesprogrammet, bl.a. er der i 5 kampagner 1986 foretaget eksakte kystmorfologiske registreringer, sedimentprøvetagninger og flyfotooptagelser over en ca. 3 km strækning nedstrøms for strandfodringsområdet. Felldata fra 2½ års arbejde er nu under bearbejdning (N. Nielsen, J. Nielsen).

2.2.3 Undersøgelserne af barrekomplekset »Tolken« mellem Møn og Falster er fortsat i 1986. Der er opstillet en udviklingsmodel for barren på basis af morfologiske studier af kort og flyvebilleder over en ca. 250-årig periode. Årets feltarbejde har bestået i en registre-

ring af barrens recente morfologi og estimering af mængden af løst sediment ved pejlinger med penetrationsekkolod, og en detaljeret undersøgelse af overfladesedimentets teksturvariationer (J. Nielsen).

2.2.4 Studier af langperiodiske stående bølger (»edge waves«) og deres betydning for kystens morfodynamik. I en central del af projektet tages sigte på at undersøge, hvilke faktorer der indvirker på selektionen af »edge wave«-perioder i højenergisituationer, samt hvilke faktorer der afgør, hvorvidt de genererede »edge waves« bliver af stående eller progressiv type. En identifikation af disse selektionsmekanismer vil medvirke til forståelse af de rytmiske dimensioner i kystmiljøet, af revlernes placering og antal samt af kysterosionens intensitet (T. Aagaard).

2.2.5 Vadehavets kystmorfologi. Projektet omfatter langsigtede undersøgelser af den geomorfologiske virkning af humane indgreb i Vadehavsområdet. Projektet består af en række delprojekter:

a. Den morfologiske udvikling af vaderne og fyldgraven foran det fremskudte dige ved Højer.

b. Udviklingen af det kunstige forland foran det fremskudte dige.

c. Vegetationsudviklingen i forsøgssligårdene ved det fremskudte dige.

d. Juvreprielens morfologiske udvikling efter bygningen af et 200 m langt glacis langs prielens vestside på den mest erosionstruede del af Rømhø østkyst.

e. Den landdannelende effekt af Mandø-låningsvej på vandskellet mellem Juvre Dybs og Knudedybs tidevandsområder.

f. Kystudviklingen på Jordsand og ved Koldby leje efter etableringen af slikgårde og kantfaskiner.

g. Strand- og klitudviklingen på havsandet på Rømhø i relation til bl.a. bilkørslen på stranden. Som baggrund for projektet følges den naturlige marskdannelse ved Råhede syd for Ribe.

Arbejdet har i 1986 især været koncentreret om delprojekterne b, c, e og f. De foreløbige resultater af undersøgelserne ved det fremskudte dige har dannet basis for de af Jordbrugsdirektoratet projekterede og i 1986 påbegyndte kystbeskyttelsesanlæg (M. Jespersen, E. Rasmussen).

2.3 *Æolisk geomorfologi*

2.3.1 En undersøgelse af snepræget i flyvesand har i år været koncentreret i et projekt, hvor flyvesand er blevet indsamlet i Ørkendalen ved Sdr. Strømfjord, Grønland (H. Kuhlman).

2.3.2 Registrering af aktuel jordfygning på danske marker er fortsat (H. Kuhlman).

2.3.3 Undersøgelserne af vindslebne sten og klipper som indikatorer for det periglaciale miljø, specielt

vindklimaet, er i år fortsat med studier i Vestgrønland (H. Kuhlman, H. Svensson).

2.4 *Naturfredning*

2.4.1 Med udgangspunkt i vinderosion på danske marker er der startet et projekt, hvor tilplantning af marker undersøges som indikator for marginale landbrugsområder, se punkt 7.3 (H. Kuhlman, B. Barrensen).

2.4.2 Boniteten af dansk landbrugsjord har bl.a. ligget til grund for et forsøg på at inddele Danmark i kulturlandskaber med henblik på naturfredning (Kr. M. Jensen, H. Kuhlman).

2.4.3 Edb-baseret terrænregister. I det forløbne år er nedsat en arbejdsgruppe af Fredningsstyrelsen vedrørende oprettelse af et edb-baseret lokalitetsregister over terrænformer i Danmark til brug i amtskommuner og i Fredningsstyrelsen (H. Kuhlman, N. Nielsen).

2.5 *Geomorfologisk kortlægning*

Fortsat bearbejdelse af data fra detailmorfologisk kortlægning af Knudshoved Odde, Sydsjælland. (J. Krüger).

2.6 *Remote sensing*

»Evaluation of the potential use of satellite imagery for Earth science research«. Arbejdet er fortsat bl.a. gennem deltagelse i U.S. Geological Survey-projektet »Satellite Image Atlas of Glaciers« (H. Svensson).

3. *Kulturgeografisk Laboratorium A. Økologisk kulturgeografi og landbrugsgeografi*

Et hovedsigte for forskningsfeltet er en analyse af humane økosystemer. Udgangspunktet for denne er de menneskeformidlede stof- og energistrømme, som er knyttet til produktionen, og som bl.a. afspejles i kulturlandskabets udformning. De forskellige udnyttelsessystemers forsyningsevne og stabilitet, som er nøglebegreberne i analyserne, er betydningsfulde set i relation til nutidens produktionspres på Jordens ressourcer. Den aktuelle hovedaktivitet for laboratoriet er analyser af forskellige typer af landbrugssystemer.

Ud over vedligeholdelsesmæssig forskning har laboratoriets aktiviteter omfattet bl.a. følgende:

3.1 Afslutning på en undersøgelse af dansk landbrugs regionale struktur og udvikling med hovedvægt på perioden 1971 til 1981 (Kr. M. Jensen, A. Reenberg).

3.2 Bygdeproblematikken på Færøerne. Der søges en afklaring af sammenhængen mellem produktions- og bebyggelsesstrukturen, med hensyntagen til andre territoriale delstrukturer. Formål: at diskutere bygdernes udviklingsmuligheder.

Projekt om den traditionelle jordbehandlingsmetode, redskabsanvendelse og mikromorfologi i bøen. Første del af projektet i form af en dokumentarfilm er under færdiggørelse.

Problemer i geografisk teori. Den materielle produktionsproces som udgangspunkt eller -kategori for geografiske deldiscipliner, geografiske love og determinisme (R. Guttessen).

3.3 Forskning i landbrugs- og miljøorienterede anvendelser af remote sensing. Der arbejdes med digitale satellitbilleders anvendelse til kortlægning og monitorering af landbrugs- og skovmæssig arealanvendelse i Danmark (samarbejdsprojekt med Landbrugsministeriets Arealdatakontor og Skovstyrelsen) og i Tanzania (samarbejde med University of Dar Es Salaam). Græsningsressourcers fordeling tidsligt og rumligt undersøges i Burkina Faso (K. Rasmussen).

I samarbejde med United Nations Sudano-Sahelian Office er udført et pilotprojekt vedr. desertifikation i Somalias kystzone (A. Reenberg).

Der henvises i øvrigt til punkt 6 om remote sensing og digital billedbehandling.

3.4 Forskning i det mediterrane landbrug og kulturlandskabet i det mediterrane område -relationer mellem biofysisk landskab og landbrugsmæssig udnyttelse, arealanvendelse, vand som ressource, afgrødeproduktion m.v. (H. Mørch).

Samme har fortsat undersøgelser over befolkning og ressourcer i danske landdistrikter.

3.5 En rapportering om cirkulation af korn i det internationale fødevarer-system følges op af en undersøgelse af andre fødeemners cirkulation og specielt deres anvendelse i den animalske produktion (H. Jeppesen).

Fødevarer-systemer og produktion af fødevarer i Ghana suppleres med en undersøgelse af bøndernes egen klassifikation af de fysiske omgivelser. Dette sammenlignes med videnskabelige klassifikationer med henblik på forbedringer i produktionen. Der skal specielt ses på kommunikation af viden til bønderne i deres eget sprog (H. Jeppesen).

3.6 Analyse af stof- og energistrømme i traditionelle landbrugssystemer i Miombo skovsavannen, Zambia. Bearbejdning af indsamlede data (P. Strømgaard).

Forskning i økologiske aspekter af udviklingsprocessen i u-lande; specielt muligheder for landbrugsudvikling i økologisk sårbare områder (P. Strømgaard).

Jordbunds- og land-use-kortlægning i forbindelse med Feasibility Study Food Security Project, Mozambique; finansieret af Danida (P. Strømgaard).

3.7 Analyse af ressourcer og udnyttelsessystemer i tørketruede områder, især i Afrika (A. Reenberg).

3.8 Forskning i »Comparative Food Systems« for International Geographical Unions's Kommission af samme titel (S. Christiansen).

4. Kulturgeografisk Laboratorium B. Bygeografi, bebyggelsesgeografi og fysisk planlægning

Bebyggelsesgeografien analyserer kulturlandskabets udvikling, særligt for de bebyggede områders vedkommende. Fagområdet omfatter fire hovedfelter:

1) Urbanisering, herunder bebyggelsesgeografi og kulturlandskabsanalyse.

2) Bysystem: byernes rumlige fordeling og funktionelle sammenhæng.

3) Bystruktur: arealbenyttelse og bymodeller.

4) Anvendt bygeografi: administration og planlægning af det fysiske miljø.

Fælles for de fire felter er den rumlige struktur, der opstår gennem integration af natur- og samfundsmæssige processer.

Den frugtbare placering af fagområdet i den naturvidenskabelige tradition, men med forbindelser til samfundsvidenskab og historie, giver forskningen et bredt perspektiv, som har demonstreret en række praktiske anvendelser inden for administration og planlægning af det fysiske miljø.

4.1 Urbanisering – kulturlandskab

Kulturlandskabsanalysen, som bygeografien fagligt har fælles med landbrugsgeografien, demonstrerer anvendeligheden af den geografiske forskningstradition. Et eksempel på et aktuelt og kommende forskningsfelt udgøres af marginaljordsproblematikken, se afsnit 7.

4.2 Bysystemteori

Forskningsfeltet omfatter bebyggelsesmønstret, byernes rumlige fordeling og funktionelle sammenhæng. Traditionen for at beskæftige sig hermed omfatter flere arbejder om servicecenterteori, fx om servicestrukturen i Vestsjælland og NORDrefoprojektet om de nordiske bysystemers udvikling. C. Wichmann Matthiessens disputats, »Danske byers vækst« (1985), er det nyeste eksempel på resultater fra forskningsfeltet.

Aktiviteterne inden for dette felt udøves p.t. især i forbindelse med projekterne »Settlement system development, environmental constraints and technological change«, 1984-88, »Danmarks byvækst«, »The impact of large-scale energy projects«, 1983-86 og »Byvækstens reaktion på ny teknologi og infrastruktur« (C. Wichmann Matthiessen).

4.3 Bystrukturudvikling

Forskningsfeltet omfatter emnerne arealbenyttelse i byer, befolkningsfordeling, arbejdspladsfordeling og infrastruktur, bymodeller samt bystrukturteori.

Traditionen for arbejder med arealbenyttelse i byer omfatter i de seneste 10 år især Geografisk Instituts bymidteundersøgelser. To licentiatafhandlinger:

»Storkøbenhavns erhvervsområder« (1985) og »Ændringer i de centrale dele af ældre byområder« (1986) er de nyeste eksempler på resultater fra dette forskningsfelt.

Aktiviteterne udøves p.t. især i forbindelse med projekterne »Ændringer i de centrale ældre byområder« (S. Engelstoft), »Ældre erhvervsområder« (H. T. Andersen) og projektet »By, samfund og rum« (H. T. Andersen, S. Engelstoft).

4.4 Anvendt bygeografi

Forskningsfeltet omfatter emnerne fysisk planlægning, byfornyelse og bypolitik.

Den anvendelsesorienterede forskning har i de seneste år evnet en succesfuld orientering mod den brede vifte af administrative opgaver, der forudsætter kendskab til såvel natur- som samfundsvidenskabelige problemstillinger. Herved har de mange kandidater inden for planlægningsbranchen i deres beskæftigelsesituation haft direkte nytte af fagområdets forskning.

Denne forskning har gennem en årrække hovedsageligt været varetaget af eksternt finansierede stipendiater i samarbejde med laboratoriets faste lærerstab.

5. Kulturgeografisk Laboratorium C. Almen kulturgeografi

Forskningen centrerer om undersøgelser af udviklingsprocessen internationalt og regionalt med hensyn til produktionens ressourcemæssige og økonomisk-sociale side, samt deres vekselvirkning. Herunder hører forholdet mellem produktion og ressourcer, mellem produktive og ikke-produktive erhverv, mellem landbrug og industri, mellem land og by, samt sammenhængen mellem økonomisk udvikling og levevilkår. Endvidere samspillet mellem områder domineret af forskellige produktionsmåder og stående på forskellige udviklingsstrin, først og fremmest de økonomiske relationer, handelen og kapitalbevægelserne.

Der arbejdes med emner som erhvervs- og beskæftigelsesudvikling, herunder servicesektorens rolle i den regionale udviklingsproces (B. Nielsen, F. Hansen), regional erhvervsudvikling i EF (B. Nielsen), samt regional udvikling i Jugoslavien og Sydeuropa i øvrigt (F. Hansen). Der arbejdes endvidere med temaet underudvikling og imperialism (S. Folke, T. Enevoldsen). Sidstnævnte indgår begge i et projekt om Syd-Syd dimensionen i den internationale arbejdsdeling sammen med H. Fischer og N. Fold.

Endelig arbejdes der med teoretisk geografi, navnlig med historisk materialisme som grundlag (F. Hansen).

6. Remote sensing, digital billedbehandling og geografiske informationssystemer

Faciliteter til analyse af digitale satellitbilleder er under opbygning, og vægten lægges i stadig højere grad på integration af satellitdata og andre geografiske in-

formationer i »geografiske informationssystemer«. Satellitbilledernes tværdisciplinære informationsindhold udnyttes af natur- og kulturgeografer i tæt samarbejde. Vigtige anvendelsesområder er studier af arealanvendelse (by-, landbrugs- og skovmæssig) i såvel Danmark som U-lande af klima/agroklima og jordbundsforhold, samt af kystnære miljøer. En række forskningsprojekter, ofte finansieret af fondsmidler og samarbejdsaftaler, udnytter faciliteten, og flere eksternt finansierede medarbejdere er eller vil snarest blive tilknyttet. Et fakultært undervisningstilbud på området, finansieret af puljemidler, er under etablering. Samarbejdet med andre institutter ved fakultetet, bl.a. Geofysisk Institut, Datalogisk Institut og Institut for botanisk Økologi er under kraftig udvikling, ligesom kontakten til udenlandske institutter er omfattende.

6.1 Undersøgelse af agroklimatiske og vegetationsbeskrivende parametre ved hjælp af satellitdata i Burkina Faso. Finansieret af EF (H. Søgaard, K. Rasmussen).

6.2 Dansk delprojekt, »Greenland Field Experiment«, inden for »International Satellite Land Surface Climatology Project« (H. Søgaard).

6.3 Kortlægning og monitorering af danske skove ved hjælp af satellitdata. Samarbejdsprojekt med Landbrugsministeriet (Arealdatakontoret) og Skovstyrelsen (T. Balstrøm, K. Rasmussen).

6.4 Opbygning af et »geografisk informationssystem« med henblik på jordbunds-/jordressourcekortlægning i Danmark baseret på integration af digitale satellitdata og eksisterende (vektor)databaser (T. Balstrøm).

6.5 Kortlægning af landbrugsmæssig arealanvendelse i Tanzania ved hjælp af satellitbilleder. Finansieret af Udviklingsforskningsrådet (K. Rasmussen).

6.6 Kortlægning af klitspredning i Somalias kystzone. Finansieret af UNSO/DANIDA (A. Reenberg).

6.7 Udvikling af billedbehandlingsprogrammel. Finansieret af Rumudvalget (K. Rasmussen, H. Søgaard).

7. Marginaljord

Udgangspunktet er analysen af grundlaget for lokale ressourcer, dvs. først og fremmest jordbundsforholdene, klimaet og hydrologien. Desuden inddrages landskabsudviklingsprocesser: Skræntdannelse, erosion og udvaskning. Ressourcegrundlaget og materialehusholdningsregnskabet fastlægges. Udviklingen af den aktuelle arealbenyttelse analyseres. Herunder

inddrages den faktiske marginalisering af landbrugsjord, som afhænger af befolknings- og erhvervsfordelingen, og som sker under indflydelse af kulturhistoriske faktorer.

7.1 Operationel definition af potentielt dyrkningsmarginale jorder. Kortlægning af udbredelsen. Samarbejde med Arealdatakontoret og Fredningsstyrelsen (H. Breuning-Madsen).

7.2 Partikulært bundet stoftransport i vand og jorderosion. Der afholdtes Nordisk Seminar ved Geografisk Institut, København (KOHYNO) 6.-8. februar 1986 (B. Hasholt).

7.3 Kortlægning af tilplantet agerjord som indikator for marginaliserede landbrugsarealer, i samarbejde med Fredningsstyrelsen (H. Kuhlman, B. Barrensen).

8. Databehandling

Anvendelsen af edb ved Geografisk Institut er omfattende og berører stort set alle forsknings- og undervisningsområder, hvortil kommer, at instituttets administration i stigende grad går over til edb. Til edb-faciliteterne er knyttet et VIP-årsværk.

Udnyttelsen af edb er baseret på følgende faciliteter:

3 IBM PC/AT med 20 MB hard-disk og Enhanced Color Display.

3 IBM PC/AT med 20 MB hard-disk og Enhanced Color Display, samt specielle hard-ware faciliteter med henblik på behandling af satellitbilleder og deres udskrivning/udplotning.

1 IBM PC/XT 286 med 20 MB hard-disk og Enhanced Color Display (billedbehandling).

Billedbehandlingsmikroerne er forbundet med Det naturvidenskabelige Fakultets IBM 4341-anlæg.

2 IBM PC/AT med 20 MB hard-disk og Enhanced Color Display, samt 1 IBM PC/XT med Color Display opkoblet i net. Denne konfiguration er specielt beregnet til publikationsvirksomhed og ejes af Det kongelige danske geografiske Selskab.

1 IBM PC/G (administration). Alle anlæg har tilsluttet printer, hvoraf tre er printere af høj kvalitet.

Det naturvidenskabelige Fakultets IBM 4341-anlæg er placeret på Geografisk Institut og udnyttes intensivt i undervisningen, bl.a. via 4 direkte terminaler. Geografisk Institut kører desuden på de regionale edb-centre (UNI*C København og Lyngby).

På IBM 4341-anlægget og UNI*C udnyttes de dér baserede standardpakker til statistiske analyser, grafiske fremstillinger, databasearbejder etc., samt billedbehandling.

For alle PC'ernes vedkommende anvendes: Tekstbehandling, regneark, grafik, arkivsystemer, samt kommunikationsmoduler til IBM 4341-anlægget.

9. Bibliotek og samlinger

Instituttets bibliotek, kort- og billedsamlinger er under omlægning til fælles administration; sideløbende indføres moderne teknologi til katalogisering og søgning. Til biblioteket er knyttet 2 bibliotekarårsværk (det ene udlånt af Det kongelige Bibliotek) og 1/4 VIP-årsværk.

9.1 Biblioteket

Biblioteket har status som centralbibliotek for faget og fungerer som informationscenter for offentlighed, institutioner og erhvervsliv. Det omfatter 3300 hyldemeter, rummer ca. 26.000 bind og har 1100 tidsskrifter i løbende abonnement. Biblioteket vedligeholder et omfattende katalog, og litteratursøgning sker bl.a. via forskningsbibliotekernes fælles system ALBA (Accessionskatalogens Lokaliseringsbase). For øjeblikket deltages i en forsøgsordning, hvor en mikrodatamat er forbindelsesled til Det kongelige Biblioteks forsøgsbase på UNI*C.

En betydelig del af bibliotekets samlinger hidrører fra samarbejde med Det kongelige danske geografiske Selskab. Dets anmeldervirksomhed (i Geografisk Tidsskrift) medfører betydelig tilgang af nye bøger, og dets store net af bytteforbindelser begrundet hoveddelen af tidsskriftssamlingen.

9.2 Kortbiblioteket

Kortsamlingen rummer ca. 52.000 kortblade dækkende Danmark, Europa og udvalgte oversøiske lokaliteter. Kortsamlingens katalog er påbegyndt omlagt til edb. Betinget af, at det nødvendige udstyr hertil frigøres, forventes denne omstilling at gøre den p.t. noget vanskeligt tilgængelige samling operationel indenfor overskuelig tid.

9.3 Billedsamlinger

Flybilledsamlingen består af ca. 15.000 luftfotografier. Disse dækker primært Danmark, Grønland, Færøerne og det øvrige Norden; desuden findes udvalg fra andre lande og regioner. I tilknytning til flybilledsamlingen råder instituttet over tolkningsudstyr: aviograf WILD B8S og interpretoskop.

Til brug i undervisning, til lærebogsillustrationer og anden udadvendt virksomhed råder instituttet over ca. 40.000 lysbilleder og en ældre samling sort/hvide fotografier. Samlingerne rækker langt tilbage, men er i de seneste tiår bevillingsmæssigt blevet mishandlet. I forbindelse med den igangværende omlægning af instituttets biblioteker og samlinger planlægges det at gøre billedsamlingerne operationelle igen.

Udgivervirksomhed:

Større arbejder og artikler, der sigter direkte på et in-

ternationalt publikum, udgives af Det kongelige danske geografiske Selskab i dettes skrifttrækker: *Geografisk Tidsskrift* (udkommer årligt) samt *Folia Geographica Danica*, *Kulturgeografiske Skrifter* og *Atlas over Danmark* (sidstnævnte udkommer lejlighedsvis).

Kulturgeografiske Hæfter er et fagkritisk tidsskrift, der udgives af foreningen »Fagligt Forum«. Det udkommer 3 gange årligt – dels med udgivelser af forskningsarbejder, dels med formidling af forskningsresultater til undervisningsbrug. Derudover udgives udvalgte studenteropgaver i en særskilt publikation.

Til støtte for undervisningen udgiver Geografisk Institut en række compendier, oftest tilpasset de enkelte undervisningsmoduler. Derudover udgives videnskabelige arbejder og rapporter i serier svarende til de fem laboratorier.

Kongresdeltagelse med forelæggelse af paper fra deltagerne:

H. T. Andersen: »The Danish planning system in face of urban transformation«. »Urban and regional planning conference«. London School of Economics. England. H. T. Andersen: »The city as framework for the daily life«. »Third Copenhagen Conference on urban politics«. Københavns Universitet.

J. Bartholdy: »A Sediment Transport Model for Finesand« og »Transport of Suspended Matter in Low-land rivers of Southwest Denmark«. – »12th International Sedimentological Congress«, Canberra, Australien.

H. Breuning-Madsen: »Area data used in regional planning«. EEC-Workshop: Computerization of land use data – Agricultural and environmental aspects. Bonn, Vesttyskland. H. Breuning-Madsen: »Soil Erodibility map covering an area of Southern Zealand«. Nordiske Jordbrugsforenings seminar: Det intensive agerbrugs indvirkning på flora og fauna. Helsinki, Finland. H. Breuning-Madsen: »The use of data from the Danish soil classification for elaboration of root zone capacity maps«. Nordisk hydrologisk Forenings seminar: Vann i umettet sone - arealvariabilitet. Ås, Norge.

S. Engelstoft: »Arealanvendelse i bycentre«. Byplanforskningsmøde, Sydjysk Universitetscenter, Esbjerg.

B. Hasholt: »On the assessment on soil erosion in Denmark«. »EEC workshop on the assessment of soil erosion«. Bruxelles, Belgien. B. Hasholt: »Virksomheden af vandløbenes materialetransport på det omgivende miljø i Danmark«. Nordisk hydrologisk konference. Reykjavik, Island.

O. Humlum: »Climatic and other factors influencing the dynamic behaviour of glaciers and rock glaciers on Disko Island, West Greenland«. – Symposium: Late quaternary climatic changes and their geological records. Lunds Universitet, Sverige.

N. Kingo Jacobsen: »Studies on soils and possibilities of soil erosion in the sheep farming area of South Greenland«. Congress Committee Arctic International, Reykjavik, Island.

Kr. M. Jensen: »Marginale landbrugsarealer gennem hundrede år – og i dag«. Symposium: Bebyggelseshistorie og fysisk planlægning. Odense Universitet.

H. Jeppesen: »The circulation of cereals in the global food system«. Internationale geografiske Union, Commissionsmøde om fødevarer-systemer, Granada, Spanien.

C. Wichmann Matthiessen: »Greater Copenhagen. Deindustrialization and Dynamic Growth based on new Business Activity«. Symposium: Development Potential of Large Agglomerations. Erasmus University, Holland. C. Wichmann Matthiessen: »The City of Copenhagen«. European Congress: The City, Engine behind Economic Recovery. Rotterdam, Holland. C. Wichmann Matthiessen: »Urban Population in Denmark. Pattern of Location and Change in a long-term Perspective«. Symposium: Innovation and Urban Development. Zentrum Internationalen Bevölkerungsstudien. Bielefeld, Vesttyskland. C. Wichmann Matthiessen: »Vækstfaser i dansk byudvikling«. Symposium: Bebyggelseshistorie og fysisk planlægning, Odense Universitet.

Henning Mørch: »Cultural landscapes in Puglia – some considerations on the functional relationship between agriculture and natural resources«. Regional Conference on Mediterranean Countries. International Geographical Union, Barcelona, Spanien.

M. Pejrup: »Textural Composition of flocculated sediment in the Danish Wadden Sea«. – 12th International Sedimentological Congress, Canberra, Australien.

K. Rasmussen: »Future use of remote sensing for forest monitoring in Denmark«. Møde om telemåling i skovbruget, København. K. Rasmussen: »Contribution of second-generation Earth observation satellite data to a Danish landinformation, crop, and forest monitoring system«. Symposium: Europe from space, København.

A. Reenberg: »Desertification combatting in the Somali Region – The potentials of digital remote sensing«. 20th International Symposium on Remote Sensing of Environment. Nairobi, Kenya.

H. Svensson: »Frost fissures as a geomorphological indicator of climate, past and present, in the Northern countries«. Symposium: Meteorology and Climate. Wrocław, Polen.

H. Svensson: »Ice wedges as indicators of climatic change. A comparison between present and former permafrost areas in Scandinavia«. Symposium: Late quaternary climatic changes and their geological records. Lunds Universitet, Sverige.

H. Søgaard: »Decentralized digital processing of remote sensing data of microcomputer«. 20th Interna-

tional Symposium on Remote Sensing of Environment. Nairobi, Kenya.

H. Søgaard: »Calibration efforts in Denmark«. Satellite calibration workshop, Phoenix, USA.

Udvalg, kommissioner og råd:

Medarbejdere fra Geografisk Institut deltager i en række eksterne udvalg, kommissioner og råd, hvorved instituttets ekspertise formidles.

Det kongelige danske geografiske Selskabs bestyrelse: N. Kingo Jacobsen, Kr. Marius Jensen og C. Wichmann Matthiessen.

Geografisk Tidsskrifts redaktion: N. Kingo Jacobsen, O. Humlum, H. Breuning-Madsen, C. Wichmann Matthiessen og H. Mørch.

Geografisk Orienterings redaktion: A. Reenberg og P. Strømgård.

Videnskabernes Selskab: S. Christiansen.

Nationalkomiteen for Geografi: S. Christiansen, N. Kingo Jacobsen, C. Wichmann Matthiessen og H. Svensson.

Forskningsrådet for Udviklingsforskning: S. Christiansen.

Nordisk Afrikainstituts styrelse: S. Christiansen.

Antipodes redaktion: S. Folke.

Føroya Froðskaparfelag: R. Guttusen.

Kulturgeografiske Hæfters redaktion: F. Hansen og B. Nielsen.

International Union for Quaternary Research' Nationalkomité: J. Krüger.

Danmarks naturvidenskabelige Akademi: J. Krüger.

Videnskabeligt Udvalg, Danmarks Naturfredningsforening: J. Krüger og C. Wichmann Matthiessen.

Forureningsudvalget, Danmarks Naturfredningsforening: B. Hasholt.

Naturfredningsrådet: H. Kuhlman.

Miljøministeriets styringsgruppe for marginaljordsprojekter: H. Kuhlman, H. Breuning-Madsen, C. Wichmann Matthiessen.

Tidsskriftet Vand og Miljø's redaktion: H. Breuning-Madsen.

EF-Programkomiteen for Land and Water Use and Management: H. Breuning-Madsen.

Jordbundsvidenskabelig Forenings bestyrelse: H. Breuning-Madsen.

NPO-Forskningsprogrammets styringsgruppe: H. Breuning-Madsen.

Nordiske Jordbundsforskeres Forenings bestyrelse: H. Breuning-Madsen.

European Scientific Commission: C. Wichmann Matthiessen.

Nationalrådet for Oceanologi: J. Nielsen.

European Organization for Experimental Photogrammetric Research: J. Nielsen.

Fredningsstyrelsens styringsgruppe vedr. indvin-

dingsbegrænsende interesser på søterritoriet: N. Nielsen.

International Geographical Union, Commission on the Significance of Periglacial Phenomena: H. Svensson.

Nordisk Arbejdsgruppe i Periglacial Geomorfologi: H. Svensson.

Arktisk Stations bestyrelse: N. Nielsen.

Nordisk hydrologisk Forenings bestyrelse: B. Hasholt.

Committee on Remote Sensing under International Association of Hydrological Sciences: H. Søgaard.

International Geographical Union, Commission on Geographical Data Processing: H. Søgaard og O. Hebin.

Styrekomiteen for International Satellite Land-Surface Climatology Project: H. Søgaard.

Publikationer:

Aagaard, T.: Observations of beach cusps. Geografisk Tidsskrift 85, s. 27-31, 1985.

Andersen, H.T.: Storkøbenhavnske erhvervsområder. Geografisk Tidsskrift Bd. 86, s. 1-8, København 1986.

Barrenso, B.K.: En foreløbig kortlægning af tilplantede landbrugsarealer i dette århundrede. Institutpublikation 1986, 36 s.

Bartholdy, J., Hasholt, B.: Fluvialtilt tilført materiale til Det danske Vadehav. Nordisk Hydrologisk Program, 14 s. 123-34, Geografisk Institut, København 1986.

-, Følving, S.: Sediment classification and surface type mapping in the danish Wadden Sea by remote sensing. Netherlands Journal of Sea Research Vol. 20, No. 4, s. 337-45, Den burg, Texel, Holland 1986.

Binderup, M.: Geomorphology during holocene in Brededal, West Greenland - Particularly concerning the marine impact. Geografisk Tidsskrift 86, s. 17-27, København 1986.

Breuning-Madsen, H., Hasholt, B., Platou, S.W.: A method for construction of soil erodibility maps based on nation-wide soil data bases. Partikulært bundet stoftransport i vand og jorderosion, Bent Hasholt (ed.), s. 273-83, København 1986.

-, Vedby, S.: Plantenæringsstoffer og vandmiljø. København 1986, 119 s.

-, Jensen, N.H.: Jordprofilundersøgelsen. Vejle 1986, 185 s.

-, Jensen, C.R., Boysen, T.: A comparison of the thermocouple psychrometer and the pressure plate methods for determination of soil water characteristic curves. The Journal of Soil Science 37,3, s. 357-62, Oxford 1986.

-, Hasholt, B., Platou, S.W.: The development of a computerized erodibility map covering Denmark. Soil Erosion in the European community. Impact of

- changing agriculture, G. Chisci, R. P. C. Morgan, s. 143-54, Rotterdam 1986.
- : The construction of root zone capacity maps based on computerized soil maps and pedological data. *Pedologie* XXXVI, 2, s. 133-54, Ghent, Belgien 1986.
 - : The use of data from the Danish soil classification for elaboration of root zone capacity maps. Water in the unsaturated zone, NHP-rapport 15, S. Haldorsen, E.J. Berntsen (red.), s. 33-42, Ås, Norge 1986.
 - : Computerized Soil data used in agricultural water planning, Denmark. *Soil Use and Management* Vol 2, No 4, s. 134-39, Oxford 1986.
- Christiansen, S.: Wet rice cultivation. Some reasons why. *Rice Societies Asian Problems and Prospects*, Sofus Christiansen, I. Nørlund et al. (red.), s. 15-28, London 1986.
- Frich, P., Brandt, E.: Holocene talus accumulation rates, – and their influence on rock glacier growth. A case study from Igpiq, Disko – West Greenland. *Geografisk Tidsskrift* 85, s. 32-43, København 1985.
- Hasholt, B.: Transport af partikulært materiale i danske vandløb. Geografisk Institut, København 1986, 12 s.
- : Partikulært bundet stoftransport i vand og jorderosjon Seminar v. Geografisk Institut. Geografisk Institut, København 1986, 369 s.
 - : Virkningen af vandløbenes materialetransport på det omgivende miljø i Danmark. Reykjavik 1986.
 - : Kortlægning af Mitdluagkat Gletscheren og nogle hydro-glaciologiske observationer. *Geografisk Tidsskrift* 86, s. 9-16, København 1986.
- Holst, K.Å., Breuning-Madsen, H.: The Elaboration of Drainage Class Maps for Agricultural Planning in Denmark. *Landscape and Urban Planning* Vol. 13, No. 3, s. 199-218, Amsterdam 1986.
- Humlum, O.: Mapping of Glaciation Levels: Comments on the effect of sampling area size. *Arctic and Alpine Research* Vol. 18, No. 4, s. 407-14, Colorado 1986.
- Jacobsen, N.K.: Niels Nielsen – 1893-1981. *Geographers: Biobibliographical Studies*, T.W. Freeman (ed.), s. 117-24, London 1986.
- Jakobsen, B.H.: Jordbundsgeografiske undersøgelser i Sydvestgrønland. (Udgivere: Grønlands Hjemmestyre & Ministeriet for Grønland). Institutpublikation 1986, s. 1-46.
- Jensen, K.M.: Marginale landbrugsarealer. *Geografisk Tidsskrift* 86, s. 69-73, København 1986.
- Jensen, K., Reenberg, A.: Landbrugsatlas Danmark. København 1986, 118 s.
- Kuhlman, H.: Vinden og landbruget. Landbrugsatlas Danmark, K. M. Jensen, A. Reenberg (red.), s. 17-23, København 1986.
- Matthiessen, C.W.: De store byers udvikling – Stagnation eller forfald. Den Nordiska storstaden: Samordning eller fragtmentering, Bertil Sannel (red.), s. 201-16, Stockholm 1986.
- : Vækstfaser i dansk byudvikling 1801-1981. Bebyggelseshistorie og fysisk planlægning, Kartografisk Dokumentationscenter, Historisk Institut, Odense Universitet (red.), s. 83-100, Odense 1986.
 - : Agglomeration de Copenhague. Deindustrialisation et croissance dynamique. A base de nouvelles activites economiques. Rotterdam 1986, 24 s.
- Mørch, H.: Landbefolkningen. Landbrugsatlas Danmark, K. M. Jensen, A. Reenberg (red.), s. 80-85, København 1986.
- Nielsen, B.: Arbejdsdelingen i Vesteuropa. *Kulturgeografiske Hæfter* 32, s. 12-24, København 1986.
- : Kommunalvalget i november 1985 – venstrefløjens geografi. *Kulturgeografiske Hæfter* 31, s. 41-50, København 1986.
 - : Den regionale fordeling af arbejdsstillingskategorierne i industri og forretningservice i Danmark. Suunnittelumaantieteen yhdistyksen julkaisu 24, s. 59-76, Helsinki 1986.
- Pejrup, M.: Beskrivelse og måling af flokkulering. Partikulært bundet stoftransport i vand og jorderosjon. NHP-Rapport nr. 14, B. Hasholt (ed.), s. 27-37, København 1986.
- Pejrup, M.: Parameters affecting fine-grained suspended sediment concentrations in a Shallow micro-tidal estuary Ho bugt Denmark. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* Vol. 22, s. 241-54, London 1986.
- Rasmussen, K., Jacobsen, N.K., Breuning-Madsen, H., et al: Soils and Landscapes in Denmark and Southern Sweden, Guidebook. *Mitteilungen der Deutschen Bodenkundlichen Gesellschaft* 52, s. 143, Hamburg 1986.
- Rasmussen, K.: Arealanvendelse og satellitbilleder. Landbrugsatlas Danmark, K. M. Jensen, A. Reenberg (red.), s. 110-12, København 1986.
- : A holistic view of ecological imbalance in drylands. *Land Management and Survival*, A. Hjort (red.), s. 119-27, Uppsala, Sverige 1986.
 - , Balstrøm, T.: Contribution of second-generation earth observation satellite data to a Danish land information, crop- and forest monitoring system. *Proceedings of the ESA/EARS&L Symposium on Europe from Space* s. 3-8, Paris 1986.
 - , Hansen, L.M., Olesen, J.E., et al: Bestemmelse af udvintringsskader på afgrøder ved hjælp af nærinfrarøde flyfotos og multispektrale satellitbilleder. Statens Planteavlsvforsøg, Foulum 1986, 93 s.
- Schou, B., Madsen, C.: Frikommuner i Danmark – forsøg med det kommunale selvstyre. København 1986, 179 s.
- Strømggaard, P.: Biomass estimation equations reviewed – the example from the Zambian miombo. *Agroforestry Systems* 4, s. 376-79, Dordrecht 1986.
- : Early secondary succession on abandoned shifting cultivator's plots in the miombo of South Central Africa. *Biotropica* 18 (2), s. 97-106, St. Louis, USA 1986.

Øvrige naturvidenskabelige områder

1. Universitetets Arktiske Station, Godhavn, Disko

Historie:

Arktisk Station, Københavns Universitet, blev oprettet i 1906 på initiativ af botanikeren Morten P. Persild. I de første år blev den administreret af Kultusministeriet, senere af Grønlandsdepartementet.

I 1953 overtog Københavns Universitet »Den Danske Arktiske Station«, som samtidig fik sit nuværende navn: Arktisk Station. Den er henlagt under Det naturvidenskabelige Fakultet og hører administrativt under Botanisk Centralinstitut.

Stab:

Lic.scient. Ole Humlum, cand.scient. Vilhelm Dalgaard, skipper Jakob Brober, forvalter Leif Skytte.

Bestyrelse: Lektorerne Bent Fredskild, Reinhardt Møbjerg Kristensen, Niels Nielsen, Asger Ken Pedersen.

Forskningsvirksomhed:

1. Med udløbet af Ole Humlums stipendieperiode blev en del af hans geomorfologiske undersøgelser afsluttet, bl.a. de serier af selvregistrerende klima-målinger i fastfjeld, i løse sedimente, samt i sne og luft ved målestederne, hvoraf nogle har kørt i mere end 3 år.

Da de seneste år vejrmæssigt har været meget forskellige, både sommer og vinter, er der hjembragt interessante resultater vedrørende f.eks. blokglætcheres og »almindelige« gletscheres massebalance, glaciationsniveauet, samt massetabet fra sne- og isoverflader ved fordampning, sublimation og smeltning. I løbet af sommeren 1986 blev en række lokaliteter i NØ-Disko og i Disko Fjord og Mellemfjord besøgt. Formålet har dels været geomorfologisk kortlægning af udvalgte lokaliteter, dels genmåling af fixpunkter ved blokglætcherne, og det er planen de kommende somre at vende tilbage for at følge ændringerne.

2. Vilhelm Dalgaard begyndte i.6. sit stipendiatprojekt, der drejer sig om de grønlandske karplanters cytotaxonomi. Kun ca. 65 % af den grønlandske floras 500 karplanter er undersøgt cytologisk, og ofte foreligger der kun kromosomtællinger fra en enkelt population, og i så fald sjældent fra denne del af Grønland. Mange arktiske planter udviser intraspecifik polyploid, og derfor indgår en undersøgelse af forskellige cytotypers geografiske udbredelse og økologi i projektet.

Arbejdet har bestået i fiksering af blomsterknopper og rodspidser i feltet, foreløbig fra 215 populationer, med efterfølgende præparatfremstilling i laboratoriet.

De mikroklimatiske forhold i 4 udvalgte vegetationstyper registreres bl.a. ved hjælp af automatiske følere, der hver fjerde time døgnet rundt måler temperaturen i forskellig dybde. Herved fås oplysning om døgnets og årets temperatursvingninger og disses afhængighed af eksponering og vegetationstype, samt af snedækkets tykkelse og varighed. De mikroklimatiske målinger kædes sammen med undersøgelser af blomsterknoppens udviklingsgrad under overvintringen.

3. I perioden 16.7.-7.8. afholdt lektorerne Peter Milan Petersen, Institut for økologisk Botanik, og Gert Steen Mogensen, Botanisk Museum, feltkursus i arktisk biologi for 12 studerende ved Københavns Universitet og 2 lærere fra Grønlands skolevæsen. Første del af kurset var en generel del, der overvejende bestod af 1-dags ekskursioner til forskellige lokaliteter i nærheden af Godhavn, Fortunebay, Disko Fjord og Brændevinskærene. Kursets specielle del bestod af projektorienterede gruppearbejder inden for følgende emner: Vegetationszonering (Skarvefjeld og Skansen), populationsbiologi (Ager-padderok og Uldhåret troldurt), sammenligning af nogle varme kilders indhold af især bakterier og deres produktivitet under naturlige forhold (Godhavn og Disko Fjord), sammenligning af indholdet af klorofyl i gametofyt- og sporofytgenerationerne hos bladmosser (Meesia uliginosa og Calliergon sarmentosum), samt en undersøgelse af hat-svampefloraen (Godhavn).

4. Efter kurset, frem til 25.8., udførte Gert Steen Mogensen med assistance af Dr. Heinjo During, University of Utrecht, Holland, ca. 400 vegetationsanalyser på udvalgte lokaliteter i Blæsedalen og ved Kangarsuk, vest for Fortunebay. Ved at anvende et transportabelt mikroskop, indrettet til feltbrug, blev det muligt at analysere kryptogamerne i sådanne vegetationstyper, der danner grænsen mellem bevokset og ubevokset jord. I forbindelse med vegetationsanalyserne udføres dyrkningsanalyser af diasporebanken i udvalgte felter, studier over mossernes livsstrategi, samt spiringsforsøg med bladfragmenter og ynglelegemer for at belyse udvalgte arters formeringsmåde og potentiale. Prøvefladerne er permanente og planlægges besøgt og genanalyserede inden for en periode af 10-12 år.

5. I perioden 8.7.-24.7. afholdt Geografiforbundet kursus og ekskursioner i Disko Bugt området. Arktisk Station fungerede som basis for aktiviteterne det meste af tiden, og der blev behandlet emner som: Disko's geomorfologi, geologi og botanik, samt kultur- og erhvervsgeografiske forhold i Godhavn. Faglige ledere var Kirsten Nielsen, Danmarks Lærerhøjskole, og

Niels Nielsen, Københavns Universitets geografiske Centralinstitut.

6. I juli-august undersøgte lektorerne Asger Ken Pedersen, Geologisk Museum, og Gunver Krarup Pedersen, Institut for almen Geologi sammen med geolog Lotte Melchior Larsen, Grønlands geologiske Undersøgelse, tertiære, vulkanske bjergarter og sedimentter på det østlige Disko og Nugssuaq. G. K. Pedersen opmålte en sekvens af sorte, ikke-marine muddersten og indsamlede prøver til organisk-kemisk analyse. Projektet vil strække sig over en årrække og forhåbentlig resultere i opstilling af en sedimentologisk model. L. M. Larsen og A. K. Pedersen opmålte intrusive og ekstrusive vulkanske bjergarter med tilhørende systematisk prøveindsamling. Der blev fundet et nyt felt af jernmetalførende lavaer i Ø. Disko. Resultaterne forventes at kunne anvendes ved den geofysiske tolkning af den vestgrønlandske kontinentalsokkel.

7. Et hold fra Grønlands botaniske Undersøgelse, Botanisk Centralinstitut, bestående af Bent Fredskild, Botanisk Museum, og 2 specialestuderende samlede højere planter og svampe på 4 lokaliteter syd og øst for Disko Bugt, samt ved Skansen på Disko. Vilhelm Dalgaard fra Arktisk Station var med på 2 af lejrene. På øen Qeqertasugssuk, hvor Christianshåb Museum i disse år udgraver den ældst kendte, mere end 4.000 år gamle, eskimoboplads i V. Grønland, tog B. Fredskild borekerner fra bunden af en sø for ved hjælp af pollenanalyse at kunne rekonstruere klima- og miljøændringer siden sidste istid, og således også i bebyggelsesperioden.

8. I september studerede professor Robert T. Wilce, University of Massachusetts at Amherst, 3 alge-arters forekomst, biologi m.v., dels ved kysten ved Arktisk Station og andre steder på Disko's sydkyst, dels på Kronprinsens Ejlande. Arktisk Stations kutter »Porsild« var ved dette som de øvrige af sommerens arrangementer et helt uundværligt transportmiddel.

Andet:

Stationens 80-års fødselsdag blev fejret 29. juli under tilstedeværelse af bl.a. repræsentanter fra Grønlands Hjemmestyre, Godhavn kommune, Det naturvidenskabelige Fakultet. I forbindelse med festen var der åbent hus på stationen, hvor de studerende på biologikurset demonstrerede deres undersøgelser.

Litteratur:

Binderup, M.: Geomorphology during Holocene in Brededal, West Greenland – particularly concerning the marine Impact. Geografisk Tidsskrift 86: 17.-27. Copenhagen, June 1986.

Frich, P. & Brandt, E.: Holocene talus accumulation rates, – and their influence on rock glacier growth.

A case study from Igpiq, Disko – West Greenland. Geografisk tidsskrift 85: 32-44. Copenhagen, October 1985.

Bent Fredskild

2. H. C. Ørsted Institutet

Historie:

Tanken om et fælles institut for fysik, kemi og matematik blev fremsat i 1956. Byggeriet påbegyndtes i 1958, og indvielsen fandt sted 26. september 1964.

Kemi-fagene kom fra Øster Voldgade 5, Sølvgade 83, samt Blegdamsvej 19.

Fysik-fagene kom fra Sølvgade-komplekset og Julianes Maries vej 30.

Matematik-fagene kom fra Blegdamsvej 15 og Sct. Pederstræde.

H. C. Ørsted Institutet blev således den fælles ramme omkring forskningen og undervisningen i de 3 faglige områder og udfører gennem fællesafdelingerne en række servicefunktioner af praktisk art (værksteder, regneafdeling, fællesindkøb, tegnestue, fælleskontor og trykkeri), hvortil er givet annum.

Stab:

TAP: Antal årsværk: 37.

Rengøringspersonale: 15 norm. + 15 (op til 20 timer pr. uge).

Fællesafdelinger:

Instituttet råder over følgende afdelinger: Administrationskontor, centralværksted, driftafdeling, edb-afdeling, indkøbscentral, rengøringsafdeling, tegnestue, trykkeri. Afdelingerne tager sig dels af bygningsdrift, dels af serviceopgaver for de på instituttet hjemmehørende 5 kemiske, 2 fysiske og 3 matematiske institutter.

Lokaleforhold:

Instituttet har i 1983 overtaget bygningerne i Universitetsparken 1-3, hvortil Datalogisk Institut, indkøbscentralen, samt trykkeriet er flyttet i 1986.

Forskningsvirksomhed:

På grund af personaleafgang (2 lektorer, en driftsleder og en programmør) er forskning ved edb-afdelingen ophørt. RC 8000 anlægget anvendes imidlertid kraftigt af en række forskere især ved KCI, både til egentlige regneopgaver og i forbindelse med den ved afdelingen udviklede mikrodatamat, kaldet HC 8000- til data-opsamling.

Afdelingen råder over to edb-anlæg: RC 8000 og Mikromux (terminalkoncentrator), samt ydre enhe-

der (printers, plottere, terminaler, båndstationer m.v.). Af anvendte kodesprog kan nævnes algol, fortran, pascal, comal og slang. RC 8000 bruger et nyere ressource-administrerende operativ-system, kaldet »os«, af egen konstruktion.

Centralværkstedet fremstiller højt specialiserede finmekaniske apparaturer til brug for forskningsopgaver inden for fysik og kemi og råder over en ret avanceret maskinpark.

H. Dreyer Nielsen

VI. Tværfakultære centre og eksterne forskningscentre m.v.

Københavns Universitet har efter 1 år opåbnet alle eksterne forskningsinstitutioner med lokaler på universitetet - i lignet med universitetets egne institutioner - og har indført en kort tidsbegrænsning til Københavns Universitet (K.U.) (1986).

Det universitet har gjort sig op en særlig sag om at gøre det muligt for eksterne institutioner, der er grundlagt af statsstøttede donationer og lignende, at blive knyttet til universitetet og dermed modtage universitetets støtte.

L. Center for Afrikastudier

Center for Afrikastudier blev oprettet i 1984 som et af de fire centre, der er knyttet til Københavns Universitet. Centeret for Afrika er det tværfakultære og tværdisciplinære centre for forskning i Afrika. Centeret er oprettet ved Københavns Universitet i 1984. Studiet finansieres af D.T.U. og af K.U.

Studiet tager med at uddanne kandidater, der i forbindelse med anden uddannelse af 2 års varighed i en bog eller mellemløbet uddannelse uddannes, og/eller arbejde i Afrika, eller søger arbejde i offentlige organer og private virksomheder, der har aktiviteter i relation til Afrika syd for Sahara. Studiet tager derfor at uddanne kandidater, der relevante specialiserede fagligheder og viden om kultur og samfundssituation i det moderne Afrika, baseret på resultaterne i den seneste forskning.

Studiet er bygget op med et 1. år, hvor der undervises i seks grunddiscipliner, hver 14 ugentlige timer i et semester. De seks grunddiscipliner er henholdsvis: Afrikas geografi, antropologi, og historie i det 19. og 20. århundrede, Afrikas økonomi, afrikansk politik og afrikansk kultur og sprog. I semester 2, der undervises der i en række tværfaglige seminarer, bl.a. i »Udviklingsstrategi og politik i Afrika« og i »Strukturelle og normative udviklingsprocesser i Afrika«, samtidig med at de studerende udfører en tværfaglig projektopgave. Herudover skal de studerende følge undervisning i semester 2 spring, der angår i Afrika.

Studiet gennemløber 1 gang i perioden 1984 til 1986, med en 2. studiefordløb påbegyndes i september

1986. Udover indskrevne studerende ved studiet har centeret karriereudvalgte ledende, der er benyttet af universitetets øvrige studerende, samt af andre kandidate studerende, udfører ansættelse og uddannelse.

Det center er det opbygget i indledende faser, der indbefatter relevant forskningslitteratur og andre bøger for information vedrørende Afrika. Skudt ind i et net som de tilsvarende kriterier, der er brugt af eksterne brugere med information vedrørende Afrika syd for Sahara.

Statistik

Det akademiske personale, der har undervist i statistikkens, er dels uddannet i statistikkens på K.U. og/eller i andre forskningsinstitutioner. Nogen af de eksterne forskere og undervisningspersoner.

Udviklingsstudier

Lektorer: Jørgen Peter Christensen (Økonomisk Institut), Allan Pedersen (Geografisk Institut), Holger Bent Hansen (Institut for Samfundsfag og Forsvarets), Ole Jensen (Institut for økonomisk Historie), Roger Dreyer (Institut for Samfundsfag og Forvaltning), Ole Hartberg (Institut for Emnologi og Antropologi), Michael Winge (Institut for Emnologi og Antropologi), Arvid Petersen (Geografisk Institut), Peter Steenbock (Geografisk Institut). Eksterne lektorer: Jens Haarder (Center for Udviklingsforskning), Nels Severin Munk (DANIDA), Gorm Rye Olsen (Institut for Samfundsfag, Aarhus Universitet), Lise Rasmussen (Institut for Kirkehistorie), David Ulrik (Institut for Emnologi og Antropologi).

Undervisningsassistenter: Pia Grøn, Peter Munk, og/eller andre.

ZIP: Antal fraværk: 1.

Overordnet Børge Krøgh (uddannet fra Institut for økonomisk Historie), bibliotekar Jane Mortensen. Studievejleder: Annette Kirkegaard.

Lokaliteter

Centrets adresse er: Kejsergade 3-2, 2142 København K.