

PSYKENS MATERIALITET Aspekter af neuropsykologiens historie

Simo Køppe

Det psykofysiske problem udforskes inden for neuropsykologien, specielt i forbindelse med teorierne om cerebral lokalisation. Disse teorier følges fra deres opståen i begyndelsen af 1800-tallet og til i dag. Der skelnes mellem mekanicistiske, dualistiske og funktionalistiske lokalisationsteorier. Afslutningsvis diskuteres det psykofysiske problem i en epistemologisk og ontologisk ramme og der skelnes mellem potentiel reduktionisme, epistemologisk irreduktionisme og ontologisk irreduktionisme.

Det psykofysiske problem eller sjæl-legeme problemet er et af de klassiske filosofiske emner, som kan følges ligeså langt tilbage, som der har eksisteret skrevne tekster. I dag råder filosofien over en række forskellige og hver især velargumenterede teorier om sjæl-legeme problemet, og over et utal af varianter. Siden midten af 1800-tallet er det psykofysiske problem udforsket videnskabeligt inden for psykologien, specielt (men ikke kun) inden for neuropsykologien. Neuropsykologien er ikke nogen historisk velafgrænset disciplin, og den har i tidens løb rekrutteret forskere som er uddannet inden for mange naturvidenskabelige fagområder, specielt neuroanatomisk, neurofysiologi, neurobiologi og neuropatologi. Efter neuropsykologien i en periode fra 1920'erne og frem fik tilført psykologisk uddannede forskere, ser det idag ud til at genstandsområdet igen tiltrækker videnskabsmænd fra helt nye områder og denne gang umiddelbart perifere, såsom fysik, matematik, informationsteori og computerteknologi.

I det følgende, vil jeg forsøge at opridse og modstille nogle neuropsykologisk begrundede teorier om den psykofysiske relation. Relationen kan omformuleres til spørgsmålet om, hvordan højerestående psykiske funktioner er lokaliseret i nervesystemet, og formuleret på denne måde bliver relationen et klassisk neuropsykologisk tema omkring *cerebral lokalisation* af psykiske funktioner.¹

For overskuelighedens skyld må antallet af teoretiske varianter begrænses til tre grundlæggende, nemlig den mekanicistiske teori om cerebral lokalisation (den strenge lokalisationsteori), den dualistiske og den funktionalistiske (begge dynamiske lokalisationsteorier). Jeg vil hen ad vejen forsøge at argumentere for, at der i dag er et fjerde synspunkt, som er ved at gøre sig gældende, og at det fjerner det hensigtsmæssige i at skelne mellem disse tre varianter.

1. Lokalisation i 1800-tallet

I den tidlige begyndelse af 1800-tallet foregik den første rimeligt videnskabelige diskussion om lokalisation af psyken til nervesystemet. De stridende parter var F. J. Gall (1758-1828) og M. Flourens (1794-1867), som repræsenterede henholdsvis en streng lokalisationsteori og en dynamisk. Gall fremsatte sin teori i samarbejde med eleven J. C. Spurzheim (1776-1832) og den fik navnet *frenologi*. Iflg. frenologien gengiver hjernens fysiske former den pågældendes personlighed. De hævdede således, at man kunne aflæse den individuelle personlighed af kraniets buler, hvor hver bule afspejler størrelsen af et "organ" i hjernen. Gall og Spurzheim skelnede mellem 35 af disse organer, og hvert organ bestemmer én egenskab eller evne i personligheden – f.eks. livslyst, selvfølelse, godgørenhed og kalkulations-evne. Galls og Spurzheims empiriske baggrund var for så vidt god nok, målt med datidens kriterier, idet de for land og rige rundt og målte kranier, hvor de kunne komme afsted med det – specielt blandt indsatte i fængsler og indlagte på sindssygeanstalter og hospitaler.

Den franske mediciner Flourens leverede en detaljeret kritik af frenologien. Hans empiriske udgangspunkt var et helt andet end frenologernes. Flourens grundlagde *vivisektion*, dvs. et kirurgisk indgreb i dyrs hjerner, hvor større eller mindre dele fjernes, men uden at forsøgsdyrene dør. Når man tager i betragtning, at Flourens' foretrukne forsøgsdyr var høns, og at der ikke fandtes et banalt hjælpemiddel som et mikroskop (der blev først konstrueret en neuroanatometisk anvendelig udgave i 1830erne), så forekommer grundlaget for diskussionen af psykiske funktioners lokalisation noget spinkelt. Ikke desto mindre fremsatte Flourens den første *dynamiske lokalisations-teori* baseret på en snæver udgave af, hvad der siden er kaldt *equipotentialitet*, hvilket vil sige, at de psykiske funktioner ikke er bundet til nogen bestemt lokalitet, men at de udspringer af mange deles samspil.

De næste markante fremskridt i diskussionen indtræffer i 1862 og 1870. I 1862 bekendtgør P. Broca (1824-1880) lokaliseringen af talecentret til den venstre hemisfæres temporallap, og i 1870 publicerer G. Fritsch (1838-1907) og E. Hitzig (1838-1927) den første direkte stimulering af en blotlagt hjernebark. Det er bemærkelsesværdigt, at opdagelserne er baseret på to nye empiriske kilder. Brocas udgangspunkt er lemlæstede soldater, som overlevede at blive skudt gennem hovedet (klinisk patologisk), mens Fritsch og Hitzig for første gang opnår at stimulere hjernen elektrisk uden at forsøgsdyrene dør. Fritz og Hitzigs eksperimentelle fremskridt gav anledning til, at den strenge lokalisations-teori fik ny vind i sejlene. Lignende forsøg blev snart efter foretaget over hele Europa og den strenge lokalisations-teori fandt vej til adskillige grænsediscipliner, f.eks. psykiatrien.

Omkring århundredskiftet indsamlede K. Broadmann på grundlag af mange forskellige kilder, hvad man vidste om hjernens anatomiske opdeling specielt de sensoriske og motoriske zoner. I 1908 udgav han den hidtil mest detaljerede "geografiske" beskrivelse af hjernen, som siden har fungeret

som det fælles referancepunkt (selvsagt i justerede udgaver) for opdelingen af hjernen i zoner (de såkaldte Broadmann zoner).

Diskussionerne mellem den strenge lokalisations-teori og den dynamiske blev ikke på noget tidspunkt vundet af nogen af parterne. I sidste halvdel af 1800-tallet var den mekanicistiske subjekt-opfattelse imidlertid så dominerende, at den også slog igennem inden for denne diskussion. De videnskabelige konjunkturer talte for, at psykiske funktioner er kausale produkter af velafgrænsede cellehobe, og blandt tilhængerne var de førende neuroanatomer og neurofysiologer.² Når det gjaldt lokaliseringen af menneskets højerestående psykiske funktioner (bevidsthed, vilje, tænkning, sprog) og ikke blot de mere elementære sensoriske og motoriske elementer, havde de dog et problem. De var nemlig i ubehagelig grad styret af deres psykologiske teori. Ligesom Galls frenologi var bestemt af hans opfattelse af personlighedens inddeling i 35 evner, så var neurofysiologien og neuroanatomien styret af associationismen i en grad, som de sjældent var sig bevidst. Den *empiristiske associationisme* var den dominerende og ubestridte psykologi på dette tidspunkt. Associationismen passer fortrinligt til en streng lokalisations-teori, men problemet er blot, at den var en *filosofisk* psykologi uden den ringeste empiriske baggrund. Dette dilemma løste neuronteorien på en sådan måde, at alle senere strenge lokalisations-teorier er baseret på denne løsning.

(a) Neuronteorien

Den var den spanske neuroanatom R. y Cajal (1852-1934), som ved hjælp af et mikroskop og en beundringsværdig grundighed leverede beviserne for neuronteorien. Hans tegninger af nervevæv var så nøjagtige og minutøse at de i første omgang blev afvist som svindel. Af hans tegninger af f.eks. receptorerne i øjet og de efterfølgende nervebaner fremgår det uden videre, at nervecellerne er placeret på en sådan måde, at nerveimpulsen altid forløber fra nervecellens axon til den følgende celledendrit. Neuronteoriens kernetese er, at nerveceller anatomisk er afgrænsede enheder ligesom alle andre celler. Når denne tilsyneladende banalitet kan have så store konsekvenser skyldes det, at nervecellen som den eneste celledetype er ekstremt forgrenet. Når man mikroskoperer nervevæv, fremtræder det i almindelighed som en sammenfiltret klump af tråde, med ganske få cellekerner. For overhovedet at isolere enkelte neuroner til nærmere undersøgelse, er det nødvendigt, at lade præparatet gennemgå en række kemiske bade. Det var først ved udbredelsen af disse farvningsteknikker, at det var muligt at mikroskopere et enkelt neuron. Alternativet til neuronteorien – den såkaldte reticulærteori – havde således god grund under fødderne, når den hævdede, at hele nervesystemet er et sammenhængende nervevæv, lidt ligesom et system af blodårer og vener.³

Teoriene om nervecellens natur har konsekvenser for opfattelsen af cerebral lokalisering. Neuronteorien passer nemlig som hånd i handske til den strenge lokalisations-teori, mens retikulærteorien på samme måde passer

til den dynamiske lokalisations-teori. Siden begyndelsen af 1900-tallet har det været et kors for mange tanker i disse sammenhænge, at neuronteorien anatomisk er den korrekte, men vanskeligt kan bringes i overensstemmelse med et stigende antal data omkring lokalisering af højerestående funktioner, mens den dynamiske lokalisations-teori tilsyneladende er uforenelig med neuroanatomien. De dynamiske lokalisations-teorier forskød derfor interessen over mod neurofysiologien, og de elektrofysiologiske spændingsmønstre, for her at finde en anden enhed end neuronet.

Når neuronteorien understøtter den strenge lokalisations-teori er det fordi, den er i overensstemmelse med associationismen. Den grundlæggende enhed (entitet) i associationismen er *sanseelementet*, og til forskel fra retikulærteorien så er neuronteorien i stand til, at identificere et tilsvarende *neuroanatomisk element*. I kraft af neuronteorien opnåede tilhængerne af en streng lokalisations-teori tilsyneladende det bevis for associationismen, som de hidtil havde manglet. Iflg. associationismen kan komplekse psykiske fænomener beskrives v.h.a. en række reduktioner. Bevidsthedsindholdet opdeles i forskellige typer af forestillinger (begreber, sammensatte forestillinger, enkle forestillinger osv.). Begreber og komplekse forestillinger er sammenkædede elementære forestillinger, og de elementære forestillinger er konglomerater af sanseelementer. Sanseelementer findes i et antal typer, der svarer til antallet af sanser. Nervesystemet registrerer i kraft af dets receptorer forskellige typer sansestimuli, hver stimulus føres via nervebaner til hjernebarken, hvor de oplagres i neuroner. De enkelte neuroner kædes sammen afhængigt af de situationer stimuliene er modtaget i. En samtidighed i visuelle stimuli og auditive stimuli bevirker, at de neuroner som modtager og oplagrer de visuelle stimuli, kædes sammen med de neuroner, som modtager og oplagrer de auditive stimuli. Sammenkædningen af neuroner (svarende til "konglomereringen" til elementære forestillinger) sker via et omfattende netværk af nervebaner, som er i stand til at forbinde én enkelt neuron med tusindvis af andre neuroner. Dette netværk kaldes associationsbaner eller som helhed *associationsarealerne*, og det har de heddet siden.

(b) Reflekscenter

Den engelske neuropatolog J. Hughlings Jackson (1835-1911) var hele sit faglige liv ansat på et hospital for epileptikere. Efter sin uddannelse var han ikke tilknyttet noget universitet, og han modtog ingen forskningsstipendier eller lignende, som kunne aflaste ham fra det praktiske, kliniske arbejde. Ikke desto mindre fremsatte han århundredets mest fremsynede dynamiske teori om cerebral lokalisering, som først rigtig kom til sin ret i kraft af andres arbejder.⁴

Det er næppe nogen tilfældighed, at teorien er opstået i England. Den filosofiske associationisme startede hos de engelske empiristiske filosoffer i 1700-tallet, og mens neuropsykologer på kontinentet stadig identificerede associationismen med dens klassiske formulering (understøttet af den franske variant sensualisme), så var den klassiske associationisme et overstået

kapitel i England i 1880erne.⁵ De biologiske evolutionsteorier hører med til dette billede da det bl.a. er evolutionsargumenter, der fører associationismen videre. Evolutionsperspektivet er ligeledes dominerende hos Jackson (jvf. Young 1970).

Jacksons dynamiske lokalisationsteori udmærker sig ved tre hypoteser. (1) Elementet er *reflekscenter*, hvilket blot skal forstås som en struktureret gruppe af nerveceller. (2) Reflekscentrene er organiseret hierarkisk, hvilket vil sige, at nervesystemet er opbygget af over- og underordnede centre med diverse indbyrdes dominansrelationer. (3) Nervesystemet anskues i både dets ontogenetiske og fylogenetiske dannelse.

Reflekscentrene er relativt autonome enheder, som internt er organiseret efter to kriterier – kompleksitet og organisation. Forholdet mellem disse to kriterier er det omvendte af, hvad man umiddelbart skulle tro. Når kompleksiteten stiger så *falder* graden af organisation. Jo mere komplekse reflekscentrene er, des mere løst organiseret er de. Et reflekscenter kan f.eks. varetage et primitivt instinkt. Instinkter indebærer en fastlagt kobling mellem bestemte stimuli og bestemte reaktioner. I et sådant reflekscenter er antallet af stimuli og reaktioner relativt lille – kompleksiteten er lav –, og da koblingerne er fastlagt på forhånd er organisationen eller struktureringen høj. Et reflekscenter af en højere orden, som f.eks. varetager koordineringen af kroppen modtager en uoverskuelig mængde af stimuli og afgiver en ligeså stor mængde reaktioner. Der er her tale om et meget komplekst reflekscenter, og kombinationsmulighederne mellem stimuli og reaktion er både omfattende og åbne i den forstand, at de ikke er fastlagt på forhånd – derfor er organisationen lav.

Begrebet reflekscenter kunne forlede til at tro, at centrene er større eller mindre mængder af refleksbuer, altså fast sammenkoblede stimuli og reaktioner. Når Jackson fremhæver, at de mest komplekse centre indebærer en række kombinationsmuligheder, som ikke uden videre kan forudsiges, så modgår det denne fortolkning. Jacksons opfattelse af centrenes indhold viser imidlertid også, at der er tale om en fleksibilitet i nervesystemet som overskrider den traditionelle opfattelse af reflekser. Centrene repræsenterer afgrænsede senso-motoriske skemaer, men de enkelte centre kan også optræde som input for andre centre. Hvis man forestiller sig, at en center omfatter de senso-motoriske skemaer for venstre hånds tommelfinger, så er det afgørende, at det ikke er det eneste sted repræsentationen af venstre hånds tommelfinger befinder sig. Den befinder sig også i centret for venstre hånd, i centret for venstre arm, i centret for koordineringen af begge arme osv.osv. Hvis venstre arm bliver lam, så er det ikke muligt at sige, hvor det beskadige hjernevæv (hvis det er årsagen) befinder sig – for lammelsen kan udspringe i mange centre.

Forholdet mellem overordnede og underordnede reflekscentre er hierarkisk. Overordnede reflekscentre styrer en række underordnede centre, og mens de laveste centre er fastlagt fra fødslen, vil de overordnede vedvarende ændre deres indhold i organismens levetid. De medfødte centre er for-

met i artens fylogenes, mens de overordnede er opbygget i ontogenesen. Ved patologiske tilstande, som berører overordnede centre, vil man oftest se, at de underordnede og mere primitive overtager styringen af de funktioner, som det overordnede tidligere varetog. Det bliver i givet fald på bekostning af koordinationsmuligheder mellem forskellige underordnede centre – en koordination som hidtil blev udført af det overordnede center.

Jacksons lokalisations-teori udtrykker mange af de principper for en dynamisk lokalisations-teori, som blev udforsket i 1900-tallet. Der er tale om en *begrænset equipotentialitet*, dvs. bestemte funktioner kan produceres af reflekscentre lokaliseret mange forskellige steder. Hukommelsen er derfor *distributiv*, hvilket vil sige, at det enkelte hukommelselement ikke er "indskrevet" kun ét sted. Nervesystemet er organiseret *hierarkisk*, og fungerer i kraft af forskellige dominansrelationer mellem enheder, som altid består af et større antal nerveceller.

2. 1900 - 1975

Neuropsychologiens historiske udvikling i 1900-tallet kan selvsagt ikke resumeres dækkende på få sider. Alene omfanget af konkrete fremskridt inden for neuropsychologien og dens relevante grænsediscipliner er overvældende. Af mere principielle helhedsteorier om cerebral lokalisering kan man i perioden skelne mellem tre forskellige dynamiske varianter, nemlig henholdsvis Lashleys og Lurias funktionelle lokalisations-teori, Penfield og Eccles dualistiske og Pribrams holistiske. Perioden rummer også eksempler på den strenge lokalisations-teori, men som det vil fremgå af eksemplet på en moderne teori i starten af afsnittet om den følgende periode, ligner den til forveksling den klassiske udgave.

(a) *Engram og funktionelle systemer*

K. S. Lashley (1890-1958) var elev af Watson, som han arbejdede sammen med i seks år. Han satte sig meget tidligt som mål, at påvise konsekvenserne af den strenge lokalisations-teori for hukommelsen. Lashley ledte efter *engrammet*, d.v.s. det hukommelselement, som iflg. associationismen indskrives i hjernebarken i form af en materiel ændring af neuronerne. Han gennemførte en omfattende række af forsøg med rotter, hvor han lod dem gennemgå en diskriminations indlæring og siden fjernede han nervevæv fra rottens hjernebark for at konstatere, hvor indlæringen er lokaliseret. Da Lashley udgav sit hovedværk i 1929, var konklusionen den stik modsatte af, hvad man kunne forvente – indlæring lokaliseres ikke i entydigt afgrænsede grupper af neuroner. Lashley argumenterer overbevisende for, at hjernen fungerer equipotentielt og efter et såkaldt *mass-function* princip, som indebærer, at givne psykiske funktioner nedsættes afhængig af mængden af det destruerede nervevæv. Jo mere nervevæv der fjernes, des svagere bliver diskriminationsevnen, og det er altså ikke specifikke diskrimineringer

f.eks. mellem to farver, der berøres. I resten af Lashleys faglige tilværelse kæmpede han en brav kamp for at modbevise den strenge lokalisationsteori. Hans kendteste tekst er artiklen "In search of the engram" (1950), hvor hans resumerer neuropsykologiens historiske udvikling omkring engrammet, og bl.a. konkluderer, at det ikke er muligt at påvise afgrænsede hukommelsesspor, at associationsarealerne ikke er arkiver for hukommelsesspor, og at de spor som psykisk aktivitet nødvendigvis må afsætte, ikke er isolerede forbindelser mellem sensoriske og motoriske elementer.

Lashleys alternativ er ikke synderligt præcist beskrevet. Det er dog vigtigt at understrege, at Lashley på ingen måde var vitalist eller lign. Han insisterede på at beskrivelsen af relationen mellem nervesystem og psyke måtte være foreneligt med et fysisk-matematisk og dermed traditionelt naturvidenskabeligt grundlag. Han hævdede, at det relevante neuropsykologiske mindstelement (altså svarende til neuron og reflekscenter) er spændingsmønstre, og at disse mønstre må anskues som både rumlige og tidslige. Mønstrene kan man kalde *spatio-temporale-spændingsmønstre* (og forkorte dem STSM). Mønstrene kan i første omgang ses som et *neurofysiologisk* mindstelement til forskel fra et *neuroanatomisk*. Lashley var her inspireret af gestaltpsykologien, som opererede med tilsvarende mønstre, men de supplerede teorien med en isomorfi hypotese, der går ud på, at de cerebrale spændingsmønstre er isomorfe med de mønstre som receptorerne registrerer. Det væsentlige i denne sammenhæng er, at Lashley underbygger anvendelsen af et neurofysiologisk mindstelement som alternativ til det neuroanatomiske.

Den russiske neuropsykolog A. Luria (1902-1985) betragtes af mange som den væsentligste neuropsykolog overhovedet, og der er næppe tvivl om at han har udviklet et af de mest effektive diagnose og behandlingssystemer der findes. Luria henviser selv til både Hughlings Jackson og Lashley som sine inspirationskilder og man genfinder da også Jacksons hierarkiske dominansrelationer og Lashleys begrænsede equipotentialitet.⁶

Hierarkiseringen af hjernen kommer til udtryk i Lurias overordnede inddeling, dels i tre *funktionelle blokke*, dels i en underinddeling af hver blok. Hver af de tre funktionelle blokke varetager overordnede funktioner. Den første blok er lokaliseret til det retikulære system og regulerer især tonus, søvn og vågenhed. Den anden blok varetager analyse og oplagring af information og er lokaliseret i de sensoriske zoner og en stor del af de overlappingszoner, som både er sensoriske og associative. Hver enkelt sensoriske område (f.eks. det visuelle i occipitallappen) er i sig selv organiseret hierarkisk, i primære modalspecifikke områder, sekundære modalspecifikke blandede områder og tertiære områder, der kombinerer modaliteter til psykiske enheder af en højere orden (f.eks. begreber, tal, symboler). Den tredje blok er "aktivitetsprogrammerende", hvilket især omfatter efterprøvende og regulerende handlinger. Blokken er lokaliseret til frontal-lapperne.

Som det fremgår, afviser Luria ikke den overordnede lokalisering af sansemodaliteter, hvad iøvrigt heller ikke Lashley gjorde. Pointen er blot, at der ikke findes noget selv nok så banalt psykisk fænomen, der er konsekvens af ét afgrænset områdes aktivitet. De tre blokke deltager i alle psykiske fænomener, og alle psykiske fænomener kan produceres af forskellige strukturer og processer.

Luria fremhæver ustandseligt, at det er den funktionelle variation og det strukturelle samspil, der gør, at reduktionen fra en højerestående psykisk funktion til en forklaring i entydige neuroanatomiske og neurofysiologiske termer ikke er mulig. Relationen er simpelthen for kompleks og som dialektisk materialist vil han tillige hævde, at de psykiske fænomener befinder sig på et kvalitativt højere niveau, som principielt ikke kan reduceres. Det eneste problem er sådan set, at en henvisning til "et kvalitativt andet niveau" er videnskabeligt utilfredsstillende, og at Lurias henvisning til kompleksitet i sig selv ikke er nogen løsning på dette. Der kan nemlig både være tale om en epistemologisk og en ontologisk begrundelse for kompleksitet og de kan både være reduktionistiske og irreduktionistiske (jvf. nedenfor).

(b) Bevidsthed

Iblandt neuropsykologiens kongerække findes flere, som er erklærede dualister, hvilket vil sige, at de ontologisk hævder, at specielt bevidstheden er immateriel, og derfor ikke kan reduceres til nervesystemet. Nogle af de kendeste fortalere er Sherrington, Penfield og Eccles. For de to sidstes vedkommende er det umiddelbart bemærkelsesværdigt, da de har udført noget af den mest substansnære empiriske forskning, som neurobiologien kan opvise. Det er næppe tilfældigt, at den meget tætte og reduktionistiske forskningspraksis har været med til at styrke deres dualisme (om end der selvsagt ikke er tale om en "naturlov").

Den amerikanske neuropatolog W. Penfield gennemførte fra slutningen af 1920'erne en eksperimentrække, som må siges at være opsigtsvækkende. Hans eksperimenter minder om dem, der blev foretaget af Fritsch og Hitzig på hunde i 1860'erne – men denne gang udført på mennesker. Som så mange andre i disse sammenhænge (Hughlings Jackson og Sperry f.eks) er Penfields kliniske udgangspunkt ønsket om at lindre svært invaliderede epileptikeres symptomer.

Penfields behandling bestod i ved et kirurgisk indgreb at fjerne det nervevæv, der er udgangspunkt for et epileptisk anfald. For at isolere det pågældende nervevæv er det nødvendigt at afgrænse det, og med det som formål, blotlagde Penfield patienternes hjernebark og foretog en systematisk elektrisk stimulering af hjernebarken. Hvis den svage elektriske stimulering rammer nervevævet, fungerer den principielt som igangsætter af et epileptisk anfald, og når patienterne (som er ved bevidsthed) melder om de karakteristiske tegn på, at et anfald er på vej, er der stor sandsynlighed for, at de stimulerede områder er det centrum anfaldet udgår fra.

Penfield indså hurtigt, at han stod med et af de tilsyneladende mest effektive empiriske redskaber til udforskning af lokalisation i hjernebarken. Manglen på smertereceptorer udelukker automatisk en række fejlkilder (man kan således ikke mærke om elektroden berører hjernebarken eller ej) og Penfield kunne uden videre relatere aktivering af få neuroner til bestemte bevidsthedsindhold. Penfield og hans medarbejder Rasmussen kortlagde ved hjælp af denne teknik hele hjernebarken og foretog den nødvendige revision og opdatering af Broadmanns arbejder fra omkring århundredskiftet.⁷

Når Penfield stimulerede de primære sensoriske områder fremtrådte de enkelte sansemodaliteter i bevidstheden, men det er altid i en uspecifik form – glimt af lys og skygger, farver, diffuse konturer osv. Der er altså ikke tale om de perceptuelt bearbejdede sanseindtryk, men om de helt rensede indtryk. Det samme gælder de sensomotoriske områder, hvor det viste sig umuligt, at fremkalde andet end helt elementære muskelsammentrækninger. I Penfields argumentation for dualismen vender han gentagne gange tilbage til, at alle hans patienter og forsøgspersoner samstemmende rapporterede, at den bevidste jeg-kerne ikke påvirkes. Jeg'et er til stede ved siden af de fænomener, der fremkaldes i bevidstheden. I de sammenhænge, hvor det er sproglige bevidsthedsindhold der opstår, beskrives tilstandene som "ord der trænger sig på", "ord som vil formuleres", og når de hører sig selv benævne en hverdagsgenstand forkert bliver de yderst forundret.

Med Penfields teknik kan man ikke påvirke eller fremkalde højerestående psykiske funktioner, ihvertfald ikke specifikt. Man kan tænde eller slukke, illustreret ved stimuleringen af de arealer, som viste sig at fremkalde bevidstløshed, men generelt var det ikke muligt at lokalisere andet end helt elementære sansninger. Da Penfield ikke kunne finde andet i hjernebarken end dette, placerede han en del integrative funktioner i mellemhjernen – og bevidstheden og de højerestående psykiske funktioner på et immaterielt niveau. Da han efter 30-40 års forskning ikke havde kunne påvirke de højerestående psykiske funktioner konkluderede han, at de ikke befandt sig på det niveau han havde udforsket.

Ligesom Penfield foretog J. C. Eccles nogle nu klassiske elektrofysiologiske forsøg med stimulering af nervevæv. Eccles forskning er dog om muligt endnu mere substansnær end Penfields, idet han fik konstrueret en mikropipette, som muliggjorde kemisk stimulering af enkelte neuroner. Eccles er formentlig mest kendt for bogen *The Self and its Brain* (1977) skrevet sammen med filosofen K. Popper. Bogen er et detaljeret forsvar for den dualistiske interaktionsteori baseret på Poppers teori om tre verdener, men Eccles har forsvaret sin ontologi i 25-30 år og er formentlig den mest velargumenterende dualistiske neurobiolog i dag. Hvis man følger hans argumentations udvikling, viser det sig, at han i lang tid primært henviste til nervesystemets kompleksitet som begrundelse. Hans nyeste argumenter forudsætter en mindre omvej over det neuroanatomiske modulbegreb.⁸

Eccles egen forskning er en af forudsætningerne for den moderne teori om hjernebarkens opbygning i moduler.⁹ Modulerne er relativt afgrænsede neuronsøjler, som er placeret vinkelret på hjernebarkens overflade og som oftest består de af 5 lag af forskellige neuroner. Det væsentlige ved modulerne er, at de fungerer som funktionelle *enheder* – man kan ret præcist skelne en intern elektrofysiologisk aktivitet fra en ekstern. Og den interne aktivitet indebærer en række hæmmende og forstærkende funktioner, som er med til at regulere det enkelte moduls samlede reaktion. Antallet af neuroner i et enkelt modul varierer meget, men kan ihvertfald nå op på 10.000 neuroner. I Eccles argumentation anvendes modulerne som bevis på, at der eksisterer integrationsenheder af større orden end de enkelte neuroner, og uden man er i stand til at reducere dem hertil. Tilstedeværelsen af integrationsenheder kan dog ikke sandsynliggøre en dualisme (men nok en dynamisk lokalisations-teori), og de er sådan set en moderne udgave af Jacksons reflekscentre. Men Eccles har endnu et argument.

Argumentet er baseret på et umiddelbart ret banalt eksperiment, hvor en forsøgsperson bedes om, at bevæge sin pegefinger op til 1.000 gange per eksperiment (i otte på hinanden følgende dage). Samtidig måles ændringerne i hjernens elektrofysiologiske aktivitet (uden på kraniet). I eksperimentet målte man et såkaldt *beredskabspotentiale* ca. 0,8 sek. *inden* muskelspændingerne (som fik fingeren til at bevæge sig) kunne registreres. Fra handlingen besluttet går der 0,8 sek. inden starten på dens udførelse kan registreres, og for Eccles er det et tegn på, at der i dette tidsrum sker en organisering og kanalisering af nerveimpulser til de rette motoriske skemaer. Organiseringen må være foretaget af bevidstheden, men da der ikke kan registreres en ændring af den elektrofysiologiske aktivitet udøver den altså sin virkning uafhængigt af elektrofysiologiske processer. Bevidstheden er altså ikke fysisk.

Eccles går så langt, at han præcist angiver en moderne parallel til Descartes koglekirtel – altså bindeleddet mellem det materielle nervesystem og den immaterielle sjæl. På grundlag af Sperrys split-brain forskning (jvf. senere) mener han, at overgangen oprettes via specifikke moduler i den dominante hemisfære.

Eccles argumenter forekommer ikke overbevisende. De lider endvidere af den skavank, at de fleste af dem også kan anvendes af almindelige tilhængere af en dynamisk lokalisations-teori, og specielt af teorier som hævder eksistensen af irreduktible niveauer. Selv om man akcepterer Eccles argumenter, er de altså ikke tvingende for en dualisme.

(c) *Hologram og holisme*

Det fortælles om den amerikanske neuropsykolog K. H. Pribram, at han omkring midten af 1970'erne ankom til kongresser, seminarer o.lign. med et besynderligt apparatur, som han med begejstring foldede ud og viste til dem, der måtte være interesseret. Apparatet kunne skabe hologrammer. Det var før holografiet blev kendt i større kredse, og før den holistiske bølge

ramte diverse miljøer. Der er ingen tvivl om at den holografiske teknik har nogle meget store fordele, og at det uden sammenligning er det mest effektive lagringsmedium til information. Som elev af Lashley har Pribram formentlig konstant været på jagt efter en model af hukommelsen og specielt af engrammet, som var i stand til at gengive nogle af den menneskelige hukommelses egenskaber.

Den teoretisk baggrund for Pribrams legetøj findes i hans hovedværk *Language of the brain* fra 1971. Bogens hovedtese er, at hjernen er informationsbearbejdende, og at den stort set kan beskrives som en kodningsmaskine. Alle neuropsykologiske fænomener er udtryk for kodning og afkodning på stadigt mere komplekse niveauer. Pribram skelner mellem to elektrofysiologiske koder. Der er for det første den, som er tilknyttet nerveimpulsen i neuronet – og som fungerer ved en variabel spændingsstigning indtil en tærskelværdi opnås, hvorefter impulsen sendes afsted. Der er her tale om en impulskode med diskrete enheder. For det andet er der en anden aktivitet, som er bundet til synapserne. Elektrofysiologisk opbygges der et elektrisk potentiale i "rummet" mellem axoners terminalender og dendriterne. Dette potentiale udslukkes aldrig hævder Pribram, det er således konstant aktivt, og indtager en bestemt konfiguration i dets hviletilstand. Der er altså to forskellige elektrofysiologiske processer – dels de gængse varierende impulsmønstre i neuronene, dels de synaptiske potentialer, som er vedvarende og både rumlige og tidlige. Pribram hævder nu, at de sidstnævnte tyder/fortolker de førstnævnte, hvilket vil sige omkoder dem. Hypotesen om en sådan omkodning virker måske en smule uunderbygget, men ideen er sådan set rimelig nok et stykke af vejen, idet betingelsen for et holografi er *to interfererende bølgemønstre*.

Det vil føre for langt at komme ind på, hvordan et holografi konstrueres, men det bør understreges, at der ikke er noget særligt besynderligt eller "ufysisk" ved det.¹⁰ Ét bølgemønster registres og omkodes via et andet mønster, og det karakteristiske ved omkodningen svarer til en Fourieranalyse (som er en snild matematisk måde at opløse principielt alle bølgemønstre til kombinationer af sinuskurver). Pribram har især forsøgt at underbygge hypotesen om, at hjernen fungerer som et hologram, ved at undersøge den visuelle sansning. Han mener at have påvist, at aspekter af den visuelle sansning simpelthen fungerer i kraft af Fourier-analyser. Hvis Pribram har ret i sin antagelser er der ikke længere noget problem i at forstå, hvordan hjernen oplagrer information. På den anden side er der mange uløste problemer. Er den neurofysiologiske parallel til hologrammet modaltspecifik, og i hvilken udstrækning afspejler det neurofysiologiske hologram en helhed? Er det den tværmodale helhed, i den situation hvor hologrammet etableres, og dækker den også tænkning og øvrige bevidsthedstilstande, der er aktive på det pågældende tidspunkt?

I en artikel fra 1986 diskuterer Pribram eksplicit det psykofysiske problem. Han viser sig her at være tilhænger af *en neutral monisme*, hvilket vil sige, at den materielle verden er adskilt fra den psykiske, men at de

begge er manifestationer af noget tredje (som er det "neutrale"). Pribram afviser således den klassiske dualisme, for i dualismen er det psykiske og det materielle to separate eksistensformer, og i den neutrale monisme er der kun én egentlig eksistensform, som de andre er manifestationer af. I realiteten er der ikke blot to – det materielle og det psykiske – men en række adskilte manifestationer. F.eks. kan musik lagres på forskellig måde – bånd, plader, optisk, den kan repræsenteres via noder, nynnens højlydt eller "inde i hovedet", fremføres ved en koncert osv. Disse manifestationsformer har alle en fælles *struktur*, og overført på videnskaben er det videnskabens opgave, at beskrive den fælles struktur, som de manifesterede fænomener er transformationer af.

"The view expressed thus far have provided a coherent theory that account for dualistic views but transcends them by showing them to arise from a procedural differences that separately realize a common structure. That structure is neutrally described in mathematical and information-processing (or similar) terms – terms that cannot readily be characterized as either material or mental" (Pribram 1986, s. 511).

Det er matematikken i hjernen, der skaber verden kunne man sige – men vel at mærke ikke hjernens matematik. Den neutrale egentlige eksistensform er *matematisk struktur*. De kodetransformationer som Pribram finder i nervesystemet er direkte eksempler på trinvis transformationer som bidrager til at transformere både det materielle og det psykiske, *ikke* fra eller til hinanden, men som overensstemmende manifestationer af noget tredje.¹¹ Pribrams neutrale monisme begrundes en parallel beskæftigelse med psyken på grundlag af mange forskellige udgangspunkter (biologisk, behavioristisk, eksistentiaalistiske, humanistisk osv.) idet de blot hver især repræsenterer en manifestationsform. På den anden side er det vanskeligt at se, hvad der i givet fald adskiller dem, og hvorfor de ikke alle blot er "lige gode", – et synspunkt, der kommer meget tæt på relativisme (jvf. Gregersen og Køppe 1988).

3. Aktuelle lokalisationsteorier 1975 - 1988

Pribrams lokalisationsteori er udformet i slutningen af 60erne, og præciseret i begyndelsen af 70erne, og kunne således ligeså godt være placeret i den tredje periode, i denne noget fiktive historiske opdeling, men hans forbindelse bagud til Lashley begrundes placeringen ovenfor.

Neuropsykologiens videnskabshistoriske udvikling adskiller sig ikke fra andre videnskaber. Man kan med fordel betragte denne som en udvikling omkring en kerne af viden, der konstant akkumuleres, og som en række mere eller mindre velbegrundede teorier, der indgår i modsætningsforhold til hinanden og som hver især bidrager med erkendelse til den fælles kerne

(jvf. Gregersen og Køppe 1985). Modsætningen mellem den strenge lokalisations-teori, og den dynamiske, er et sådant teoretiske modsætningsforhold, hvor begge parter i historiens løb bidrager med viden. Modsætninger består ikke evigt, og hvis man følger deres udvikling viser det sig også ofte, at de stridende parter umærkeligt indsnævrer det område, som de er uenige om. Der er således idag udbredt enighed om, at hverken den snævre lokalisations-teori eller den rabiante dynamiske lokalisations-teori (som hævder en ubegrænset equipotentialitet, hvor alt nervevæv kan producere alle funktioner) er korrekt. Til forskel fra den strenge lokalisations-teori antages det, at funktioner ikke er strengt lokaliserede, idet samme funktion kan udføres af forskellige cellegrupper, og til forskel fra den rabiante dynamiske lokalisations-teori antages det, at fordi specifikke funktioner kan udføres af forskellige cellegrupper, så er det ikke ensbetydende med, at de kan udføres af *alle* cellegrupper. Synspunktet er bl.a. fremtrædende i nyere hukommelsesforskning, hvor man både opererer med en diffus repræsentation af en grammatik og en lokalisering (jvf. Squire 1987).

Som eksempel på nyere lokalisations-teori har jeg valgt et eksempel på en nutidig streng lokalisations-teori, samt en teori, som bryder med den gamle menneske-maskine modsætning. Det er endvidere hensigtsmæssigt afslutningsvis at diskutere *konnektionismen*, som baggrund for nyere computerbaserede modeller, – PDP teorierne og de neurale netværk.

(a) Komplexitet

Den franske neurobiolog J.-P. Changeux udgav i 1983 en bog med titlen *Det neurale menneske*, hvor det er hans eksplicite hensigt at fremstille psyken strengt lokalisations-tisk. Changeux har i mange år arbejdet sammen med den franske molekylærbiolog Monod, og han betragtes desuden som en af de kyndigste forskere inden for området nervesystemets epigenese, specielt den biologiske vækst af nerveceller.

Changeux skelner mellem tre psykologiske grundelementer, nemlig perceptorer, erindringsbilleder og begreber. Perceptorerne er opbygget af information direkte fra omverdenen, og er lokaliseret i de primære og de sekundære sensoriske zoner. Erindringsbilleder gengiver kun verden flygtigt, og er lokaliserede i ikke nærmere præciserede neuronnetværk. Begreberne har som regel slet intet sensorisk indhold og er enten lokaliseret i associationsarealerne, eller ved omfattende sammenkædninger af neuroner lokaliseret i flere dele af hjernen. De tre psykologiske grundelementer kaldes til sammen *mentale objekter*, og er det der "processeres i de højerestående psykiske funktioner". Det spændende er selvsagt at se, hvordan Changeux beskriver den integrationsproces, som er nødvendig for, at neuronnetværker kan producere højerestående psykiske fænomener. Neuronnetværker karakteriseres således:

"Das "Neuronennetzwerk" des geistigen Objekts zeichnet sich dadurch aus, dass seine Organisation zugleich ortsgebunden und unortsgebunden

ist. Das geistige Objekt befindet sich – nach einer Formulierung H. Atlans – in einem Zustand "zwischen dem des Kristalls und des Dampfes". Wie in einem Kristall kooperieren die Neuronen und sind dadurch miteinander verbunden, aber sie sind, wie im Dampf, nach komplizierten geometrischen Gesetzen über viele Punkte des Kortex verstreut". (Changeux 1983, s. 183).

"Die Gefühle verdanken ihre Entstehung einer Konfiguration von Neuronenkomplexen, einer Gesamtheit von *Integrationszentren*, wobei die einzelnen Gruppen allerdings in ganz bestimmter Weise miteinander verbunden sind, (...). Die Verbindungen dieses Netzwerkes bilden – mit den Worten Diderots – "eine Art Strang, in dem nicht die winzigste Faser durchtrennt, zerrissen, verschoben oder entfernt werden darf, ohne dass das Ganze ernststen Schaden nimmt". (op. cit. s. 144f).

Det er altid en god ide, at være på vagt, når mekanicister som Changeux begynder at nærme sig det poetiske. Så er de som oftest virkelig på gængende grund. Det er interessant i denne sammenhæng, at også Changeux (ligesom f.eks. Eccles) henviser til *kompleksiteten* i genstandsområdet. Og det er ikke kun Changeux og Eccles – det gør stort set alle. Alle er enige om, at de processer som er baggrunden for højerstående psykiske processer er umådeligt, næsten ufatteligt komplekse – men de drager vidt forskellige konklusioner. Kompleksiteten er et *epistemologisk* problem, men der drages vidtgående *ontologiske* konsekvenser.

For Changeux er kompleksiteten fascinerende fordi det er en fascinerende maskine, der folder sig ud i sine ypperligste præstationer. For Eccles appellerer kompleksiteten til en "indlysende" dualisme, noget så komplekst kan "selvfølgelig" ikke begribes fysisk-kemisk, det er slet ikke styret af noget materielt. Det jeg ovenfor har kaldt STSMer er et spagt forsøg på at fastholde et billede af, hvad kompleksiteten egentlig dækker over – et rumligt og et tidsligt elektrofysiologisk mønster, som kan være sammensat og dække hjernen totalt (hierarkisk, bestående af mange under-STSMer), og som kan være lokale og dække et mindre modul. Lokalisationsteoriernes grundlæggende modsætninger er snævret ind til et spørgsmål om, *hvorvidt kompleksiteten kan beskrives eller ej*.

(b) *Emergent interaktionisme*

R. Sperry (f. 1913) modtog i 1977 nobelprisen for sin split-brain forskning. Dette område af neuropsykologien er skildret mange steder¹² så det er tilstrækkeligt, at berøre et par aspekter, som er relevant i denne sammenhæng. I forhold til lokalisationssteoriernes udvikling var split-brain forskningen et ryk i retning, af den strenge lokalisationssteori, idet en hemisfærespecialisering, af den grad som teorierne tilsyneladende indebar, tydede på en ret bastant lokalisering. Efter den første begejstring havde lagt sig, og efter man stort set havde dikotomiseret menneskets psyke totalt

– og fordelt de dikotome par på hver sin halvdel – så er konklusionerne idag væsentlig mere nuancerede og afdæmpede. I Springer og Deutsch (1981) gennemgås det meste af den udførte split-brain forskning og konklusionen er, at der til dato (i 1981) kun er empirisk belæg for en *sandsynlig* hemissfærespecificitet m.h.t. verbal/ikke-verbal og sekventiel/simultan dikotomierne.

Sperry selv har forsøgt at holde sig noget uden for disse diskussioner af dikotomierne. Han har i højere grad interesseret sig for de mere principielle problemer ved en hemissfærespecifik dikotomisering overhovedet. Når man relaterer problemet til bevidstheden opstår der nemlig nogle besynderlige problemstillinger. Hvis hjernen er hemissfærespecifik i en grad som blot minder om de hypoteser, der har været fremsat, så kan man dårligt slippe uden om, at snakke om *to bevidstheder*. I givet fald må der være tale om to bevidstheder som ikke kender hinandens eksistens. Nogle har hævdet, at der kun er manifesteret to bevidstheder hos personer, der har fået foretaget overskæring af kommisurbanerne, som forbinder hjernehalvdelene, andre at det samme er gældende hos intakte personer. (Jvf. den filosofiske diskussion i Pucetti 1977, Schaffer 1977, Nagel 1971). Det er bl.a. problemer omkring disse spørgsmål, som fik Sperry til at fremsætte en teori om den psykofysiske relation, der ikke umiddelbart lader sig placere i vante kategorier. (Jvf. Sperry 1976, 1980, 1986).

Hovedteserne i Sperrys emergente interaktionisme er: (a) Bevidstheden har kausale egenskaber – den kan styre kroppen; (b) bevidstheden kan ikke beskrives ved hjælp af gængs neurofysiologi og neurokemi, og altså ikke inden for fysikkens og kemiens rammer; (c) bevidstheden er en emergent egenskab ved nervesystemet; (d) man kan forestille sig, at maskiner/computere i fremtiden kan have egenskaber, der minder om menneskets bevidsthed. Hvis man tænker lidt over disse fire udsagn kan de kun forenes, hvis man hævder, at en fremtidig computers bevidsthed ikke kan beskrives fysisk-kemisk. "Computer-bevidstheden" er en emergent egenskab også ved isenkrammet. Jeg tror ikke, at Sperry vil insistere på, at sådanne computere vil blive konstrueret. Pointen er den principielle, at maskiner også kan præstere emergente fænomener.

Sperry er vist ingen filosofisk ørn. Han afviser både materialisme og dualisme, og han er heller ikke idealistisk monist ("alt er ånd"). Når han afviser materialismen skyldes det, at han identificerer den med den mekaniske materialisme (mekanicismen). Den eneste rimeligt konsistente ontologiske mulighed er en materialisme, der akcepterer, at materien er inddelt i irreduktible niveauer – altså en "pluralistisk materialistisk monisme", hvilket måske forekommer som en logisk umulighed, men det er der så ikke noget at gøre ved.¹³

Overført på den terminologi, der er anvendt ovenfor, kan man hævde, at STSMerne som baggrund for højerestående psykiske funktioner er *konfigurationer af mønstre, der ikke kan reduceres til en fysisk-kemisk beskrivelse af de elementer, som de er dannet af*. En yderligere diskussionen af dette

genfindes indenfor et splinternyt felt, som endnu ikke helt har fundet sine ben at stå på, nemlig *konnektionismen*.

(c) *Konnektionisme*

Umiddelbart forekommer det som om konnektionismen mest af alt kan karakteriseres som et kæmpe historisk tilbageskridt. Konnektionisme betegner nemlig en strategi, som stort set er identisk med sammenkædningen af den filosofiske associationisme og neuronteorien. Konnektionisme er afledt af konnektioner, og disse forbindelser er associative relationer mellem neuroner. Et af de teoretiske udgangspunkter er neuropsykologen D.O.Hebb.

Hebb (f. 1904) er elev af Lashley og er især kendt for sin teori om *neurale assembler* (jvf. Hebb 1982). Hebb gøres oftest til ophavsmand til tre hypoteser. (a) Indlæring svarer neuroanatomisk til en forstærkning mellem neuroner. Hvis to neuroner placeret i hver deres hjørne af hjernebarken aktiveres samtidig, så etableres der en forbindelse. Dette er identisk med den gamle associationsregel, og ikke Hebbs opfindelse. (b) Forbindelse mellem to neuroner – det være sig forstærkning, svækkelse, hæmning – er en synaptisk proces. Det er heller ikke Hebbs opfindelse – det mente mange i slutningen af 1800-tallet (f.eks. Freud og Sherrington). (c) Grupper af neuroner, neuron assembler, opretholder en intern neurofysiologisk aktivitet selv om neurongruppen ikke modtager stimuli fra andre grupper eller enkelte neuroner. Dette er Hebbs egen konstruktion, om end den er foregrebet hos Lashley. Det er en væsentlig hypotese, bl.a. fordi man herved forskyder opfattelsen af nervesystemet, specielt hukommelsens grundlag, fra en statisk indskrivningsmetafor til en dynamisk processuel opfattelse. De neurofysiologiske spændingskredsløb er aktive hele tiden. Kombineret med modulopbygningen leverer tesen en såvel neuroanatomisk som neurofysiologisk baggrund for STSMerne.

I en historisk ramme opstår konnektionismen, som en reaktion mod den såkaldte stærke AI-forskning¹⁴, hvor kognitive funktioner udforskes som regler for symbolprocessering. Hvis regler, som er gyldige for menneskelige kognitive funktioner, kan bringes til at virke i et andet medium (en computer f.eks., men principielt enhver anden indretning), så udøver dette medium/indretning en kognitiv proces, der principielt ikke kan adskilles fra menneskets. Konnektionismens reaktion bestod bl.a. i at insistere på, at vende tilbage til simulerende modeller baseret på neuroner og neuronets digitale funktionsmåde, hvor der ikke anvendes andre regler end dem modellerne selv skaber. Resultatet blev diverse associative modeller (Palm, Kohonen), PDPteoriene baseret på parallel processering og teoriene om neurale netværk udsprunget af Hopfields forskning.¹⁵ Omend der er store teoretiske forskelle, så er de enige om at starte med en stiliseret udgave af neuronets reaktioner, og fokusere på *relationerne* mellem neuronerne.

Det interessante i denne sammenhæng er, at disse teorier, *selv om de pr. definition er reduktionistiske ved at vælge neuronet som udgangspunkt,*

meget hurtigt er endt i diskussioner af irreduktible niveauer. I PDPernes bibel anføres:

"We certainly believe in emergent phenomena in the sense of phenomena which could never be understood or predicted by a study of the lower level elements in isolation. These phenomena are functions of the particular kinds of groupings of the elementary units. (...) The ways in which units interact is not predictable from the lower elements as isolated entities. It is, however, predictable *if* part of our study involves the interactions among these lower level units." (Rumelhart og McClelland 1986, bd. 1. s 128).

Man kan ikke beskrive fænomenerne ud fra neuronet som isoleret størrelse – måske kan man ved at indarbejde *relationerne* mellem neuronerne. Relationerne etableres således på et selvstændigt niveau, irreduktibelt til neuronet. I teorierne om neurale netværk var det med nogen forbløffelse, at Hopfield og co. opdagede, at netværkene producerede reaktioner, som var ganske uforudsigelige. Disse kollektivfænomener, som Hopfield kalder dem, faseskift eller globale fænomener, som andre har kaldt dem er forsøg på at begrebsliggøre niveauskift, som er vanskelige at beskrive. "Vanskeligt at beskrive" betyder, at de vanskeligt kan beskrives under hensyntagen til de gængse krav til videnskabelighed, specielt kausalitet og forudsigelighed.

En interessant version af problemstillingen fremstilles af Freemann og Skarda, som indgående har udforsket den olfaktoriske sans, specielt ved hjælp af elektrofysiologiske målinger (jvf. Freemann og Skarda 1987 og 1988). Deres konklusioner er, at den elektriske aktivitet på neuronniveau bedst kan sammenlignes med støj. Den er uforudsigelig, uberegnelig og uden system eller struktur. Mønstre opstår først som konsekvens af mange cellers samarbejde – på et niveau, der kun kan opfattes som emergent. Forfatterne forsøger at anvende nyere kaosteorier til at beskrive overgangene, men insisterer på, at de emergente fænomener *ikke kan afledes kausalt af neuronniveauet*. Kausaliteten, som må formodes at eksistere, er ubeskrivelig.

4. Konklusion

I et overordnet historisk perspektiv har lokaliserte teorierne udviklet sig i retning af større enighed. Fællesmængden af viden om nervesystemet og dets baggrund for psykiske funktioner er regelmæssigt suppleret med ny viden, og de to mest rabiante synspunkter er ikke længere sandsynlige. Det gælder den ubegrænsede equipotentialitet, hvor nervevæv i hjernebarken helt mangler en specificitet, og det modsatte synspunkt, hvor neuronet som *anatomisk* enkeltelement er den ultimative forklaringsenhed.

Parallelt med akkumuleringen af viden om hjernen er polariteten inden for lokaliseringsteoriene snævret ind til at omhandle færre, men ikke mindre centrale spørgsmål. Der er næppe grund til at tro, at disse centrale spørgsmål løses lige med det første, og selv om de blev løst, vil der formentlig opstå nogle nye. Et af de mest centrale spørgsmål i dag angår gestaltningen af hjernens spændingsmønstre. I denne sammenhæng er det interessant, at Lashly på et tidspunkt stillede det noget uortodokse spørgsmål, hvorfor der egentlig skulle være en så snæver sammenhæng mellem nervesystemets anatomi og dets elektrofysiologi, som man hidtil havde antaget. Han besvarede det selv med, at der ikke var noget afgørende bevis for sammenhængen, og derved blev det. I de sidste 10-15 år har det så vist sig, at han måske har mere ret end man umiddelbart skulle tro. I teorien om hjernebarkens modulopbygning er det således en kendsgerning, at afgrænsningen af et modul ikke kan foretages på neuroanatomiens grund alene, idet der er neuroner som indgår i flere moduler. Tilsvarende principper indgår som forudsætningen i både PDPteoriene og teorier om neurale netværk. Man kan således betragte én af udviklingstendenserne i neuropsykologiens historie, som en løsrivelse af det elektrofysiologiske fra det anatomiske, og en selvstændiggørelse af det.

Elektrofysiologiske spændingsmønstre er selvsagt ikke mindre fysisk-kemiske end det, der beskrives som anatomisk. Problemet er blot, at man på et tidspunkt når en kompleksitet i de elektrofysiologiske mønstre, som er utilgængelig for en gængs reduktionistisk tilgang. Hvis mønstrene på det anatomiske enkeltneuron niveau er kaotiske, som hævdet af Freemann og Skarda, mens mønsterdannelsen foregår ved at integrere dem, så er det ikke muligt at beskrive den kausale sammenhæng mellem neuron og mønster. Det samme hævder Sperry, omend det er med andre argumenter. Sperry fremhæver mønsterdannelsens rumlig og tidslige karakter, som baggrund for den emergente dannelse af de overordnede fænomener.

Det er ikke helt ligegyldigt, hvordan man opfatter denne "ubeskrivelighed". Man kan vælge tre synspunkter. Man kan sige, at det ikke er muligt i dag, men at det nok vil blive det en gang i fremtiden, bl.a. afhængig af udviklingen af matematikken. Får vi en bedre matematik, nogle hurtigere computere og nogle bedre måleapparater, så vil også STSMerne kunne måles og forudsiges. Dette er udtryk for en *potentiell reduktionisme*.

Modsat dette synspunkt kan man hævde, at det ikke alene nu, men altid, vil være umuligt at beskrive STSMerne kausalt. Dette synspunkt kan kaldes *epistemologisk irreduktionisme*, og det indebærer, at det videnskabeligt subjekt må acceptere, at der er bestemte grænser for dets erkendelse. Den epistemologiske irreduktionisme findes i to udgaver. Synspunktet kan forsvares med, at den kvantitative kompleksitet er for omfattende til, at systemet kan fastholdes inden for en beskrivelses- og målesammenhæng. I systemet (STSMerne) indgår faktorer som varierer med en uendelig lille faktor, og som uafhængigt af deres ubetydelighed kan give konsekvenser for hele systemet. Hvis man insisterer på at disse faktorer er *uendeligt små*

(i matematisk forstand), så vil systemerne *aldrig* kunne beregnes, måles eller forudsiges.

Den epistemologiske irreduktionisme kan også begrundes ontologisk. De integrerede STSMer kan ikke beskrives i en traditionel neurofysiologisk ramme fordi de i og med deres dannelse, emergent overskrider et niveau og konstitueres som entitet, på et højere niveau. Denne *ontologiske irreduktionisme* er det tredje synspunkt. Det er vigtigt at understrege, at den ontologiske irreduktionisme samtidig er en materialisme. Ontologien er en "pluralistisk monistisk materialisme", hvilket indebærer, at man på en gang kan skelne mellem forskellige ontologiske niveauer, som er materielle i samme forstand, og som videnskabeligt ikke kan reduceres til beskrivelsen af andre niveauer. Det er ikke ensbetydende med, at niveauerne kan beskrives restløst hver for sig, som om de var helt parallelle, uden forbindelse med hinanden. Det er op til videnskaben, at finde overgangene mellem niveauerne, og der er ingen, der siger de befinder sig der, hvor det ser ud til i dag. Man kan ikke problematisere niveauovergangene og de irreduktible entiteter, hvis man ikke tror de eksisterer, og hvis man på forhånd afviser muligheden af niveauer, så vil den reduktionistiske (og potentielt reduktionistiske) forskning gang på gang støde panden mod en mur, og ophobe den ene ligegyldige samling af data efter den anden. Man kan godt fortsætte med at lede efter bevidstheden blandt neuronerne, eller opfatte den som immateriel, og udstyret med evnen til at flytte rundt på materielle størrelser, det giver blot ingen videnskabeligt anvendelige resultater.

NOTER

1. I denne sammenhæng er temaet yderligere begrænset til specielt de kognitive funktioner perception, tænkning, hukommelse og bevidsthed og deres relation til hjernebarken. Der udelades således spørgsmålene om de centralt lokaliserede centre, det limbiske system og det retikulære.
2. Heriblandt D. Ferrier, P. Flechsig, T. Meynert og H. Munk. Den væsentligste undtagelse indenfor den ekseperimentelle tradition var F. Goltz. Jvf. Brazier 1988 for en historisk gennemgang af området.
3. Striden mellem neuronteorien og retikulærteorien blev først endeligt afklaret med elektronmikroskopet, som afslørede den synaptiske kløft. Usikkerheden kommer til udtryk ved at de to førende repræsentanter (Cajal og Golgi) delte Nobelprisen i medicin 1906. Jvf. Køppe 1983 for en uddybende diskussion af relationen mellem associationisme og neuronteorien.
4. Specielt C. Sherrington, H. Head og A. Luria.
5. Under overfladen gemmer sig her et interessant og næppe helt belyst videnskabs-historisk tema. Således kan man hævde, at den klassiske associationisme lever videre et langt stykke ind i 1900-tallet, nemlig i kraft af Watsons behaviorisme. En nærmere undersøgelse af associationismens udvikling vil formentlig vise, at Watsons klassiske associationisme var tilbagelagt 50-70 år tidligere i England.
6. Hvis man interesserer sig for neuropsykologi bør man læse Lurias bog *Hjernen*, som er en af de bedste skildringer ikke blot af Lurias egen teori, men af genstandsområdet som helhed.

7. Jvf. Penfield og Rasmussen, 1950. Det er iøvrigt heri den senere så velkendte humunculus indføres. Jvf. ligeledes Penfield 1975.
8. Jvf. Eccles 1966, 1976.
9. Teorien blev fremsat af Mountcastle i 1960'erne og videreudviklet af Szentagothei. Jvf. Mountcastle 1975.
10. Meget kort: en genstand belyses med to forskellige lyskilder f.eks. almindeligt lys og lys med ens bølgelængde (koherent lys, f.eks. laser). Ved hjælp af spejle kan man få de udsendte mønstre til at interferere, og dette registreres på en almindelig film. Når filmen er fremkaldt viser den under almindelige forhold i bedste fald nogle diffuse ringe. Ved at belyse filmen med koherent lys fremtræder genstanden i tre dimensioner, og hvis der klippes en bid af filmen vil den under samme betingelser igen vise *hele* genstanden. Dette er et optisk hologram. Der findes imidlertid også andre typer – i princippet kan alle fysiske bølger anvendes til hologrammer. En af de bedste introduktioner er Pietsch 1981.
11. Pribram har siden forsøgt at komplettere sin teori med Bohms holismeteori. Pribram ser en overensstemmelse mellem Bohms skelnen mellem en indfoldet og en udfoldet orden idet han mener, de svarer til den neutrale eksistensform over for den manifesterede. Det forekommer imidlertid at være en kategorifejl, for Bohms indfoldede orden kan ikke beskrives matematisk – og selv om den kunne ville den netop blot være en beskrivelse. Den indfoldede ordens ontologi er det ikke mennesket forundt at erkende. Jvf. Pribram 1987.
12. Jvf. artikelsamlingen Wittrock 1977 og referencerne heri.
13. Man kan i denne forbindelse henvise til filosofen M. Bunge (1979) der har konstrueret en tilsvarende "pluralistiske materialistisk monisme", hvor emergens er et nøglebegreb. Og ingen vil vist påstå, at Bunge afskriver logikken.
14. Jvf. artiklerne i temanummeret *Udforskning af det kognitive*, Psyke & Logos 1988 nr. 2. Samt f.eks. Searl 1980.
15. Jvf. Kohonen 1984, Palm 1982, Hopfield og Tank 1986.

BIBLIOGRAFI

- BRAZIER, M.A.B. (1988): *A History of Neurophysiology in the 19th Century*. New York.
- BUNGE, M. (1979): *Treatise on Basic Philosophy. Vol 4. Ontology*. Dordrecht.
- CHANGÉUX, J.-P. (1983): *Der Neurale Mensch*. Hamburg.
- ECCLES, J. C. (1966): "Conscious experience and memory". IN J. C. Eccles: *Brain and conscious Experience*. ss. 314-345. Berlin.
- ECCLES, J. C. (1976): "Brain and free will". IN G.G.Globus: *Consciousness and the Brain*. ss. 101-122. New York.
- ECCLES, J. C. og POPPER, K. (1977): *The Self and its Brain*. Berlin.
- GREGERSEN, F. og KØPPE, S.: (1985): *Videnskab og lidenskab*. København.
- GREGERSEN, F. og KØPPE, S.: (1988): "Against epistemological relativism". IN *Studies in History and Philosophy of Science*, vol. 19, nr. 4: 447-487.
- HEBB, D. O. (1982): *The conceptual Nervous System*. Oxford.
- HOPFIELD, J. J. og TANK, D. W. (1986): "Computing with neural circuits: a model". IN *Science*, 233: 625-633.
- KOHONEN, T. (1984): *Self-organization and associative memory*. Berlin.
- KØPPE, S. (1983): "The psychology and the neuron: Freud, Cajal and Golgi". IN *Scandinavian Journal of Psychology*, 24: 1-12.
- LASHLEY, K. S. (1929): *Brain mechanism and Intelligence*. New York.
- LASHLEY, K. S. (1950): "In search of the Engram". IN *Symp. Soc. Exp. Biol.* 4: 454-82.
- MOUNTCASTLE, V. B. (1975): *The world around us: neural command functions for selective attention*. New York.

- NAGEL, T. (1971): "Brain bisection and the unity of consciousness". IN *Synthese*, 27 maj: 396-413.
- PALM, G. (1982): *Neural assemblies*. New York.
- PENFIELD, W. (1975): *The mystery of the mind*. Princeton.
- PENFIELD, W og RASMUSSEN, T. (1950): *The cerebral Cortex of Man*. New York.
- PIETSCH, P. (1981): *Shuffle-brain*. Boston.
- PRIBRAM, K. (1971): *Languages of the brain*. New Jersey.
- PRIBRAM, K. (1986): "The cognitive revolution and mind/brain issues". IN *American Psychologist*, 41, 5: 507-520.
- PRIBRAM, K. (1987): "The implicate brain". IN J. Jiley og F. D. Peat: *Quantum implications*, ss. 365-372. London.
- PUCETTI, R. (1977): "Sperry on consciousness". IN *The Journal of Medicine and Philosophy*, 2: 127-145.
- RUMELHARDT, D. E. og McClelland, J. L. (1986): *Parallel distributed processing*, bd. 1-2. Cambridge.
- SEARL, J. R. (1980): "Minds, brains and programs". IN *The Behavioral and Brain Sciences* 3: 417-457.
- SHAFFER, J. A. (1977): "Personal identity". IN *The Journal of Medicine and Philosophy*, 2: 147-162.
- SPERRY, R. (1976): "A unifying approach to mind and brain". IN *Papers in Brain Research*, 45: 464-469.
- SPERRY, R. (1980): "Mind-brain interaction: Mentalism, yes; dualism, no". IN *Neuroscience*, 5: 195-205.
- SPERRY, R. (1986): "Macro- versus micro-determinism". *Philosophy of Science*, 53: 265-270.
- SPRINGER, S. P. og DEUTSCH, G. (1981): *Left brain, right brain*. New York.
- SQUIRE, L. A. (1987): *Memory and Brain*. New York.
- YOUNG, R. M. (1970): *Mind, Brain and Adaptation*. Oxford.