

KOGNITIONSFORSKNING I DANMARK

Benny Karpatschof og Steen Folke Larsen

Nærværende notat er et oplæg til et særligt arbejdsudvalg (FTU-udvalget) under Det Humanistiske Forskningsråd, som overvejer at gøre kognitionsforskning til særligt prioriteret forskningsområde. Notatet, der er udarbejdet af de to forfattere i en ad hoc arbejdsgruppe med deltagelse af Henning Boje Andersen, Risø, og Peter Bøgh Andersen, Århus Universitet, er endnu ikke færdigbehandlet i forskningsrådet, hvor drøftelsen iøvrigt nødvendigvis må udvides fra vores humanistiske udgangspunkt til også at omfatte de naturvidenskabelige og tekniske discipliner, som er de nødvendige samarbejdspartnere i dette grænseoverskridende område.

I notatet introduceres det forskningsområde, som internationalt benævnes Cognitive Science, og som her i landet foreslås navngivet Kognitionsforskning; en afgrænsning af området og en præcisering af dets indhold forsøges, og rammerne for en dansk forskningsindsats på dette område skitseres - med udgangspunkt i de humanistiske fag, men i samarbejde med de naturvidenskabelige og tekniske discipliner.

1. Cognitive Science

Cognitive Science betegner en tværvideenskabelig bestræbelse, vokset frem gennem de sidste 10-15 år, på at belyse menneskelig erkendelse, viden, tænkning og problemløsning - med en fællesbetegnelse kognition. En afgørende katalysator for denne vækst har været udviklingen af symbolbehandlende teknikker og mekanismer indenfor informations- og datateknologien. Forskellige videnskabelige discipliner, ikke mindst humanistiske, har heri fundet nye og til dels fælles teoretiske inspirationer.

1.1. Informationsteknologi og humanistisk forskning

Teknologiudviklingen har alle dage skabt nye kulturelle produkter, der er blevet forskningsgenstande for de humanistiske fag. Det særlige ved informationsteknologien er imidlertid for det første, at den også har frembragt nye redskaber for den humanistiske forskning, og det af en så omvæltende karakter som det ikke er set siden skriftsprogets og bogtrykkets opfindelse. Kort fortalt er det blevet muligt at automatisere symbolbehandling, sva-

rende til hvad industrialiseringen muliggjorde for behandlingen af fysiske genstande. Disse nye redskaber rækker fra tekstbehandling over databaser og ordbøger til edb-simulering af teorier af en hidtil utænkelig grad af kompleksitet og præcision.

For det andet - og mere dybtgående - er symbolbehandlende systemer blevet anvendt som modeller eller metaforer for menneskelig kognition, der har udfordret de fleste humanistiske fag til at overveje deres grundlæggende, teoretiske antagelser. På mange områder indenfor filosofi, lingvistik og psykologi har forskningen i »kunstig intelligens« således afsløret, at menneskets bevidsthed, erkendelse og sprog er langt mere kompliceret, end hidtidige teorier gik ud fra. Sådanne overvejelser, og udvikling af mere adækvate teoretiske modeller, er netop et centralt element i Cognitive Science.

For det tredje har informationsteknologien vist sig at have behov for de humanistiske discipliners indsigter som grundlag for sin videre udvikling. Der er således opstået et nyt, fælles anvendelsesområde for de humanistiske fag, hvor disse bidrager direkte til datalogi og teknologiudvikling. Man kan tale om udvikling af en kognitionsteknologi, som er den anvendelsesorienterede side af Cognitive Science (jfr. senere). Betydningen af humanistisk viden for fremtidige, avancerede informationssystemer kan næppe overvurderes, fordi systemerne i stadig stigende grad bliver indlejret i og må tage hensyn til menneskelige tænkemåder, arbejdsformer og kulturelle processer.

Endelig - for det fjerde - bliver de nyudviklede, avancerede informationssystemer selv redskaber og genstande for den humanistiske forskning. Der er herved skabt basis for den synergistiske vekselvirkning mellem grundforskning og teknologi, som kendes fra naturvidenskaberne, hvor den har afstedkommet den eksplosive vækst i kundskaber og tekniske frembringelser, der kendetegner vort århundrede. Cognitive Science er formentlig udtryk for første fase af en sådan vækst indenfor humaniora.

1.2. Afgrænsninger af Cognitive Science

Cognitive Science defineres og afgrænses forskelligt, ligesom der råder flere opfattelser af forholdet mellem Cognitive Science og de bidragydende videnskabelige discipliner. Vi skal kort beskrive nogle hovedtræk af debatten, som den har fundet sted internationalt siden 1970'erne. Beskrivelsen vil (i afsnit 2 nedenfor) danne grundlag for et forslag til afgrænsning, der efter vor opfattelse dels er hensigtsmæssigt for en udvikling af danske potentialer på forskningsområdet, og dels åbner mulighed for et selvstændigt, dansk bidrag til den internationale forskning.

Historisk set blev de første bestemmelser af Cognitive Science formuleret i USA i begyndelsen af 1970'erne. Man anlagde oprindeligt et bredt perspektiv på Cognitive Science som et tværvidenskabeligt samarbejde mellem

(dele af) følgende humanistiske, samfundsvidenskabelige og naturvidenskabelige discipliner (se Bobrow & Collins, 1975; Simon, 1980):

psykologi
 lingvistik
 filosofi
 antropologi
 pædagogik
 økonomi
 datalogi
 neurovidenskab

Den amerikanske opfattelse er siden blevet betydeligt indsnævret i flere henseender. Det fremgår nok klarest af den for nylig udkomne lærebog, »Cognitive Science: An Introduction« (Stillings et al., 1987). Følgende træk karakteriserer herefter den toneangivende amerikanske udvikling:

- (1) Decideret samfunds- og kulturvidenskabelige discipliner er forsvundet fra fagrækken (antropologi, pædagogik, økonomi).
- (2) De delområder af disciplinerne, der anses for relevante, er blevet udtrykkeligt begrænset, således at listen over »bidragydere« nu kun omfatter følgende fem:
 - eksperimentel psykologi
 - teoretisk lingvistik
 - analytisk filosofi og logik
 - kunstig intelligens
 - neurovidenskab
- (3) Cognitive Science betragtes nu som en selvstændig grundlæggende videnskab (ikke som et tværvideenskabeligt felt), idet den skal (og antages at kunne) beskæftige sig med »informationsbehandling« på et så abstrakt niveau, at der ikke er behov for at skelne mellem mennesker og maskiner eller mellem biologiske, psykologiske og sociale processer.
- (4) Det afgørende og fælles metodologiske træk ved studiet af denne abstrakte informationsbehandling anses for at være, at den gøres til genstand for formaliseret, algoritmisk beskrivelse. Såvel de træk ved informationsprocesser, der ikke lader sig formalisere, som metoder, der ikke indebærer formel beskrivelse, falder herefter udenfor Cognitive Science.

Et praktisk, synligt udslag af denne definition er, at Cognitive Science i USA synes på vej til at blive domineret af forskning, der er orienteret mod kunstig intelligens og neurovidenskab, specielt vedrørende såkaldte neurale netværk, konnektionistiske teorier og »Parallel Distributed Processing« (PDP). Disse PDP-systemer forekommer meget lovende som modeller for »sub-

symbolske« kognitive processer (f.eks. mønstergenkendelse, semantisk hukommelse), omend sådanne processer må ses i sammenhæng med den bevidste, symbolske kognitions krav.

Denne svækkelse af den humanistisk-samfundsvidenskabelige forankring i den amerikanske opfattelse af Cognitive Science synes også på vej i Europa, men her vil den muligvis blive mindre markant. EF's igangværende forskningsplanlægning fastholder således sondringen mellem på den ene side Cognitive Science (menneskelig kognition, kaldet »naturlig, biologisk implementeret intelligens«) og på den anden side kunstig intelligens. Det samme gør de japanske planer tilsyneladende. Men arbejdspapirer fra EF (Imbert et al., 1986) antyder samtidig, at en tilsvarende udvikling er i gang. Cognitive Science betragtes således i det omtalte arbejdspapir som en ny, selvstændig videnskab, hvis problemer »ikke hidtil har været behandlet videnskabeligt« (p.7), og de traditionelle discipliner, som anses for relevante, omfatter alene de fem ovenfor nævnte delområder af psykologi, lingvistik, filosofi, datalogi og biologi.

1.3. Forskningen indenfor Cognitive Science

Selv om kognitionsforskningen er begyndt at fremvise disciplinoverskridende træk, er der fortsat i hovedsagen tale om en forskningsorganisation inden for de klassiske videnskabsområder. Vi skal her i stikordsform give nogle eksempler på centrale forskningsemner fra hele kognitionsforskningen, idet vi af rent praktiske grunde opdeler efter traditionelle videnskabelige discipliner, der hver bidrager til flere underområder af kognitionsforskningen:

Kognitiv ergonomi:

Datalogi:

kunstig intelligens; systemanalyse og -udvikling

Neurovidenskab:

hjerneskadeforskning: neurale, selvorganiserende netværk

Psykologi:

perception: vidensrepræsentation og hukommelse

problemløsning og tænkning: sprogpsykologi

Lingvistik:

formel sprogbeskrivelse: talegenkendelse og syntese; dialog og sprog-handling

Filosofi:

formelle logikker; inferens; formel semantik

Organisationsteori:

kommunikation og beslutningsprocesser; organisationsudvikling

Pædagogik:

undervisningsprogrammel: interaktive medier

Kognitiv ergonomi

Kognitiv ergonomi fortjener imidlertid at blive omtalt først, fordi dette anvendelsesområde har egentlig tværgående karakter, og fordi ergonomien på mange måder var det første forskningsfelt, som tog de problemer op, som er knyttet til samspillet menneske-maskine. Den moderne form for ergonomi, som studerer dette samspil med udgangspunkt i menneskelig sprogbrug, begrebsdannelse og tænkning (i tillæg til den traditionelle betoning af sansning og motorik), kaldes ofte for kognitiv ergonomi. I den kognitive ergonomi indgår også betragtninger vedrørende menneske-maskine grænsefladens æstetiske udformning. Vi har i det følgende anbragt den kognitive ergonomis forskningsprojekter under de respektive modervidenskaber.

Datalogi

Kunstig intelligens beskæftiger sig med datalogiske systemer, som kun er i stand til at udføre kognitive opgaver af samme art som dem, der er karakteristiske for menneskelig kognitiv aktivitet, og som således lever op til et krav om *funktional ækvivalens* (de udfører det samme). Yderligere kan systemerne - ved simuleringsmodeller - undersøges for en *processuel ækvivalens* (om de udfører det på samme måde).

Datalogisk *systemanalyse og -udvikling* arbejder i forhold hertil med et bredere sigte, hvor såvel udviklingen som funktionen af maskinel og programmel anskues i deres brugssammenhæng, således at dels det såkaldte grænsefladeproblem, dvs. menneske-maskine relationen, og dels forholdet mellem teknik og organisation inddrages.

Neurovidenskab

Hjerneskadeforskningen bidrager med en viden om effekten af bestemte kortikale defekter på en række fundamentale kognitive processer. Det drejer sig om forstyrrelser af perceptuel, af hukommelsesmæssig og af sproglig art. Denne neuropatologiske viden integreres med psykologi og lingvistisk viden til fx. neuropsykologisk og neurolingvistiske teorier om de basale kognitive mekanismer.

Neurale, selvorganiserende netværk er betegnelsen for de strukturelle og processuelle forhold, der gælder for dannelse af neurale netværk, dvs. synaptisk forbundne neuroner. Den såkaldte PDP-skole (Parallel Distributed Processing), der de sidste par år har været i stærkt ekspansion, forsøger såvel ved eksperimentel grundforskning som i praktisk programmeringsteknik at udvikle parallelt processerende og i en vis udstrækning selvorganiserende maskinelle systemer, som har ligheder med den måde, neurale netværk virker på.

Psykologi

Perception er det psykologiske område, der omfatter den sansemæssige opfattelse af verden. Den umiddelbare kognitionsteknologiske relevans af fx visuel perceptionsforskning ses i det område, som på engelsk hedder *computational vision*, og som er grundlaget for udvikling af »seende robotter«.

Vidensrepræsentation og hukommelse. Såvel i arbejdet med såkaldte vidensbaserede systemer, fx. expertsystemer, som med brugergrænseflader, er det nødvendigt at kende til, hvordan viden bliver repræsenteret og husket. Under dette område studeres mentale modeller, vidensorganisation og vidensformer og hukommelsesprocesser.

Problemløsning og tænkning er dels relevant for kunstig intelligensforskningen, hvor man arbejder med maskinelle systemer, som kan løse forholdsvis komplicerede problemer, og dels for den kognitive ergonomi, hvor man udforsker og udvikler kognitionsteknologisk støtte til den menneskelige bruger, fx en kraftværks-operatør.

Sprogpsykologi er et grænseområde mellem psykologi og lingvistik, som beskæftiger sig med de kognitive og sociale processer, der har forbindelse med menneskers forståelse og produktion af sprog. Forståelse af sprog er et af de grundforskningsområder, hvis teorier tidligst blev inspireret af datalogien. Området har stor betydning for design af naturligt-sproglige grænseflader, oversættelses-systemer m.m.

Lingvistik

Formel sprogbeskrivelse er et område, hvor der er direkte kontakt mellem lingvistik og kognitionsteknologi, idet datalingvistik er en underdisciplin, som har udviklet datalogiske modeller og teknikker til fx parsere, som foretager en automatisk syntaksanalyse. Systemer til (semi)automatisk oversættelse er ligeledes udviklet.

Talegenkendelse og -syntese er et primært fonetisk område, som er grundlaget for at udvikle maskiner, der kan kommunikere talesprogligt med mennesker. Der er tale om betydelige fremskridt, hvad angår talesyntesen, mens talegenkendelse i langt højere grad er præget af uløste grundforskningsproblemer, som bl.a. er knyttet til talegenkendelsens kontekstuelle afhængighed.

Dialog og sprogbehandlinger studeres i den pragmatiske del af lingvistikken. Her udforskes sprogets praktiske og sociale funktioner, fx diskursive regler, fag- og gruppesprog. Dette områdes kognitionsteknologiske relevans ligger dels i udforskningen af samspillet mellem det oprindelige sprogsystem og informationsteknologiske kunstige sprogsystemer, dels i udforskningen af ligheder og forskelle mellem interpersonel dialog og den såkaldte menneske-maskine-dialog.

Filosofi

Formelle logikker og inferens arbejder med udvikling og implementation af

dels de såkaldte klassiske logikker, dvs. udsagns- og 1.-ordens prædikatslogik, dels en hel række nye logikker og inferensmetoder, som på mere eller mindre radikal vis forsøger at udvide området for formaliseret inferens. Det drejer sig fx om modale logikker, temporale logikker, ikke-monotone logikker, fuzzy logics, intentionale og epistemiske logikker.

Semantik er det område, som vedrører sprogets betydningsside. Semantikken er i sig selv et grænseområde mellem lingvistik og filosofi. Når det her er anbragt under filosofien, hænger det sammen med de forholdsvis vellykkede forsøg på at udvikle komputationel semantik, fx i Montague- og situations-semantikkerne.

Organisationsteori

Kommunikations- og beslutningsprocesser i organisationer er det forskningsområde, som studerer, hvordan informationer bevæger sig, og beslutninger tages i en social enhed med en formaliseret struktur. Her er informationsteknologiens indflydelse på kommunikation og beslutning en særlig forskningsopgave.

Teorier om og studier af *organisationsstruktur* er specielt relevante i forbindelse med informationsteknologi. Den eksisterende organisationsstruktur er ofte udviklet til kommunikationsformer og arbejdsprocesser, som ikke længere kan bruges, og på den anden side tages der ved indførelse af ny teknologi ofte meget lidt hensyn til den foreliggende organisations opbygning.

Pædagogik

De pædagogiske anvendelser af kognitionsteknologi har hidtil stort set været begrænset til elementære stofområder og præget af primitive didaktiske ideer. Men teorier om tilegnelse, repræsentation og formidling af viden bliver af stigende betydning, efterhånden som der introduceres stadig mere avancerede, interaktive medier, som fx. vidensbaserede systemer, dialogsystemer, interaktiv video og interaktiv computergrafik.

1.4. International status

I sin egenskab af et nyt, integrerende perspektiv på velkendte forskningsområder har Cognitive Science tiltrukket sig overordentlig stor interesse fra forskere og bevilgende instanser. Det skønnes, at langt hovedparten af alle nybevillinger til psykologi, lingvistik og filosofi i USA, England og Frankrig gennem de sidste 10 år er givet til aktiviteter indenfor Cognitive Science. I USA har Cognitive Science Society (med det ansete tidsskrift *Cognitive Science*, årlige kongresser osv.) 10 års jubilæum i 1988; der er oprettet ca. 50 tværvideenskabelige institutter og Ph.D.-programmer ved de førende universiteter, samt mange »undergraduate« uddannelser i Cognitive Science; (Kelley, 1985); og der er udgivet en videnskabshistorie (Gardner, 1985) samt den første egentlige lærebog (Stillings et al., 1987) på området.

Forskningen udenfor USA er kommet senere i gang. Specielt England og Frankrig, men også Canada og Holland har igangsat betydelige, nationale forskningsprogrammer. Sveriges humanistisk-samfundsvidenskabelige forskningsråd har i 1987 oprettet et særligt professorat i »kognitionsforskning« for at styrke området. Japan siges at have meget omfattende planer for grundforskning indenfor Cognitive Science i forbindelse med en kommende udvikling af »sjette generations computere«. Ifølge dokumenter, der indgår i EF's planlægning, venter japanerne, at forskningen vedrørende menneskelig kognition vil blive *det* centrale tema i udviklingen af informationsteknologi i 1990'erne.

EF har siden 1985 arbejdet med udformningen af et bredt grundforskningsprogram (under FAST-initiativet) med titlen »Man-Machine Communication, Cognitive Science and Artificial Intelligence«. Denne plan bygger på en erkendelse af, at EF's hidtidige programmer, f.eks. ESPRIT, har overset betydningen af en bred grundforskning - herunder humanistisk forskning - for den teknologiske udvikling.

Danmark har hidtil ikke haft nogen samlet forskningsindsats indenfor Cognitive Science, selv om alle de relevante discipliner (se afsnit 3 nedenfor) har stærke traditioner at bygge på. »Humanistisk informatik« under FTU-programmet har søgt at sætte konkrete projekter på feltet, men har savnet ressourcer og mandat til at fremme en systematisk udvikling. Specielt den humanistiske del af dansk forskning er derfor i færd med at tabe afgørende terræn i forhold til andre lande - og i forhold til de naturvidenskabelige og tekniske fagområder, der arbejder med Cognitive Science. På blot lidt længere sigt kan skaden blive uoprettelig, også for de naturvidenskabelige og tekniske discipliners mulighed for at følge med i den internationale udvikling, hvor kendskab til den humanistiske side af Cognitive Science i vid udstrækning er afgørende.

2. Fra Cognitive Science til kognitionsforskning

2.1. Problemer i udviklingen af Cognitive Science

Der er betydelige videnskabsteoretiske og praktiske problemer forbundet med den glidning i opfattelsen af Cognitive Science, som vi beskrev i afsnit 1.2.

Vi finder det først og fremmest præmaturligt at opfatte Cognitive Science som en selvstændig videnskab. Den antagelse om eksistensen af »et abstrakt niveau for informationsbehandling«, som er grundlag for denne opfattelse, er yderst problematisk og netop et af de spørgsmål, der må udforskes nærmere. En koordineret, tværvideenskabelig udforskning af menneskelig kognition, som drager fordel af de forskelligartede metoder, de enkelte videnskabelige discipliner har udviklet, forekommer mere frugtbar. Derfor fore-

slår vi den danske betegnelse *kognitionsforskning* - fremfor kognitiv videnskab el. lign. - i lighed med svensk terminologi.

Et andet problem knytter sig til formaliseringens rolle i kognitionsforskningen. Formaliseret beskrivelse og edb-simulering af individuelle og sociale informationsprocesser må anses for meget vigtige, nye metoder i den teoretiske kognitionsforskning (og til specifikation af nydesignede tekniske systemer). Men formalisering bør kun være et redskab, der benyttes, når det er formålstjenligt - ikke et definerende træk for kognitionsforskningens område.

Vi finder det endvidere overordentligt vigtigt at bevare den oprindelige bredde i Cognitive Science, som omfattede arbejde på at belyse *menneskelig kognition på alle niveauer*, fra neurale systemer, over individer og grupper, til organisationer, samfund og kulturer. En indsnævring og fokusering alene på sub-symboliske mekanismer af neurobiologisk eller intra-psykologisk art (som det undertiden synes at være hensigten blandt neurale netværks-teoretikere) vil overse den kognitive aktivitets specifikt menneskelige og sociale karakter.

Bredden i forskningen har også anvendelsesmæssige konsekvenser. Perspektiverne for en teknologisk udvikling, der er baseret på den snævre afgrænsning, vil primært være systemer, der kan *erstatte* simple, individuelle funktioner; den bredere afgrænsning, der kan *understøtte* menneskelige funktioner i såvel individuelle som kooperative aktiviteter.

Vi finder det endelig af betydning, at kognitionsforskningen inddrager de konkrete situationer, hvor menneskelig erkendelse indvindes og bruges, samt at den som et af sine formål bidrager til at udvikle redskaber til brug i sådanne situationer. En sådan bestræbelse kan betegnes *økologisk kognitionsforskning*, og den står i modsætning til isoleret undersøgelse af og modelopstilling for kognitive enkeltmekanismer.

Et lignende synspunkt er blevet udtrykt af forskningsprofessor Jens Rasmussen, Risø, i en kritisk vurdering af den nævnte EF-arbejdsrapport (Imbert et al., 1986). Rasmussen (1986) anførte, at en kognitionsforskning, der er relevant for at forstå menneske-maskine interaktion, kræver en lige så stor indsats for at beskrive de menneskelige omgivelser (dvs. den økologiske kontekst) som for at beskrive de kognitive mekanismer. Han fremhævede desuden, at en sådan orientering vil trække langt mere direkte på europæiske, videnskabelige traditioner indenfor psykologi, filosofi, lingvistik og samfundsvidenskab, end den herskende, amerikanske opfattelse af Cognitive Science gør.

Man kan sammenfattende sige, at strategien i Cognitive Science har været at angribe studiet af menneskelig kognition enten oppefra eller nedefra. *Oppefra* sker det i den traditionelle angrebsmåde baseret på »kunstig intelligens«, der fokuserer på abstrakte, formelle informationsbehandlingsprocesser, som antages at være fælles for dyr, mennesker og maskiner. *Nedefra* sker det ved opstilling af modeller for enkelte neuroner og deres interaktion i pa-

rallele, neurale netværk. I begge tilfælde betragtes kognitionen imidlertid *indefra*, dvs. som indre processer i en organisme isoleret fra den omgivende kontekst.

Nedenstående forslag til bestemmelse af kognitionsforskningens område er udtryk for en strategi, hvor kognitionen primært betragtes *udefra*, med udgangspunkt i de sociale og materielle omgivelser, hvori erkendelsen finder sted, og som den retter sig imod. Forskningens genstand vil naturligvis stadig være de kognitive strukturer, processer og produkter; men der lægges vægt på, at studiet heraf bidrager til en forståelse af kognitionen i dens »naturlige«, økologiske kontekst. En sådan kognitionsforskning vil være tæt forbundet med europæiske, videnskabelige traditioner indenfor den humanistiske fagkreds. Strategien vil endvidere åbne mulighed for at skabe en niche, hvor en dansk kognitionsforskning kan yde et selvstændigt, supplerende bidrag til den internationale forskning i Cognitive Science - uden at foregive at ville erstatte denne.

2.2. Forslag til ramme for kognitionsforskning

Vi foreslår følgende formulering af kognitionsforskningens område som grundlag for et dansk forskningsprogram:

Kognitionsforskning behandler menneskelig kognition, dvs symbolsk eller sub-symbolsk aktivitet, set i forbindelse med de tekniske redskaber, der er udviklet eller kan udvikles til at beskrive kognitionen teoretisk og/eller understøtte dens udfoldelse i konkrete brugsituationer.

Kognitionsforskningen har efter den opfattelse, der ligger til grund for vort forslag, to konstitutive træk:

- (1) Den har *menneskelig kognition* som genstandsområde, såvel kognitive processer som disses produkter, idet der anvendes tre parvist sammenkoblede genstandsplaner i den videnskabelige beskrivelse:
 - (a) det sociale plan, hvor der sker en kommunikation mellem flere personer;
 - (b) det individuelle, symbolske plan, hvor en enkelt person foretager bevidste, symbolske aktiviteter; og
 - (c) det individuelle, sub-symbolske plan, hvor de automatiske processer foregår, som muliggør den symbolske aktivitet.
- (2) Den betragter kognitionen i sammenhæng med et konkret, *teknologisk praksisområde*, nemlig informationsteknologi i bred forstand, dvs redskaber til automatiseret symbolbehandling (»kognitionsteknologi«).

Disse redskaber vedrører alle den menneskelige kognitions tre genstandsplaner.

Det første punkt indebærer, at kognitionsforskning er et *tværfagligt* forskningsfelt mellem samtlige de videnskabelige discipliner, som beskæftiger sig med menneskelig tænkning og erkendelse og dennes resultater; den fælles genstand for forskningen betyder imidlertid ikke, at der er tale om en »ny videnskab«, eller at der skal søges institutionaliseret en ny videnskabelig disciplin.

Endvidere implicerer dette punkt, at den del af arbejdet med *kunstig intelligens*, hvis formål alene er at udvikle avancerede informationsteknologiske systemer - under bortseen fra disse systemers forhold til den menneskelige kognition - falder udenfor kognitionsforskningens felt. På tilsvarende måde vil de dele af arbejdet med *neurale netværk*, der alene sigter på at belyse neurobiologiske mekanismer eller på at udvikle hensigtsmæssige programmeringsteknikker for parallelle edb-systemer, falde udenfor kognitionsforskningen.

Det andet punkt handler om kognitionsforskningens »teknologiske forankring« og kræver nok en nærmere redegørelse for begrebet *kognitionsteknologien*: Hvis vi ved teknologi forstår et grænseområde mellem grundvidenskabelig forskning og teknisk udvikling, så er der en definatorisk forbindelse mellem den nye teknologi, som vi kalder kognitionsteknologi, og dens forskningsområde, som vi kalder kognitionsforskning. En sådan forbindelse kendes allerede for energiteknologien samt i de seneste år for bioteknologien.

I forbindelse med informatikkens udvikling er der nu ved at opstå en kognitionsteknologi, dvs en teknisk udvikling baseret på videnskabelig erkendelse af den menneskelige kognition. Det er her vigtigt at understrege, at relationen mellem en teknologi og dens forskningsområde ikke blot er en applikation af allerede opnåede forskningsresultater. Der er derimod tale om en vekselvirkning, hvor teknologien hurtigt bliver så avanceret, at den selv må initiere eller i hvert fald efterspørge ny viden, og hvor selve dannelsen af nye teknologiske entiteter skaber nye genstande for forskningsområdet.

En nærmere tilknytning mellem kognitionsforskning og kognitionsteknologi behøver derfor på ingen måde at indebære en forfladigelse af det videnskabelige niveau. Tværtimod må den nye teknologis behov for viden om menneskelig kognition forventes at medføre ikke blot en forøget interesse for kognitionsforskning, men det vil også være en intellektuel udfordring, som kan hæve grundforskningens kvalitet.

Kognitionsforskningens teknologiske tilknytning indebærer mere konkret, at området kun omfatter forskning, der

- indeholder en grundvidenskabelig anvendelse af *kognitionsteknologi som teoretisk redskab* til at beskrive og forstå menneskelig kognition (således at f.eks. rent instrumentel brug af kognitionsteknologi og kunstig intelligens falder udenfor området);

- og/eller indeholder en anvendelsesorienteret analyse og udvikling af kognitionsteknologi, der tager *teknologiens forhold til menneskelig kognition* i bestemte brugssituationer i betragtning (således at f.eks. rent formel analyse af teknologiske produkter eller rent produktorienteret udviklingsarbejde falder udenfor området).

3. Kompetencer indenfor kognitionsforskning i Danmark

Der findes ikke nogen dækkende, aktuel oversigt over forskere og projekter indenfor Cognitive Science og kognitionsforskning i Danmark. Men enkeltforskere og mindre grupper fra alle de berørte discipliner har fulgt den internationale udvikling bl.a. ved studierejser, og ikke så få har selv bidraget med publikationer. I de allerseneste år synes et stigende antal yngre forskere at have fattet interesse for området, herunder påbegyndt en egentlig forskeruddannelse.

Aktive forskningsmiljøer, der arbejder med kognitionsforskning ud fra et humanistisk grundlag, findes ved de fleste højere uddannelsesinstitutioner. Der er overvejende tale om små forskningsgrupper indenfor (eller på tværs af) større institutter; det gælder f.eks. på psykologiens område, hvor der ved såvel Københavns som Aarhus Universitet er oprettet særlige studieprogrammer med sigte på kognitionsforskning. Der findes imidlertid ingen institutter eller afdelinger, som dækker hele kognitionsforskningen. Dog er der i de seneste år oprettet enkelte selvstændige institutter, ved de højere læreanstalter, hvor kognitionsforskning udgør en central del af virksomheden.

Blandt de emner, som i særlig grad har haft danske forskeres opmærksomhed, kan følgende nævnes:

- kognitionens evolution og historiske udvikling
- visuel billedbehandling
- vidensrepræsentation og hukommelsessystemer
- kognitive aspekter af programmering
- vidensudvikling i social interaktion
- sprogudvikling
- taleanalyse og -syntese
- oversættelsessystemer
- forholdet mellem kunstige og naturlige sprog (herunder fagsprog)
- formelle logikker og logikprogrammering
- teorier om kooperativ systemudvikling
- menneske-maskine grænseflader
- beslutningsstøtte-systemer

Sammenfattende forekommer det klart, at der i Danmark udføres væsentlig og værdifuld forskning indenfor en række delområder af kognitionsforskning.

gen. En væsentlig del af den hidtidige forskning har haft et anvendelsesorienteret sigte, med udgangspunkt i brugen af informationsteknologi til bestemte arbejdsprocesser (f.eks. kraftværksovervågning, grafisk design, kontorarbejde). Her har ikke mindst forskningen på Risø's Informatikafdeling været en drivende kraft. I et vist omfang samarbejdes der med private virksomheder, hovedsagelig indenfor telekommunikation og systemudvikling.

Derimod har grundforskningen været mere spredt, formodentlig fordi den har savnet et samlende miljø. Den forskningskompetence, der utvivlsomt er opbygget, har således kun i ringe grad haft mulighed for at virke befrugtende på tværs af fagområder og geografiske skel, som det er sket de steder i udlandet, der er førende i kognitionsforskningens udvikling.

Netop nu er situationen efter vor vurdering ved at antage en kritisk karakter. Enkelt personer og afgrænsede projekter kan ikke fortsat bære den indsats, der kræves alene for at skaffe den nødvendige viden til landet og for at uddanne yngre forskere. Dertil er området for bredt, mangearartet og teknisk kompliceret. Forskningen kræver desuden større ressourcer, end det er almindeligt i humanistisk forskning; allerede nu er der eksempler på, at forskere, der vender hjem efter studieophold i udlandet, må erkende, at der ikke her er mulighed for at videreføre det påbegyndte arbejde.

I de nærmest kommende år vil det formodentlig være helt afgørende, at dansk kognitionsforskning opnår en sådan bærekraft, at den kan få del i de betydelige forskningsressourcer, der ventes at blive til rådighed fra bl.a. EF. Det kan næppe lykkes for den humanistiske kognitionsforskning med den naturvidenskabelige og teknologiske forskning; på den anden side vil disse forskningsområder også i stigende grad have behov for at inddrage humanistisk ekspertise for at gøre sig gældende.

LITTERATUR

- BOBROW, D.G. & COLLINS, A. (1975). *Representation and understanding. Studies in cognitive science*. New York: Academic Press.
- GARDNER, H. (1985). *The mind's new science. A history of the cognitive revolution*. New York: Basic Books.
- IMBERT, M., BERTELSON, P., KEMPSON, R., OSHERSON, D., SCHNELLE, H., STREITZ, N., THOMASSEN, A., VIVIANI, P. & SHASTENET, D. (1986). *Cognitive science in Europe. Survey and analysis*. Bruxelles: Programme FAST of the EC.
- KELLEY, D. (1985). *Teaching cognitive science to undergraduates*. Poughkeepsie, NY: Vassar Cognitive Science Program.
- RASMUSSEN, J. (1986). Review of Imbert et al., 1986. Report on the state of cognitive science in Europe. Roskilde Forskningscenter Risø. (Upubliceret).
- SIMON, H.A. (1980). Cognitive science: The newest science of the artificial. *Cognitive Science*, 4, 33-46.
- STILLINGS, N.A., FEINSTEIN, M., H., GARFIELD, J.H., RISSLAND, E.L., ROSENBAUM, D.A., WEISLER, S.E. & BAKER-WARD, L. (1987). *Cognitive science. An introduction*. Cambridge, MA: Bradford & MIT Press.