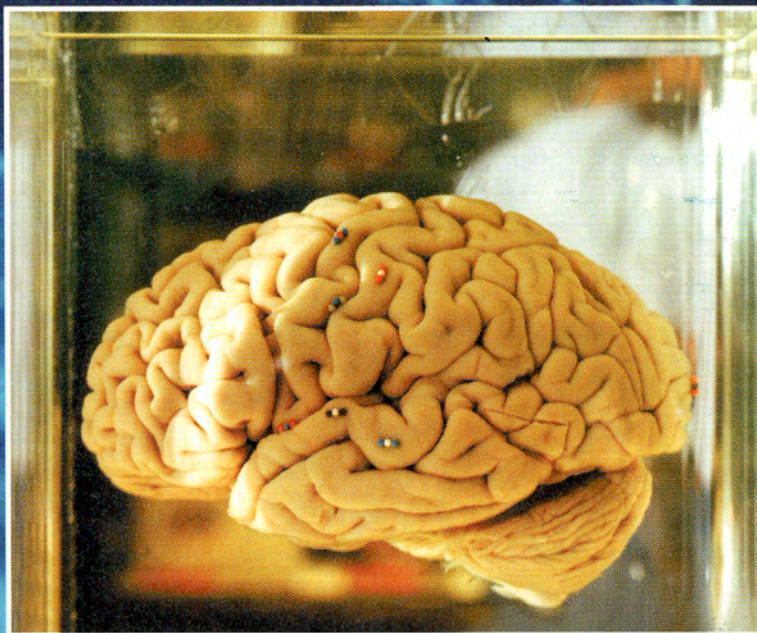




# TANKENS ANATOMI

- en film om hjerneforskning  
af Dola Bonfils

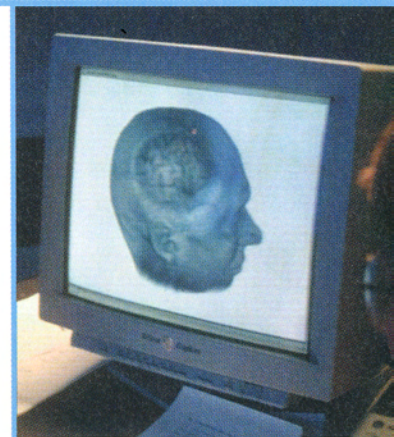


## TANKENS ANATOMI - en film om hjerneforskning



I århundreder har mennesker interesseret sig for, hvordan vores hjerne udfører sine fantastiske intellektuelle og kreative bedrifter, men først i de senere år har vi rent faktisk kunnet iagttage den i arbejde. Inden for den moderne neurovidenskab, kognitionspsykologien og den moderne billedscanningsteknologi er der i de senere år sket en række landvindinger, der har øget opmærksomheden omkring og forventningerne til udforskningen af hjernen.

Med udgangspunkt i PET-, MR- og SPECT-scanninger (som er forkortelserne for nogle af billedscanningsmetoderne), der gengiver den levende hjernes aktiviteter, kan forfine detaljer af normale såvel som afvigende processer i hjernen kortlægges og relateres til specifikke neurale systemer. Det har givet lægerne og psykiaterne en ny forståelse af hjernens fænomener og strukturer, sygdomme og behandlingsmuligheder, det har givet psykologerne nyt materiale om det biologiske grundlag for menneskelig adfærd, og det har skabt forudsætninger for studier af bevidstheden, ikke kun på et filosofisk niveau, men som en eksperimentel videnskab.

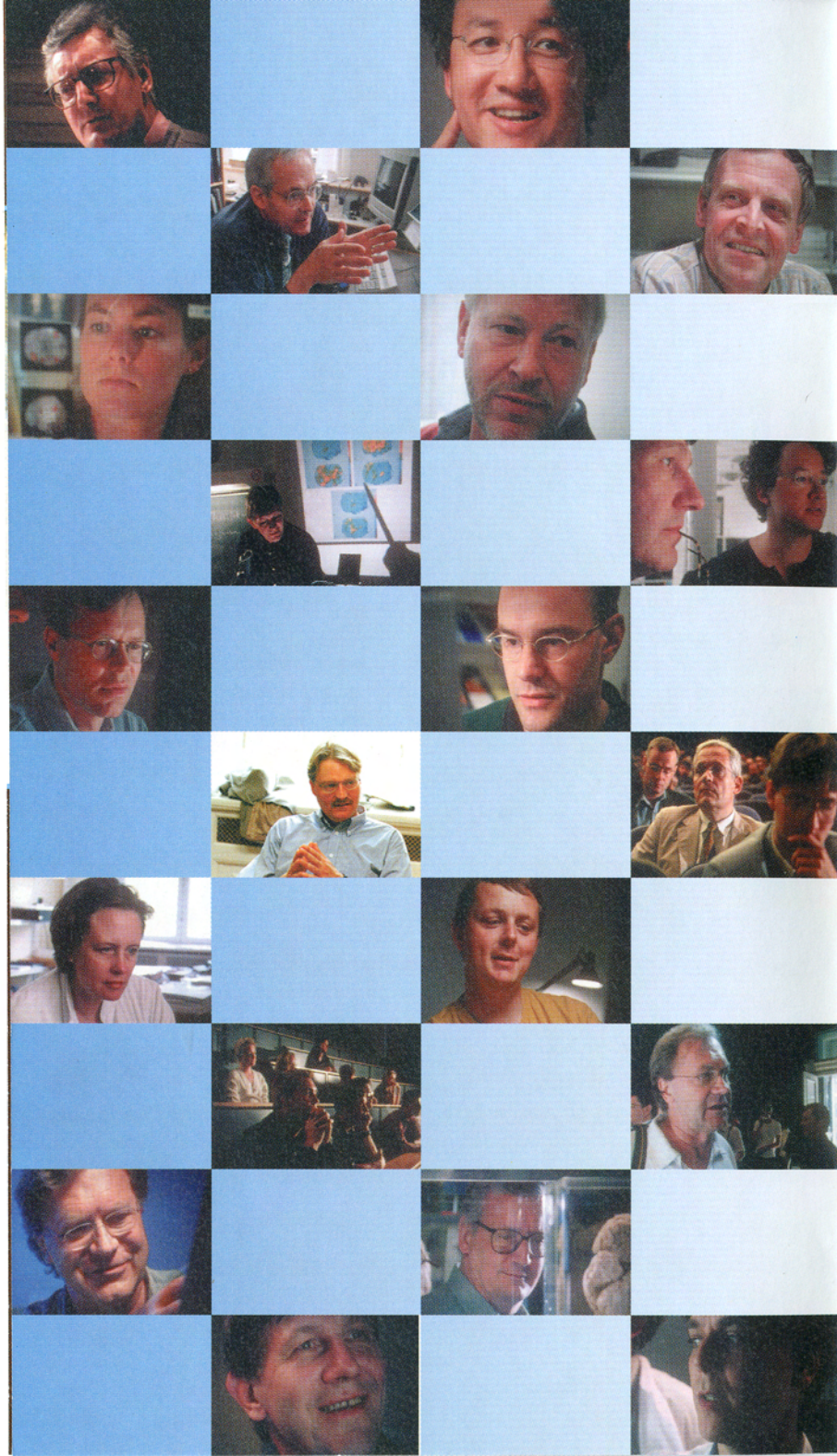


Billedscanningsmetoderne samler forskerne i et videnskabeligt kollektiv på tværs af de faglige retninger. Fysikere og dataingeniører er dybt involverede i udviklingen af de computerintensive forskningsmetoder sammen med læger, psykologer, kemikere og humanbiologer. Denne nye tværvideenskabelige dialog giver hjerneforskningsmiljøet en dynamik, der sætter sit præg på landets neurovidenskabelige afdelinger i disse år.

Filmen, *Tankens anatomi* er en art sociologisk rejse ind i det netværk af forsknings- og teknikermiljøer, der samler sig omkring billedscannerne. Emnet er videnskabens praksis som den udfolder sig i de daglige aktiviteter, og de mange indbyrdes udvekslinger og diskussioner. Hvordan er karakteren af forskernes arbejde, deres sprog og visioner, hvad fokuserer de på? Ved at kigge denne forskerverden over skulderen har vi kunnet få et glimt af hjernens billeder, af hvad de medfører af nye hypoteser, af sygdoms- og selvindsigt, og ny forståelse af begreber som sansning, opmærksomhed, erindring, sorg, selverkendelse, drømme og sindets sygdomme.

Vi har fokuseret på det daglige arbejde i PET-centret og i Hukommelses- og Demens-klinikken på Rigshospitalet, i MR-scanneren på Hvidovre Hospital, i PET-centret på Århus Kommunehospital og på nogle af de projekter, som de neurobiologiske forskergrupper samarbejder med psykiatere, psykologer og kemikere om: Sprogstudier, visuelle mekanismer, opmærksomhed hos Alzheimer-patienter, meditation, drømme og





skizofreni. Vi har kigget på det arbejde, fysikerne og ingeniørerne på Niels Bohr Institut og Institut for Matematisk Modellering på Danmarks Tekniske Institut laver omkring udvikling af computernes visualiseringsteknikker, og vi har deltaget i nogle af de internationale konferencer, det danske hjerneforskningsmiljø har været vært for i den samme periode. Filmen er en montage af disse små og store begivenheder, bundet sammen af tidsrammen, maj - august 1997.

Vi har ladet os smitte af den nysgerrighed, der præger hjerneforskerne i disse år - har opdaget, at også for hjerneforskere er hverdagen meget mere end bare rationelle teorier, og hjernen langt mere end en grå masse med vindinger. I den videnskabelige hverdag stilles der store spørgsmål, oftere end man finder svar, og hjernen er også et univers af muligheder, af uforklarlige sanseoplevelser, af forestillingsbilleder og fantasi.

af Dola Bonfils, november 1997





## JEG SCANNES, ALTSÅ ER JEG EN HJERNE

Mennesket er en smart art, der ser ud til at have opnået stor klogskab, i al fald hvis man spørger de kloge. Med naturvidenskabeligt baseret teknologi i form af de nye og kostbare hjernescannere med særlige navne som PET, MR og SPECT kan vi nu se ind i selve hjernerne på kloge og mindre kloge hoveder, og måske ad den vej håbe på at lære mere om vores egen klogskab og gal-skab. For både det ene og det andet sidder

i hjernen; det er den vi tænker med. Hjertet mener vi for længst at have forstået, men hjernen er den store udfordring - ikke blot i 90'erne, men så længe videnskaberne ikke har "knækket tænkningens gåde", som man siger, med mindelser fra 50'erne og 60'erne, da biologerne fik styr på arvets kemi og knækkede den genetiske kode.

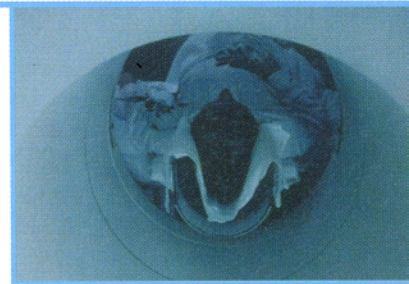
Hjerneforskningen er et godt eksempel på, at vi lever i et materialistisk århundrede, hvor videnskab og teknologi ikke blot har givet os midler til at forme verden på godt og ondt, men også har præget forståelsen af os selv som mennesker, organismer og hjerner, ved at give os andre billeder af verden.

### Det hele i eet billede

Fysik, biologi og medicin leverer intet mindre end kapitler til en samlet fortælling om al tings skabelse og udvikling. Man eftersøger de basale naturlove og de omstændigheder de udfolder sig under. Har man dem, kan det hele i princippet simuleres på en computer og vises på en skærm, i al fald som model: Vi ser for os *the big bang*, hvor stråling og stof adskiltes og de fire grundkræfter begyndte det kosmiske arbejde, der skulle til at skabe galakser, solsystemer, kloder og endelig en selvorganiserende kemisk uruppe, som førte til bakterier, bregner og buske, og til sidst dyr med nerveceller, der klumpede sig sammen til de hjerner, som satte dyrene i stand til at føle, sanse, og bevæge sig selv.

Det er som en søgen efter det hele i én sætning, én formel, ét billede. Ved hjælp af den eksperimentelle videnskab, der beskriver verden "udefra" som et fysisk system af materie - stofflige dele, som vekselvirker indbyrdes uden mystiske principper om ånd eller livskraft - mener vi at kunne forstå hele den verden, der omgiver os inklusive os selv. Vi har lært, at vi er et socialt dyr, efterkommere af intelligente aber, der forlod regnskovens frugtparadis og måtte tilpasse sig andre og mere udfordrende livsformer. Fra evnen til at genkende frugter og leve sammen i små flokke udviklede vi ganske anderledes færdigheder; som brugen af redskaber, systematisk undersøgelse af omgivelserne for at undgå slemme overraskelser, og evnen til at tale sammen (en ikke helt færdigudviklet evne).

Dannelsen af *Homo sapiens*, det tænkende menneske, var sammenfaldende med de første kim til dannelse af kultur og opbygning af samfund med institutioner som





kunst og videnskab. Nu er en række videnskaber selv gået sammen i forsøget på at forstå den hjerne, der var en forudsætning for en så kreativ og kulturskabende art. Det er lidt af en opgave. Videnskaben er heroisk og vil forstå hele verden, fra *the big bang* til *the big brain*. Men videnskaben er også menneskelig og fejlbarlig. Den stiller sig opgaver, den kun kan håbe på at løse.

Når astrofysikere siger vi er børn af stjernestøv, kan hjerneforskere stemme i og vise, hvordan støvet som grundstoffer er organiseret i cellernes kemi, og hvordan hjernens celler vekselvirker. Mennesket er ikke skabt på forhånd men er produktet af en kosmisk udviklingsproces. Heller ikke videnskaben selv bør vi opfatte som noget på forhånd givet, også den er resultatet af en historisk udvikling.

### Blot en hypotese ...

Fra begyndelsen måtte den moderne videnskab leve indenfor de rammer for tilladte spørgsmål, som var dikteret af et religiøst middelalderligt samfund. Forskningen havde *hypotetisk* karakter, ikke blot fordi forskerne selv anså gisninger og eksperimentelle test af hypoteser for en god metode, men fordi kirken ikke accepterede, at *verdensbilledet*, og dermed forestillingen om mennesket og dets sjæl, blot skulle baseres på naturvidenskab. Den natur og den organisme, de nye videnskaber beskrev, var en affortryllet natur uden mirakler, og et afsjælet legeme uden ånd. At en guddommelig Skaber havde plads i verdensmaskinen, der styredes af præcise naturlove, blev for fysikerne en helt unødvendig hypotese. Sjælens plads i kroppen behøvede man heller ikke bekymre sig om, hvis man ville forklare biologien eller lave god medicin. Hvis kroppen både er sjæl og legeme, så var det legemet som organisme man ville trænge ind til, uanset om forskeren opfattede orga-

nismen som en simpel maskine eller, som det sker i dag, som et komplekst fysisk-bio-kemisk og genetisk system.

Først da kirkens position svækkedes kunne Kopernicus', Newtons og Darwins teorier vinde status af mere end hypoteser; de blev den moderne skabelsesberetning om verden og os selv. De fik næsten mytens funktion: At fortælle meningsfulde historier om de store spørgsmål. Men ligesom videnskaben aldrig helt erstattede religionen, men blot omdefinerede sine grænser

til den, forsvandt heller ikke myterne og historierne om alt det, videnskaben ikke forklarede. Det sprog, naturvidenskaben fra sin fødsel havde valgt som sit - et objektivt, præcist, eksplicit, teknisk, definerbart og ofte matematisk sprog - var ikke rigtig egnet til at beskrive hele verden, og slet ikke den følelsesmæssige verden af tanker, forestillinger, ideer, længsler og håb, som var videnskabens egen forudsætning. Her kunne litterære, filosofiske og kunstneriske hjerner udvikle andre myter og søge andre svar på de gåder, som den ny naturvidenskab efter renæssancen afstod fra at undersøge, og som handlede om meningen med det hele fra subjektets synspunkt, om hvad det hele er værd, om værdi og værdighed i et nok så gudsforladt univers.

### Organismen deles op

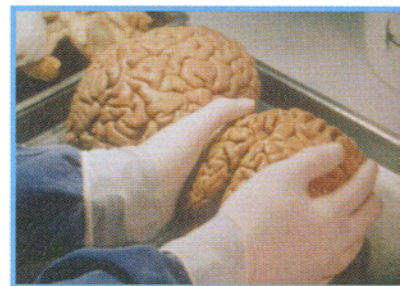
Det var som om verden spaltedes i det objektive og det subjektive. Kløften gik ned mellem naturvidenskaberne og de "humane" videnskaber om menneskenes trængsler, og det var humaniora, der tog sig af tankernes anatomi i åndelig forstand: Her lod man sig ikke metodisk binde af kravet om et eksakt språk, for ikke alle menneskelige forhold lader sig beskrive matematisk. I de humanistiske fag kunne man udarbejde teorier og diskutere hypoteser på en fuldt ud meningsfuld måde uden at kræve, at disse teorier skulle kunne testes ved et eksperiment.

Spaltningen mellem en teknisk-naturvidenskabelig kultur og de mere kulturhistorisk og sprogligt orienterede discipliner forbindes ofte med filosofen Descartes' *dualisme* mellem sjæl og legeme; sjælen som tilhørende den "tænkende substans" og legemet som hørende til den materielle "udstrakte substans" - to radikalt adskilte men begge virkelige dele af verden. Hyppigt latterliggøres Descartes' forsøg på at løse det problem, som enhver dualisme støder ind i: Hvordan dualitetens to dele er forbundet i en helhed. Descartes udpegede koglekirtlen som forbindelsens sted. Den sidder midt i hjernen, og lægerne kalder den *corpus pineale*. Descartes mente det var her sjælen påvirkede legemet, så sjælens tanke om en bevægelse kunne bringe kroppen til at bevæge sig. Man skal ikke være filosofisk skolet for at indse, at det ikke forklarer hvordan noget rent immaterielt (som Descartes' begreb om "en tænkende substans") skulle kunne påvirke noget rent fysisk (som den hånd, han bevæger sin pen med). Det var og forblev en gåde.

Gåden, *the mind-body problem* som englænderne siger (på dansk siger vi sjæl-legeme, på nudansk sind-krop), er uløst!

En strategi, som filosoffer ofte vælger, går ud på at sige, at selve spørgsmålet er forkert stillet, og at problemet må underkastes rationel analyse og formuleres helt om. Hvem siger f.eks. at tanker ikke kan være kropslige, eller at kroppen i sig selv skulle være afsjælet, blot mekanisk og ikke-psykisk (for ikke at sige af-sindig)? Kan selve kroppen måske ikke huske? Er følelser måske ikke noget både fysisk og psykisk?

En anden strategi går ud på at fremføre, at der nok skal en art vekselvirkningsteori til, bare ikke den Descartes selv foreslog. Det er jo oplagt at stoffet (f.eks. alkohol og lykkepiller) faktisk påvirker sindet - vi ved bare ikke præcis hvordan kemi og følelser hænger sammen. Det er ligeledes oplagt, at tankerne i mit hoved har indflydelse på de muskler jeg bevæger, når jeg taler og gestikulerer. Vekselvirkningen foregår mellem en tanke, som "i virkeligheden" er et komplekst fysisk-kemisk-biologisk (eller informationsmæssigt) fænomen, og så kroppens muskler, som jo ikke er mindre fysiske. En tredje gruppe tænkere siger, at vi slet ikke kan løse selve den metafysiske gåde: At der både er en stofflig verden udenfor mig og en verden i mig af tanker og følelser, og at disse fænomener hænger sammen i selve min livsverden. Forsøger man videnskabeligt at udforske spørgsmålet om sammenhængen, har man allerede bevæget sig væk fra selve den umiddelbare og forunderlige erfaring.





## Hjerne til hjerne

Naturvidenskaben går en anden vej, en vej som stilfærdigt antydes af Dola Bonfils i hendes videnskabssociologiske film *Tankens anatomi* om den nyeste hjerneforskning. Denne vej vil jeg for egen regning karakterisere som en blanding af pragmatisk ydmyghed og vildt overmod (som hele tiden tenderer imod et af disse to ekstremer): Den kan formuleres, næsten "som skrevet står", således: Endnu ser vi i et

spejl, i en gåde, vi erkender kun stykkevis og skridt-for-skridt, men en dag skal vi kende naturen af det hele, og denne dag er videnskaben fuldbragt. Lidt mere prosaisk: Ved hjælp af almindelige eksperimentelle metoder er det muligt gradvist at trænge ned i finere og finere detaljer af de mekanismer, der bestemmer hjernens funktion. Det vi beskriver, er altid kun *modeller*, men de kan afprøves, og ved stadig kun at beholde de bedste, nærmer vi os gradvist og langsomt en præcis forståelse af sammenhængen mellem krop og alt det psykiske. Ja måske vil vi en dag nå til den endelige neurobiologiske teori om os selv som bevidste væsener.

Som filmen viser, håber hjerneforskere at kunne forstå sammensatte tanker, men der er også de, der stadig skelner mellem tankernes (neurobiologiske) form og det (oplevede) indhold. Som altid blandt forskere varierer de metafysiske tolkninger af deres videnskab - der er plads til såvel megalomane optimister som puristiske pessimister - men de er enige om paradigmets grundtese: At vi skal ned i hjernen for at forstå tænkning og bevidsthed til bunds. I dag er scannings-teknologien et enestående redskab hertil:

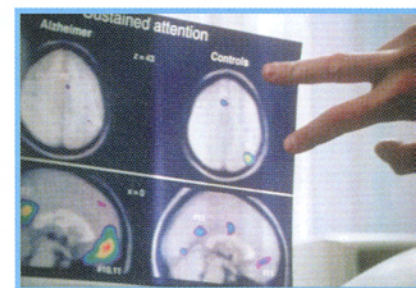
Man kan, uden at bruge dissektionskniven, på levende forsøgspersoner sammenholde 1) deres tanker (det, de rapporterer de tænker på, eller som hjerneforskeren i det mindste beder forsøgspersonen tænke); 2) deres ydre adfærd (i det omfang vi kan studere f.eks. simple bevægelser af øjets eller fingrenes muskler mens personen er fastspændt i scanneren); med 3) den observerbare adfærd af (et aspekt af) hjernen. Kan denne teknik forfines vilkårligt (hvad den ganske vist ikke kan men lad os antage det for argumentets skyld), er der ingen grænser for "finkornetheden" af vores statistisk baserede sammenknytning (korrelation) af psykologisk tænkning, motorik og biologisk hjerneaktivitet. Det vil rehabilitere Descartes, for skønt koglekirtlen var alt for lille til at danne bro mellem stof og ånd, vil hjerneforskningen (i samarbejde med neurobiologi og kognitionsforskning) bekræfte, at der *kan* laves teorier, som Descartes forestillede sig, om vekselvirkning mellem ting, der må beskrives ved brug af vidt forskellige terminologier, såsom psykologiens og biofysikkens.

Om den slags teorier så bedst lader sig forene med en metafysisk sind/krop-dualisme, eller en ren materialisme eller noget helt tredje, kan ikke afgøres rent empirisk, ud fra de data teorierne omtaler. Det er et filosofisk spørgsmål, og selv ikke hjerneforskere afholder sig fra at filosofere.

## Teknologidrevet forskning

Desuden viser denne forskning, og filmen om den, at billeddannelse er essentiel i tværfaglig naturvidenskab. De indsamlede data fra hjernescannerne skaber på en måde nye objekter. De farvede billeder viser som "blobs" hvilke områder i hjernen som er aktive eller inaktive. De kan kortlægges, og billederne skaber et nyt medium for kommunikation mellem læger, computerforskere, fysikere, statistikere og omverden. Scannerne skaber store mængder af data, "facts", men facts er aldrig rene kendsgerninger. De skal behandles statistisk og fortolkes, og der er mange fejlkilder involveret i de enkelte dele af den billeddannende proces, ikke blot i den lidet synlige, statistiske håndtering af data. Ingen enkelt forsker mestrer alle de teknikker, teorier og de mange stumper af almindelig praktisk viden, der skal til for at realisere et sådant forskningsprojekt.

I den aktuelle første fase er denne gren af hjerneforskningen teknologidrevet snarere end teori-drevet: Det er som at få et nyt værktøj i hænde der skal bruges, før man finder ud af hvad det kan og hvad det ikke kan. Man kortlægger så meget som muligt af det, scanningsteknikken tillader. Men den er ikke noget simpelt værktøj, snarere involverer den et helt socialt system af teknologi og ekspertise. Filmene handler således ikke blot om tilfældig ny viden fra forskningens front, men om selve den forskning, der producerer ny viden i et bestemt socialt klima, hvor der udfolder sig et helt særligt samspil - dels mellem forskere af forskellig baggrund, og dels mellem forskerne og de vidt forskellige "genstande" forskningen inddrager, som f.eks. scannere, hjerner, computere, data-repræsentationer, neurale netværk, patienter.



## Hjernebilledets metafysik

Det er i den forstand filmen *Tankens anatomi* handler om et bestemt aspekt af forskningens sociologi, nemlig dér, hvor drivkraften, den metafysiske nysgerrighed - overfor de dybeste lag af verden og os selv - næres af det enorme "kick" det giver forskerne at kunne se ind bag skallen på et levende bevidst væsen, og så at sige affotografere det som tolkes som direkte spor af denne bevidsthed. De farvede "blobs" af aktivitet på scanningsbillederne, som kan vendes og drejes i tre dimensioner på computerskærmene, får pludselig deres egen eksistens. Det metafysiske bliver synligt. Man føler i et kort øjeblik at man næsten kan "røre" ved sine tanker! Tankerne som objekter bliver underlig nærværende; og samtidig er de fremmede ting udenfor kroppen, og genstand for andres direkte iagttagelse. Selvom det klart nok er en illusion, at disse blobs på skærmen virkelig også i indholdsmæssig forstand udtrykker *min* tanke (min erindring om noget konkret, mit ønske, osv.), og selvom illusionen let brydes, afdækker filmen billedernes store magt over vores forestillinger om hvem eller hvad vi er. Det ligner ikke noget vi tidligere har set - end ikke psykoanalysens og sprogfilosofiens opgør med ideen om bevidsthed.



dens gennemsigthed for sig selv. Forskerne er på én gang nøgterne og vildt fascinerede. Men samtidig aner man, at for hvert nyt hjerneområde der kortlægges, rejser sig en rigdom af mere detaljerede spørgsmål, som det måske vil kræve helt andre teknikker og begreber at besvare.

Lidt omtanke viser også, hvor vanskeligt et projekt det er, man står overfor - noget der også indrømmes af de involverede forskere selv, midt i al begejstringen over teknologien: Vi ved ganske vist allerede meget om hvordan 2 nerveceller sender 1 signal fra den ene celle til den anden. Dette er mikroniveauet, det fysiologiske og biokemiske. Vi ved uhyre lidt om hvordan hjernens ca. 100 milliarder nerveceller vekselvirker, når vi tænker på frihed, lighed og venskab, eller bare på brød og skuespil. Her står forskningen overfor et metodisk problem, der i eminent grad er semiotisk (semiotik er læren om tegn), da det handler om at tyde tegn (målte data) på andre tegn (spor af blodgennemstrømning som indicium for aktivitet af nerveceller) som tegn på igen andre tegn (nemlig tanker selv). Det er således en lang kæde af slutninger med mange detaljerede antagelser som skal stemme, hvis det skal bidrage til en dybere teori om hukommelse, sprogbehandling, begrebsdannelse, opmærksomhed, bevidsthed osv.

### Det indres kvalitet

En af de hårdeste gåder, dualismen udfordrer hjerneforskerne med, er spørgsmålet om selve oplevelsens kvalitet - hvorfor skal dette, at mine sanseceller på tungen stimuleres af nogle bestemte (duft)molekyler, som igen får bestemte nerve-

celler i hjernen til at aktiveres, hvorfor skal dette lige netop opleves som smagen af blåbær med fløde og sukker? Eller hvorfor skal lys af en bestemt bølgelængde (lad os sige 460 nanometer) opleves som netop farven blå, og ikke rød eller gul (eller som smagen af noget surt for den sags skyld). En ting er nemlig, at vi som en slags organiske komplekse maskiner (hvis vi nu antager at vi er dét) kan lave sondringer i f.eks. et farvet rum og tilordne de enkelte input til vores system forskellige

funktionelle værdier - kald det farver. Men hvorfor skulle vi opleve noget herved? Hvad vil det sige? Hvis vi bygger en kunstig robot med "farvesyn", lad os sige efter samme beregningsmæssige principper som det visuelle system i hjernens cortex, - denne robot vil måske kunne sondre mellem forskellige farver, vi kan få den til at udpege de rigtige farveord for det den "ser" - men vil den opleve noget ved det? Hvad vil det sige?

Spørgsmålet er stillet forkert, vil nogen indvende, det er meningsløst! Eller: Den ville opleve, men ikke som os (men hvordan kan man vide det?). Eller: Med en fremtidig totalteori for tænkning, bevidsthed og hjerne vil man kunne besvare spørgsmålet - ikke før. Jeg skal overlade læseren selv at gå videre med det, som de fleste af os heldigvis kan, uanset hvordan hjernen end skal forklares: Lave tankeeksperimenter! For herved lærer vi også noget om vor tænknings anatomi,

omend på et højere plan. Filmen *Tankens anatomi* viser tilmed, at man igennem et medium som filmens kan forstå hvordan andre tænker - nemlig hvordan hjerneforskere tænker - helt uden brug af scannere!

### Tankens anatomi

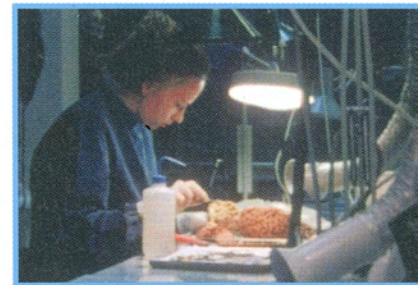
Tankens anatomi kan vi kun kortlægge indirekte, men ved at se på videnskaber som logik, matematik og lingvistik - eller litteraturvidenskab, psykologi og sociologi - kan vi vinde indsigt i tænkningens hus, der kan vise sig at være lige så uendeligt som et babelsk bibliotek i en af Borges noveller. Hjernens anatomi er det, den nye hjerneforskning stille og roligt arbejder på at få kortlagt, med eller uden skalpel. Kun ved at kombinere de mange metoder får vi en vis fornemmelse for den komplekse arkitektur, der fælles tilhører vore følelser, tanker og ønsker.

Videnskab er en værktøjskasse med vidt forskellige stykker værktøj, der alle har bestemte styrker og svagheder. Det næste århundredes hjerner vil ikke blot være smarte og kloge, de vil også, kan man håbe, efterstræbe indsigt i de enkelte tanke- og vidensformers bestemte og begrænsede karakter. Der er nødvendigt for at komme på sporet af ikke bare hjernens anatomi, men også tankens arkitektur og sindets symfoni.

Der findes mange teorier om hjernen og mange teorier om videnskab, men for ingen af delene kan vi gøre os håb om den endelige teori (a la fysikkens drømme om "teorien om alt"), for både hjernen og videnskaben er hyperkomplekse fænomener. Filmen *Tankens anatomi* gør det kup at vise os begge dele, uden at det siges direkte eller overlæsses med fagterminologi, og uden løftede pegefingre. Mennesket er smart, javist, og vi véd en del, men paradoksalt nok vokser uvidenheden lige så stærkt. Det giver ikke nødvendigvis grund til pessimisme, for selv grænserne for vores viden kan erkendes. Filmen mere end antyder, at disse grænser er dynamiske. Og tænker vi efter, mens tonerne i filmen fra Thomas Clausens musik endnu klinger, kender vi til langt flere slags tanker end de, der lader sig udtrykke i ord. For selv hjertet tænker vi med.

### af Claus Emmeche

Claus Emmeche er biolog, lic.scient., og leder af Center for Naturfilosofi og Videnskabsstudier ved Det naturvidenskabelige Fakultet, Københavns Universitet, forsker i biologiens videnskabsteori.





## CREDITS

|                           |                               |
|---------------------------|-------------------------------|
| Instruktion og manuskript | <b>DOLA BONFILS</b>           |
| Producer                  | <b>LISE LENSE-MØLLER</b>      |
| Fotograf                  | <b>BJÖRN BLIXT</b>            |
| Klipper                   | <b>NIELS PAGH ANDERSEN</b>    |
| Tonemester                | <b>HENRIK GARNOV</b>          |
| Musik                     | <b>THOMAS CLAUSEN</b>         |
| Produktionsleder          | <b>MONICA STEENBERG</b>       |
| Indtaling                 | <b>DOLA BONFILS</b>           |
| Belyser                   | <b>EMIL SPARRE-ULRICH</b>     |
| B-fotograf                | <b>JOHN FRIMANN RASMUSSEN</b> |
| Stills                    | <b>CHRISTINA VOIGT</b>        |
| Postproduktionsledelse    | <b>HENRIK VEILEBORG</b>       |
| Postproduktion            | <b>DET DANSKE FILMSTUDIE</b>  |

## Medvirkende

### LARS FRIBERG

overlæge, PET-enhed, Rigshospitalet

### OLAF B. PAULSON

professor dr. med., Neurobiologisk Forskningsenhed, Rigshospitalet

### ALBERT GJEDDE

professor dr. med., Aarhus PET Center

### IAN LAW

læge Ph. D., Neurobiologisk Forskningsenhed, Rigshospitalet

### KIM RUNE

neuropsykolog

### MORTEN MØLLER

professor dr. med., Panum, Medicinsk Anatomisk Institut

### BENNY LAUTRUP

lektor i teoretisk fysik, Niels Bohr Institutet

### PETER LUND MADSEN

læge dr. med., Neurobiologisk Forskningsenhed, Rigshospitalet

### LARS KAI HANSEN

fysiker, Institut for Matematisk Modellering, Danmarks Tekniske Universitet

### FINN ÅRUP NIELSEN

ingeniør, Institut for Matematisk Modellering, Danmarks Tekniske Universitet

### HENRIK LARSSON

1. reservelæge, dr. med., Dansk Videncenter for Magnetisk Resonans, Hvidovre Hospital

### ELLEN GARDE

læge, Dansk Videncenter for Magnetisk Resonans, Hvidovre Hospital

### GUNHILD WALDEMAR

afdelingslæge, dr. med., Hukommelses- og Demensklivnikken, Rigshospitalet

### PETER BRUHN

neuropsykolog, Rigshospitalet

### CHRISTIAN GERLACH

neuropsykolog

### PETER JOHANNSEN

læge

### RALF HEMMINGSEN

professor dr. med., Psykiatrisk afd., Bispebjerg Hospital

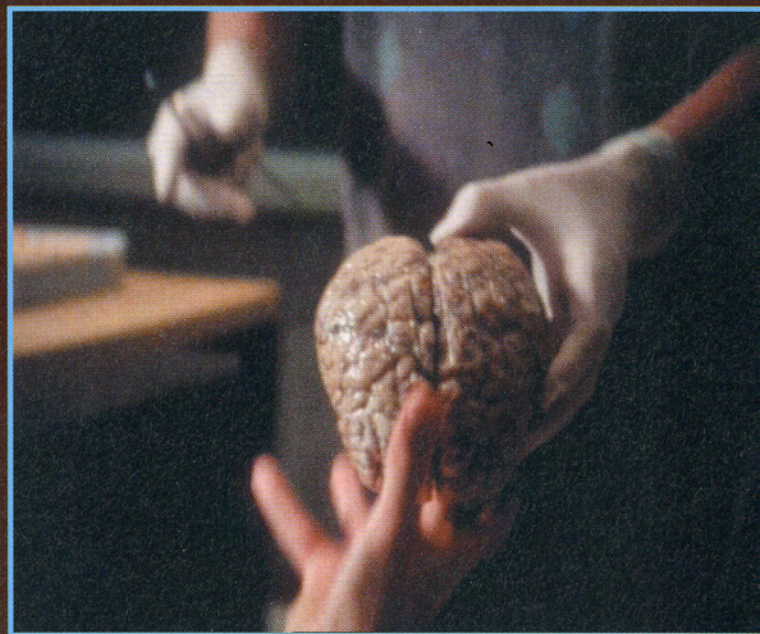
### TROELS KJÆR

læge, Ph. D., John F. Kennedy Institutet

### BENJAMIN LIBET

prof. neurofysiologi, San Francisco

I filmen indgår klip fra Kim Ernests program "Videnskaben eller Gud"



Produceret med støtte fra

**FORSIKRINGSSKABERNE**

**SOCIALMINISTERIET**

**GANGSTEDFONDEN**

**SYGEKASSERNES HELSEFOND**

**B. HENRIKSENS FOND - HJERNEÅRET 1997**

Produceret af

**MAGIC HOUR FILMS**

i co-produktion med

**DET DANSKE FILMINSTITUT/Kort- & dokumentarfilm**

og **DANMARKS RADIO, TV-Fakta**

Distribution

**DET DANSKE FILMINSTITUT/Kort- & dokumentarfilm**

**MAGIC HOUR FILMS Aps © 1997**

Dette hæfte er udgivet af Det Danske Filminstitut/Kort- & Dokumentarfilm  
(tidligere Statens Filmcentral), november 1997

ISBN 87-87195-36-4



DET DANSKE FILMINSTITUT / Kort- & Dokumentarfilm (tidligere Statens Filmcentral)  
Vognmagergade 10, 3. sal 1120 København K Telefon 33 74 35 00 Fax 33 74 35 65  
Mejlgade 55 8000 Århus C Telefon 87 31 77 77 Fax 86 13 29 06

