

DET KONGELIGE DANSKE VIDENSKABERNES SELSKABS PJECE SERIE

GRUNDVIDENSKABEN I DAG

16



I. K. MOUSTGAARD
PSYKOLOGIEN
SOM EKSPERIMENTALVIDENSKAB

belyst ved undersøgelser over vor rumopfattelse

UDGIVET AF FOLKEUNIVERSITETET I KØBENHAVN

1979

Redaktion:

professor, dr. phil. MOGENS BLEGVAD
administrator, dr. phil. ERIK DAL
professor H. HØJGAARD JENSEN

IB KRISTIAN MOUSTGAARD er født 1926. Han tog lærereksamen i 1947 og virkede i en årrække som kommunelærer og seminarielærer, men studerede ved siden af psykologi ved Københavns Universitet. 1961 tog han magisterkonferens i dette fag og 1969 blev han dr. phil. på en afhandling om autokinese. Fra han blev magister har han været knyttet til Københavns Universitets psykologiske laboratorium, fra 1972 som professor. Moustgaard har navnlig arbejdet med perceptionspsykologien og har sammen med den finske psykolog Kai v. Fieandt i 1977 publiceret »The Perceptual World« – en omfattende håndbog, der betegner en milepæl på området. Han er formand for Selskabet for Filosofi og Psykologi og siden foråret 1979 medlem af Videnskabernes Selskab.

*Hæfte 16-20 udgives med støtte fra
Carlsbergs Mindelegat for Brygger J. C. Jacobsen.*

Forlag:

Folkeuniversitetet i København
Købmagergade 52
1150 København K

I. K. Moustgaard
PSYKOLOGIEN
SOM EKSPERIMENTALVIDENSKAB

belyst ved undersøgelser over vor rumopfattelse

Øjet er legemets lys; hvis derfor dit øje er sundt, er hele dit legeme i lys; men hvis dit øje er sygt, er hele dit legeme i mørke. Hvis nu det lys, der er i dig, er mørke, hvor stort bliver så ikke mørket.

Mattæus 6, 22-24.

I. Eksperimentet i psykologisk forskning

1. Historisk strejftog

Da den nyere eksperimentelle psykologi tog sin begyndelse omkring midten af forrige århundrede, byggede den i virkeligheden på en meget lang tradition for at benytte eksperimentet til belysning af psykologiske problemer.

Skulle dette summariske udsagn gøres til mere end en påstand, ville vi blive ført ad interessante men komplicerede og lange veje i videnskabshistorien. Vi må derfor nøjes med her at skitsere den sandsynlige udviklingslinie fra den klassiske astronomis observationsmetoder og til eksperimentelle undersøgelser på det område af psykologien, hvorfra jeg har valgt at hente mine eksempler, nemlig studiet af menneskers rumopfattelse ved synets hjælp.

Det er ganske forståeligt, at astronomer/astrologer i løbet af det lange spænd af år, hvor observationer af himmelske hændelser måtte bygge direkte på det menneskelige syn, ofte blev ført til at forske i selve synsapparatets funktionsmåde. Interesserer man sig for den eksperimentelle psykologis tidligste historie, er de klassiske astronomers skrifter derfor rige kilder. Vi skal senere hente et par eksempler herfra under omtalen af studiet af synet.

Den nyere eksperimentopsykologis gæld til astronomien ses sikkert klarest deraf, at den via generationer af forskere har overtaget den klassiske astronomis opfattelse af »eksperimentets« væsen.

Eksperimenter i egentlig forstand, hvor forskeren – ihvertfald som et ideal – har fuld kontrol over de sæt af betingelser, som frembringer det studerede fæno-

men, er naturligvis ikke mulige i den observerende astronomi: Astronomen har så at sige været dømt til tålmodig afventen af de himmelske begivenheders gang. Undersøgelsernes kerne har derfor altid været at konstatere sammenfald af hændelser – eksempelvis urets viserstilling ved en stjernes passage af registreringstråden i mediankredsen o.l.

De nyeste undersøgelser af en række skrifter forfattede af den islamiske forsker *Ibn-al-Haitham* (965–1039) er i denne henseende meget interessante, fordi de synes at vise, at man på dette udviklingstrin endnu ikke rådede over nogen betegnelse svarende til det senere latinske ord *experimentum*. Det ord, der benyttes om undersøgelser, bl. a. på synets område, og som tidligere noget misvisende er blevet oversat med eksperiment, nemlig *ictibar*, betyder snarere forsøg på at påvise en bestemt sammenhæng (interaktion, korrelation o.l.) mellem hændelser og ting og med tydelig reference til astronomiens klassiske observationer.

Selvom formodningen er dristig, er det på basis af vor nuværende historiske viden rimeligt at antage, at nævnte opfattelse af observationens inderste væsen er blevet videreført helt til vor tid. Sikkert er det, at en version af denne opfattelse må ligge bag den karakteristisk af psyko-fysikken, som den store fornyer af eksperimentalpsykologien i forrige århundrede *G. Fechner* giver i sit banebrydende værk: »Psykofysikkens elementer« fra 1860:

»Psykofysik skal her forstås som en eksakt teori om de funktionelle relationer mellem legeme og sjæl eller – mere generelt – mellem det materielle og det psykiske, den fysiske og den psykologiske verden«.

Som man vil se, afspejler citatet også en anden indflydelse nemlig påvirkningen fra den tankegang, at alt eksisterende kan opdeles i to væsensforskellige substanser – den sjælelige og den legemlige.

Som det vil være kendt, havde matematikeren og filosofen *R. Descartes* (1596–1650) bidraget stærkt til at betone de to substansers fundamentalt forskellige natur, og han karakteriserede »sjælesubstansen« ved udtrykket *res cogitans* (c: tænkende ting) og den materielle substans som *res extensa* (c: udstrakt ting). Vi skal undlade at dvæle ved de erkendelsesmæssige vanskeligheder, som bl. a. Descartes blev ført ud i, når han skulle redegøre for, hvorledes disse substanser – sjælen og legemet – dog kunne vekselvirke, for hverken han eller de senere psyko-fysikere lod sig af disse problemer afskrække fra at udføre udmærkede eksperimenter over selvsamme interaktion. Vi skal således senere vende tilbage til et af Descartes' fortrinlige eksperimenter over synets virkemåde.

Som navnet antyder, bestod det klassiske psyko-fysiske eksperiment i sin

grundstruktur af observationer af samspillet mellem fysiske variable og tilsvarende oplevede variationer. Som eksempel kan tjene en situation, hvor en vægt af en vis størrelse anbringes på en forsøgspersons håndflade. Vægten forøges nu med en vis værdi, idet der drages omsorg for, at alle øvrige påvirkningsvariable holdes konstante. Forsøgspersonen skal nu interessere sig for og rapportere, hvorvidt hun oplever en tyngdeforskel eller ej.

Vi skal ikke dvæle ved psykofysikkens udvikling men blot som eksempel på, hvad Fechner kunne mene med eksakte udtryk for relationen mellem det psykiske og det fysiske, omtale hans *psykofysiske lov*.

Ved at bygge videre på et stort forsøgsmateriale skabt af sansefysiologen *E. H. Weber* i ovennævnte og lignende situationer kunne Fechner vise, at den *oplevede* påvirkning ikke voksede som den *fysiske* påvirkning, men kun i takt med logaritmen til denne størrelse. Fechners psykofysiske lov kan formuleres således: $O = k \cdot \log P + c$. Her betyder O den oplevede påvirkning, P den fysiske påvirkning, og k og c er konstanter uden teoretisk interesse i denne forbindelse

Foruden p. gr. a. de faktiske resultater, der er blevet opnået af de klassiske psykofysikere og deres arvtagere, og som i det store og hele står uanfægtede den dag i dag, har det psyko-fysiske eksperiment med dets trygge overskuelighed haft stor betydning for udviklingen af den moderne eksperimentalpsykologi ved at stå som et tilstræbelsesværdigt ideal. Store anstrengelser og megen snilde er lagt for dagen for at udvide den psykofysiske angrebsmåde til langt mere komplicerede områder af bevidsthedslivet end perceptionen af enkeltstående påvirkninger, og man må erkende, at bestræbelserne i vid udstrækning er lykkedes. Allerede Fechner udførte således fortrinlige undersøgelser på æstetikens område til inspiration for bl. a. *A. Lehmann*,* som i 1884 blev doktor ved Københavns Universitet på en afhandling om »Farvernes elementære Æstetik«.

Vi kan ikke forfølge denne udvikling her, men må nøjes med at konstatere, at større og større områder af bevidsthedslivet er blevet inddraget under eksperimentalpsykologiens domæne. Dette er ikke altid gået stille af. Mange har følt det som en alvorlig provokation, når forskere – som det har været udtrykt – tramper ind på sjælelivets områder under anvendelsen af deres grove og fordrejende metoder. Det kan for en nutidig betragtning være vanskeligt at forstå en sådan ideologisk eller endog religiøst begrundet modstand, som eksempelvis *H. Ebbinghaus* mødte, da han tog fat på sine banebrydende eksperimentelle undersøgelser af hukommelsens nærmere natur (i 1880'erne); men i vore dage har man oplevet eksempler på lignende modstand blot på andre områder.

Videnskabens udvikling lader sig dog sjældent bremse af en sådan modstand og sådanne forbud, for, som *E. Rubin* – Lehmanns efterfølger som professor i psykologi ved Københavns Universitet – engang udtrykte sig: »I videnskaben finder vi os ikke i paver«!

Når tidligere epokers store optimisme m. h. t. rækkevidden af eksperimentet i psykologien er taget stærkt af i vor tid, skyldes det altså ikke den mere ideologisk prægede modstand mod metoden men snarere, at man tvunget af selve eksperimentalspsykologiens egne resultater har måttet erkende afgørende metodiske problemer, der er forbundet med den eksperimentelle angrebsmåde. Det er derfor naturligt nu at rette opmærksomheden imod de vigtigste af disse vanskeligheder. Dette kan ske ved, at vi ser lidt nærmere på en konkret situation, som mange vil kende af egen erfaring: Besøget hos optikeren for at få nye briller.

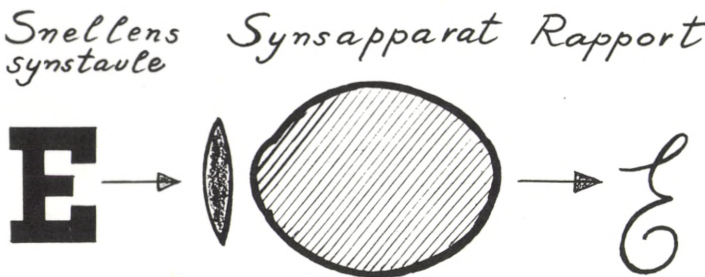


Fig. 1. Synsprøven hos optikeren i skematisk fremstilling.

2. Den eksperimentelle metodes vigtigste vanskeligheder i psykologien

Trods raffinementer af forskellig art genkender man her let hovedstrukturen fra det psyko-fysiske eksperiment: Der foretages en veldefineret variation af påvirkningen, og forsøgspersonen (patienten) afgiver i en eller anden form en rapport om eventuelle variationer af de tilsvarende oplevelser.

I praksis vil varianter af denne metode være fuldt tilstrækkelig til, at optikeren kan foretage nødvendige korrektioner og eksempelvis finde frem til den passende styrke af et par læsebriller.

Nøjere betragtet rummer hvert af metodens led dog store metodiske problemer, som vil tage til i betydning, når vi fjerner os fra sådanne ret overskuelige situationer og nærmer os mere komplicerede forhold. Her vil det kun i sjældneste tilfælde være muligt med sikkerhed at foretage de eksperimentelle variationer veldefinerede i den betydning, at man 1) har fuld kontrol over, hvilken/hvilke af

den forvirrende mangfoldighed af betydende betingelser der varieres, og hvilken/hvilke der holdes konstant, og 2) besidder passende målemetoder, som egner sig til registrering og kvantificering af pågældende variabel/variable.

Disse problemer er, som det ses, ikke særegne for psykologien, men de er ofte mere tyngende her, fordi betingelsesfeltet for det studerede fænomen hyppigt ændrer sig under – eventuelt på grund af – selve undersøgelsen. Dertil kommer omtalte målemetoder, som ofte fremtræder som ret uudviklede sammenholdt med f. eks. fysikkens.

De for den eksperimentelle psykologi *særegne metodeproblemer* knytter sig dog i det væsentlige til følgende: for det første, at påvirkningssituationen må betragtes som en helhed, hvoraf delene ikke kan opfattes som uafhængige elementer, og for det andet, at omtalte rapport om forsøgspersonens oplevelser er *et nødvendigt led* i metoden og ikke lader sig omgå på nogen måde, selvom det ofte har vist sig formålstjenligt at anvende, hvad man kunne kalde indirekte rapporter. Således lader man i vor modelsituation patienten foretage en skelneprøve, som indirekte vil kunne afsløre, hvorvidt ændring af linsens styrke har bevirket en større oplevet klarhed eller ej.

Det vil ikke være muligt inden for de givne rammer at diskutere og belyse disse problemer indgående. Jeg har i stedet valgt at analysere nogle eksempler fra udforskningen af vor rumopfattelse via synet. Eksemplerne er valgt, så de efter min opfattelse bedst belyser såvel omtalte metodiske vanskelighed som de muligheder, den eksperimentelle angrebsmåde trods alt har selv på så komplekst et forskningsfelt.

II. Studiet af vor rumopfattelse

Som nævnt har man til alle tider interesseret sig for vor rumopfattelse.

Det indledende citat fra Bjergprædikenen kan tjene som et enkelt eksempel herpå, og – interessant nok – på en opfattelse, som tænker sig synet komme i stand ved hjælp af »lys«, som kommer inde fra og som »belyser« verden og vort legeme i verden.

Før jeg går videre med nogle få historiske eksempler, vil jeg dog gerne skitsere en iagttagelse fra mine tidlige drengeår:

Jeg havde en solskinsdag som så ofte før søgt tilflugt i brændehuset, hvor jeg kendte så mange lokkende smuthuller. Når døren var lukket, henlå rummet i om-

trentligt mørke, og den dag traf det sig så heldigt, at lyset faldt skarpt ind gennem nøglehullet, og fra min plads ude til siden for døren så jeg lysstrålen tegne sig i luftens støvgran, og jeg så den lysplet, den kastede på en papkasse, ganske tydeligt.

Jeg mindes, at det var farverne i lyspletten, der fik mig til at undersøge den nøjere – og stor var min forbavselse, da jeg opdagede, at pletten var det nydeligste lille billede af vort store gråpæretræ og dets nærmeste omgivelser.

Der gik nogen tid, før næste overraskelse kom: *Pæretræet stod på hovedet*. Det var som om hyggen i brændehuset nu blev blandet om med en vis usikker uro, og der gik flere dage, før jeg havde lyst til at eksperimentere med sagen og fortælle mine søskende og min far om min »hemmelighed«.

1. Det »omvendte« nethindebillede

For at forklare mig sammenhængen har far sikkert taget mig med ind i skolestuen (scenen var en landsbyskole) og tegnet denne skitse på den sorte tavle:

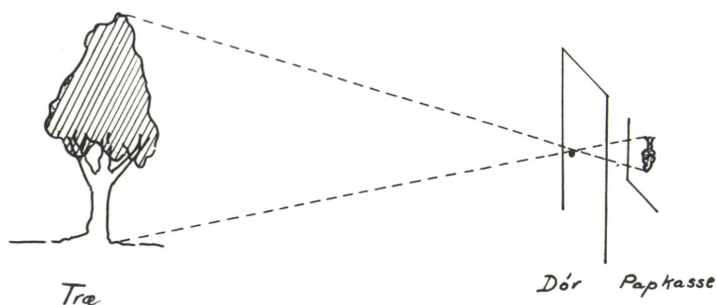


Fig. 2. Hulbilled-dannelse.

I forbindelse med sin forklaring har far nok også omtalt, at vore øjne virker på samme måde, når de »danner billede«.

Jeg mindes ikke mere, hvor meget jeg egentlig talte forstod af sammenhængen, for jeg *vidste* jo, at jeg altid *så* pæretræet med toppen opad, og at det var noget ganske andet at se det rigtige træ – det man kunne klatre i og plukke pærer i – end at se det lille billede på papkassens side.

Ibn-al-Haitham kendte efter al sandsynlighed også principperne for hulbilled-dannelsen, men denne viden virkede snarere hæmmende for hans forståelse af øjets funktion, for han kunne ikke forestille sig, at synet kunne fungere via et omvendt billede. Han opfattede øjelinsen som øjets lysfølsomme del, hvor bille-

der af omverdenens genstande blev præget og »sendt videre op« mod den perci-perende person. Kun stråler, som faldt vinkelret ind på lensens forflade og derfor ikke blev »svækkede« af en brydning, deltog i billedannelsen, og Ibn-al-Haitham var overbevist om, at strålegangen forløb således, at der ikke fandt nogen krydsning af stråler sted. De to oprette billeder fra hver sit øje blev forenede til ét billede i synsnervernes krydsningssted.

Denne opfattelse blev stort set overtaget uændret af renaissancens forskere, og først *Leonardo da Vinci* sammenlignede øjet med et camera obscura – en lystæt kasse med et lille hul i forsiden, der danner omvendte billeder af omverdenen på bagvæggen (ca. 1520).

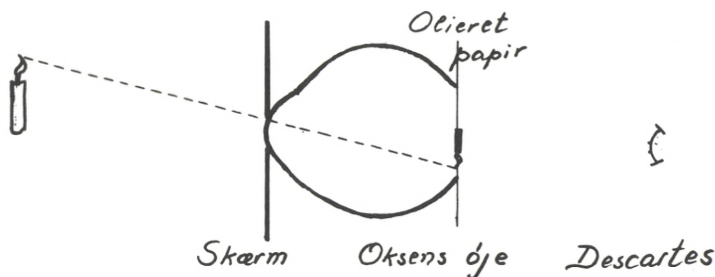
Selvom glaslinser og deres billeddannende funktion var kendt, mente man helt frem til begyndelsen af 1600-tallet, at krystallinsen tjente som »skærm« for det dannede billede. Man havde endnu ikke kunnet erkende denne »geleklump« som en linse.

Det gjorde derimod astronomen *J. Kepler*, og han redegjorde for sine opdagelser i et optisk værk som udkom 1604. Camera-obscura-analogien blev her gennemgået i enkeltheder, og det blev konkluderet, at ikke linsen, men nethinden måtte være øjets lysfølsomme del. Han beskrev tillige, at billedet på nethinden måtte være omvendt i forhold til originalen. Hvorledes vi, dette til trods, kunne se genstandene oprette, forblev en gåde. Øjets skarphedsindstilling formodede Kepler fejlagtigt skete ved ændring af lensens afstand fra nethinden.

Senere satte *Descartes* hele sin prestige i videnskabelige kredse bag denne analogi ved sin gennemgang af den i værket »La dioptrique« (1637) (»Brydningslæren«), og hvad mere var, han betonedede analogiens mest vildledende tanke, nemlig den, at »nethindebilledet« kunne ses under passende omstændigheder af en anden iagttager. Dette skete ved, at han lod gennemføre følgende instruktive forsøg:

Et øjeæble fra en nyslagtet okse blev anbragt bag et afpasset hul i en skærm,

Fig. 3. *Descartes'*
forsøg.



efter at øjets bagvæg var blevet fjernet og erstattet med et stykke olieret papir – og ganske rigtigt, man kunne bekvemt stå bag øjet og se »oksens« nethindebillede på papiret anbragt på nethindens plads.

Der kan næppe være tvivl om, at denne overskuelige opfattelse af øjets funktionsmåde i de følgende århundreder bidrog til vigtige fremskridt i forståelsen af en lang række delprocesser såsom akkomodationsmekanismen (øjelinsernes indstilling), visse aspekter af de to øjnes samvirken i dybdesynet, betydningen af graden af synsaksernes konvergens o.l.

Når man trods dette må kalde camera-obscura-analogien og den senere på populære analogi til fotografiapparatet for falsk og vildledende, skyldes det, at den for generationer af forskere og den dag idag har fristet til at opfatte perceptionen i sin helhed, som kunne den forstås som sansemæssige processer efterfulgt af overvejelser og slutninger hos en iagttager, nr. 2, i vedkommende person.

Man har så at sige i sine psykologiske forklaringer puttet en »lille mand« – »homunculus« – ind i hovedet på den, hvis funktioner skulle forklares, og opfattelsen har da også spøgende været kaldt »homunculusmodellen«.

Når det i denne fremstilling har været nødvendigt at gøre forholdsmæssigt meget ud af redegørelsen for den historiske baggrund både i henseende til teoriernes faglige indhold og de anvendte metoder, skyldes det, at den nutidige udvikling skal ses som 1) et stadigt tilbagetog fra naive homunculusmodeller i psykologien, 2) udtryk for en voksende erkendelse af, at menneskers psykologiske funktioner er afhængige af så mangfoldige og komplekse betingelsesfelter, at de kun i de allerenkleste tilfælde lader sig overskue med vor nuværende viden. Heraf følger, at idealeksperimentet (jævnfør s. 5) hvor én og kun én blandt en kendt mængde af betydende variable manipuleres veldefineret, ikke lader sig praktisere. Man må derfor lade sig nøje med påvisninger af samvariationer helt svarende til den klassiske opfattelse af eksperimentets væsen, og eksperimentelle resultater kan ikke danne sikker basis for teorier om årsagssammenhænge mellem betydende variable og de studerede virkninger af deres variation.

Vender vi os nu igen mod problemet om det såkaldte »omvendte nethindebillede«, har man altså i tidens løb spurgt: hvordan kan »sjælen«, »sensoriet«, »hjernen«, »centralnervesystemet« – eller hvad man nu har kaldt sin homunculus – dog finde ud af at se verden opret, når nethindebilledet står på hovedet?

Der har været budt på mange »forklaringer« på dette problem – ofte ganske interessante og fantasifulde. Jeg mindes fra biologiundervisningen i min skoletid

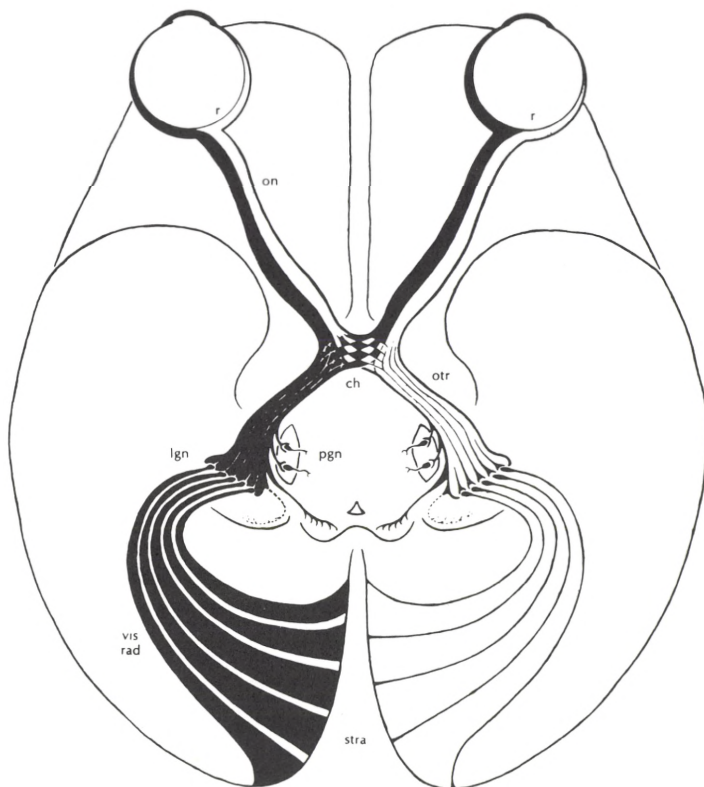


Fig. 4. Forløbet af synsnervens tråde i skematisk fremstilling fra nethinderne til storhjernen. ch : chiasma.

en sådan forklaring, som gjorde et vist indtryk på mig. Den forklarede tingene på den måde, at nok var nethindebilledet omvendt, men til gengæld krydsede synsnervens tråde hverandre på en sådan måde i synsnervekrydset (chiasma, se fig. 4), at billedet blev præsenteret i hjernen på den rigtige måde.

Jeg skal ikke trætte med flere eksempler på snedige »forklaringer«, for en nøjere betragtning vil afsløre problemet som et skinproblem, som alene er opstået p. gr. a. den vildledende homunculus-opfattelse. »Op« og »ned« såvel som »højre« og »venstre« har naturligvis kun mening, såfremt nethindebilledet anskues i relation til en eller anden referenceramme (genstandsverdenen, det geografiske felt etc.), men ingen vil vel hævde, at »sjælen« »ser« omverdenen, nethinden og nethindebilledet samtidigt.

Så velindarbejdet har denne opfattelse imidlertid været, og så naturligt er ho-

munculusmodellen forekommet de fleste forskere til idag, at en række eksperimentelle resultater, som klart taler imod den, er forblevet overset af mange.

Vi skal fremstille og analysere et par eksperimenter inden for denne problemkreds, nemlig et klassisk eksperiment udført før århundredskiftet og helt moderne undersøgelser, som i forskellige versioner stadigvæk pågår.

G. M. Stratton fastgjorde foran sit højre øje et linsesystem, som »vendte billedet af omverden om« både med hensyn til dimensionen op-ned og højre-venstre. Venstre øje blev dækket med en klap, som ikke forhindrede øjeæblets frie bevægelighed. Om natten blev begge øjne tildækkede. Stratton bar nu dette arrangement i 8 dage (nærmere bestemt i 87 timer) og førte omhyggelige rapporter til protokols om de oplevede ændringer, det medførte.

Den første dag var alting naturligvis forvirret og »vendt på hovedet«. Ting til højre blev grebet efter til venstre, og genstande, som lå på gulvet, rakte Stratton efter mod loftet og så fremdeles.

Denne forvirring tog dog gradvis af, og imod slutningen af 3. dag var kun lidt tilbage af konflikten mellem syn og handling.

Ottendedagen var forvirringen så godt som forsvundet. Stratton kunne nu igen række efter tingene korrekt, og hvad mere var, genstandene fremtrådte også efterhånden fuldt normale. Der blev dog stadigvæk ved at forekomme tilfælde af pludselige kip, hvor tingene igen »stod på hovedet«, men i almindelighed hjalp det at række ud efter genstandene og/eller at bevæge sig henimod dem.

Med Strattons forsøg var, hvad man kunne kalde *indgrebsmetoden* introduceret i den eksperimentelle psykologi. Som det ses af eksemplet, er kernen i metoden den, at man uden at nedbryde de studerede processer i elementer griber veldefineret ind i forløbet med henblik på at konstatere den virkning på det studerede fænomen – her dagligdagens rumopfattelse – som indgrebet forårsager. Metoden kan altså karakteriseres som en slags mellemting mellem astronomiens klassiske observationer af sammenfald mellem begivenheder og et eksperiment i streng naturvidenskabelig forstand, hvor betingelsesfeltet er kendt i sin fulde udstrækning, og hvor de betydende variable kan varieres veldefineret.

Uden at gå i detaljer hermed må vi dog nævne, at omtalte metode udsprang af den levende og heftige debat, der fandt sted mellem forskere, som mente, at menneskets perceptuelle processer i høj grad var under indflydelse af indlæring og erfaring (de såkaldte *empirister*) og forskere, som betonedede de medfødte faktoreres betydning for vor rumopfattelse (*nativisterne*).

Kontroversen illustreres udmærket af en meningsudveksling mellem (empiristen) *H. von Helmholtz* og (nativisten) *E. Hering*. Helmholtz havde lidt foragteligt sagt om øjets optiske system, at hvis hans optiker havde sendt ham et par briller af en lignende slet kvalitet, ville han levere dem tilbage som ganske uacceptabelt arbejde. Hertil skal Hering have svaret, at det var der sandelig ingen grund til, når blot man betænkte de formidable kompensatoriske mekanismer, synet er udstyret med fra naturens hånd.

Konkretiseres denne debat eksperimentelt, er der ikke langt til det forslag at sætte sådanne kompensatoriske mekanismer på prøve under mere »kunstige« betingelser.

Vi kan ikke følge udfoldelsen af indgrebsmetoden i enkeltheder, men må nøjes med at give enkelte udvalgte eksempler på dens anvendelse til belysning af vort problem om det omvendte nethindebillede – og i det hele taget til forståelse af vort sansemæssige udstyrs funktionsmåde.

Siden slutningen af 1920'erne havde *T. Erismann*, professor i psykologi ved universitetet i Innsbruck, under overvindelse af store tekniske vanskeligheder søgt at gentage Strattons eksperiment således, at begge øjne fortsat frit skulle



Fig. 5. Pandespejl monteret på en forsøgsperson.

kunne fungere, og på en sådan måde, at forsøgspersonens synsfelt ikke blev væsentligt indskrænket.

Det lykkedes langt om længe at konstruere en spejlanordning, som vendte billedet på hovedet uden at højre-venstre-vende det.

Dette forskningsarbejde er senere fortsat af *I. Kohler* (som efterfulgte *Eris-mann* i professoratet) i en lang og systematisk serie af »indgreb«.

Lad os se lidt nærmere på et af forsøgene, hvor pandespejlet blev anvendt af en forsøgsperson i 9 dage.

I store træk blev *Strattons* fund bekræftede, hvad angik den tilvænning, der fandt sted igennem de første dage, således at ikke alene en hensigtsmæssig handling i forhold til tingene kunne finde sted, men også i den forstand, at omgivelserne efterhånden *så helt normale ud*.

Dertil kom følgende vigtige iagttagelser, som ikke på nogen måde har kunnet lade sig forstå i overensstemmelse med klassiske opfattelser:

Da pandespejlet blev fjernet – og nethindebilledet altså igen på normal måde »stod på hovedet« – syntes folk (og møbler) at hænge ned fra loftet med hovedet nedad. Dette varede adskillige minutter.

»Selv en halv time senere på en spadseretur forekom spejlbilledet af huse og træer, som de sås i vandpytterne, at være opret, mens husene og træerne selv sås omvendt« – rapporteres der i protokollen.

Genetableringen af en tilpasset adfærd skete i dette forsøg som i andre tilsvarende, *før* det oplevede synsfelt blev normalt. Igennem flere dage efter eksperimentet fandt der »tilbagefald« sted, dog i særlig grad om morgenen.

Forståeligt nok har disse »eftervirkninger« i særlig grad tiltrukket sig opmærksomheden, fordi de altså finder sted under *helt normale betingelser* (efter at indgrebet er ophørt), og fordi det har kunnet vises, at de ikke er afhængige af placeringen af de områder af nethinden, som nu påvirkes.

Dette illustreres klarest af en forsøgsserie, hvor *Kohler* som sin egen forsøgsperson igennem *124 dage* bar briller med prismatiske glas. Disse briller fungerede på den måde, at de gav normalt syn, når blikretningen var lige fremad. Blev blikket derimod flyttet fra brillens midte op-ned eller højre-venstre, fandt fordrejninger sted, som det vil fremgå af figur 6.

Som i alle andre tilfælde af *konsekvente indgreb* fandt der en tilpasning sted, og gradvist forsvandt alle de mange forstyrrende momenter. (Her var der bl. a. også tale om farvede konturer på genstande p. gr. a. den manglende korrektion af

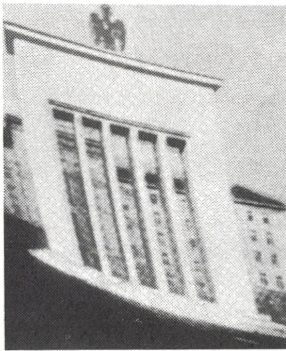


Fig. 6. Eksempler på prismatiske brillers fortegninger i Kohlers forsøg.

den kromatiske spredning – dette skal dog ikke omtales yderligere her). Det interessanteste resultat af forsøget fremkom ved det nærmere studium af eftervirkningerne, for det viste sig, at da brillerne var blevet fjernet, afhang disse virkninger på ethvert tidspunkt af hele den aktuelle iagttagelsessituation, bl. a. af de øjenbevægelser, personen foretog, når han fæstnede blikket på genstande i de forskellige retninger.

Vi citerer fra rapporterne:

»Så snart hoved og øjne drejes, efter at brillerne er fjernet, forekommer en række perceptuelle besynderligheder; disse er nøjagtigt modsatte til de fænomener, som forekom under samme øje-hoved-stilling, mens prismene blev båret.

Oplevelsen virker højst uhyggelig; det er som om fantom-prismer med brydninger nøjagtig modsat de i eksperimentet anvendte befandt sig foran øjnene«.

Netop det her demonstrerede træk ved vort perceptuelle udstyr, at det besidder en sådan forbløffende tilpasningskapacitet over for varige og konsekvent ændrede påvirkningsbetingelser, viser klart, at en elementaristisk og mekanisk præget tænkemåde ikke kan danne grundlag for vor forståelse. Ifølge en sådan opfattelse måtte man nemlig tænke: Er dele af maskineriet defekt, må maskinen fungere forkert – eller slet ikke.

Det er heller ikke tilstrækkeligt for forståelsen i bred almindelighed at pege på, at psykologiske processer skal betragtes som helheder (»gestalter« har en betydningsfuld skole i psykologien talt om i denne sammenhæng).

Selvom vi ikke kan komme nærmere ind i systemteoretiske overvejelser, må det dog præciseres, at alle eksperimentelle resultater peger i retning af en systembetragtning som den opfattelse, der bedst harmonerer med kendsgernerne.

Ordet *system* er græsk af oprindelse og betyder direkte oversat sammenstilling eller ordning.

I moderne definitioner, som de forekommer i psykologisk teori, fremhæves såvel systemets helhedspræg, som det forhold, at hele ordningen fungerer, så den opretholder sin identitet uagtet de ændringer, der foregår i – eller omkring – den.

Der vil naturligvis i konkrete tilfælde være grænser for tilpasningsmulighederne, men alment taget, er de langt videre, end man før har kunnet forestille sig.

Allerede *E. Rubin* fremhævede i sit »multiviatiske princip«, at vore vigtigste funktioner altid er sikre »ad flere veje«, men det er først den nyeste udvikling i forskningen omkring menneskers rumopfattelse, der har gjort, at man nu må holde op med at undre sig altfor meget over tilfælde som *Wiley Post*, 2. verdenskrigs navnkundige, énøjede jagerpilot.

Man er med andre ord blevet mere og mere tilbøjelig til at betone »de kompensatoriske mekanismer« (som Hering) og stirrer sig ikke længere blind på delsystemernes eventuelle »fejl« (som von Helmholtz).

2. Stabiliseret nethindebillede og virkningen heraf

En væsentlig fordel ved en systembetragtning består i, at man på den ene side kan fortsætte studierne af delsystemernes funktion under forholdsvis overskuelige, eksperimentelle betingelser, mens man på den anden side stadig har in mente, at delsystemet indgår i helhedsprægede strukturer, som er medbestemmende for dets endelige funktion. Forskning efter sådanne retningslinier må siges at være en krævende opgave, som yderligere kompliceres af, at vort visuelle system må betragtes som et subsystem til hele vort perceptuelle udstyr, som på sin side næppe kan forstås løst fra menneskets hele erkendesystem og handlingsliv.

Medens vort kendskab til adskillige subsystemer – i isolation betragtet – er forholdsvis god, er den eksperimentelle udforskning og forståelse af overordnede funktionsmåder kun i sin vorden.

Medens mange derfor kan være fristede til at forsøge at foregribe arten af disse funktionsmåder i fantasifulde teorier, der på et løst grundlag postulerer eksistensen af en lang række hypotetiske processer – fortrinsvis forlagt til centralnervesystemet og af homunculustypen – nærer jeg større forventning til, at sikrere resultater kan opnås ved systematiske og møjsommelige bestræbelser på definitivt at afvise gængse hypoteser med henblik på at indsnævre antallet af mulige funktionsmåder og hypoteser herom.

Til belysning af en sådan angrebsmåde skal jeg til sidst kort skitsere en eksperimentel udviklingslinie omkring forståelsen af nethindebilledets betydning for vor oplevelse af genstandes bevægelser og ro i rummet.

Det var *Descartes*, som først fik den ide at anskue nethinderne som koordinatsystemer med nulpunkt i det centrale syn (*fovea centralis*). Ideen blev videreudviklet af forskere som *Lotze* og *Hering* og har, som tilfældet var med det tidligere eksempel på *Descartes'* opfattelser, både bidraget til en gunstig forskningsmæssig udvikling og til at hæmme en mere dækkende opfattelse af synets funktion.

Hvad først angår den positive udvikling, lykkedes det på basis af tankegangen at forstå vigtige sider af de to øjnes samvirken under perception af rummet og dets genstande. Nyere forskning tildeler dog (som nævnt s. 16) de enkelte delsy-

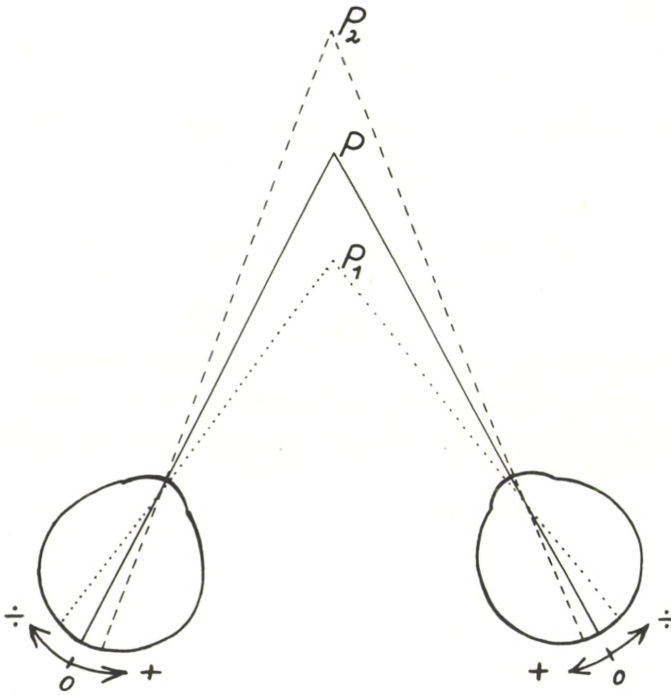


Fig. 7a. Koordinatsystemet på nethinden i overensstemmelse med Hering. Punktet P er fikseret og afbildes derfor i fovea centralis (0-punktet). Et fjernere punkt P_2 afbildes på retina i et punkt nærmere legemets midterlinie (positiv afstandsværdi). Et nærmere punkt P_1 derimod til den anden side for fovea (negativ afstandsværdi).

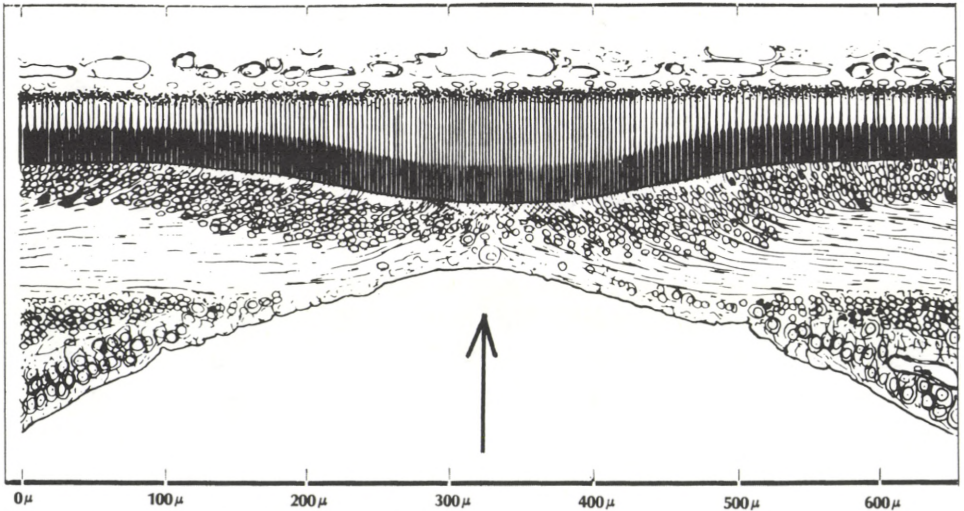


Fig. 7b. Fovea centralis i det menneskelige øje. Hele billedets bredde repræsenterer 0,65 mm af nethindeoverfladen (synsvinkel ca. 2 grader). Den midterste del på 0,1 mm (synsvinkel ca. 20 bueminutter) viser området med de slankeste tappe og det tyndeste lag nervevæv. $1\mu = 1/1000$ mm. Pilen markerer retningen af indfaldende lys.

stemer en underordnet rolle, og der er i dag ikke tvivl om, at man har overbetonet betydningen for rumopfattelsen af de forskelle, der er mellem de to billeder, der dannes i de to øjne.

Den omtalte hæmning af en videre forståelse, som udspringer af en rent geometrisk synsmåde, består i, at man fristes til – overensstemmende med homunculusmodellen – at tænke som så: Hvis der ikke sker ændringer af nethindebillederne i forhold til de imaginære koordinatsystemer, kan der heller ingen bevægelsesoplevelse forekomme.

Således forholder det sig imidlertid ikke, idet der ikke har kunnet påvises noget entydigt forhold mellem oplevet ro og bevægelse og nethindebilledets sted på nethinden.

Fæstner jeg eksempelvis mit blik på en stillestående plet i mørke (eller en mørk plet på lys grund o. l.), vil den efter kort tids fikseration opleves at bevæge sig i en bevægelse, som ikke umiddelbart lader sig skelne fra faktiske bevægelser. Jeg oplever en såkaldt *autokinese*.

Autokinogram 3 (A₄)
(halv størrelse)



Fig. 8. Oplevet bevægelsesbane under autokinese, sted- og tidsmæssigt registreret. S betegner bevægelsens startpunkt.

Studiet af dette fænomen har vist sig at være meget frugtbar med hensyn til de her behandlede problemer, og jeg skal derfor nævne et par eksempler fra min egen autokineseforskning.

Som man umiddelbart kan tænke sig på basis af det foregående, måtte en gængs »forklaring« af autokinesen tage sig således ud:

Da der ikke finder nogen bevægelse sted af den ydre genstand (lysplet o. l.), og personen dette til trods oplever bevægelser, *må* der forekomme bevægelser et andet sted, nemlig af billedet på nethinden.

Denne »øjenbevægelsesforklaring« lader sig imidlertid afprøve, og den har allerede været udsat for adskillige prøver. Der består imidlertid den principielle vanskelighed, at vore forsøg på at registrere en eventuel øjenbevægelse ofte griber ind i det visuelle systems funktionsmåde på ukendt vis. De eksperimentelle afprøvningssituationer bør derfor vælges med megen omhu. Lad os se lidt nærmere på et par egnede situationer.

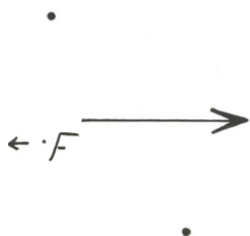
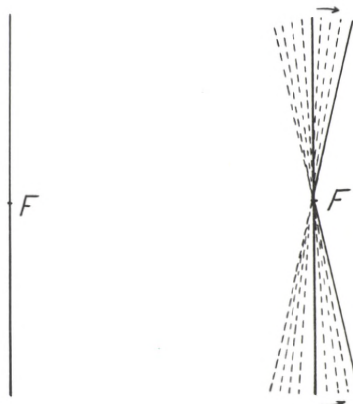


Fig. 9a. Oplevede relative bevægelser på et bestemt tidspunkt i forløbet. Stor pil markerer configurationens bevægelse - lille pil fikurationspletten.

Den første situation (9a) er simpelthen den, at man fikserer midterpletten i en eller anden configuration af pletter. Det vil her vise sig, at man dels kan opleve relative bevægelser mellem configurationens pletter dels - og på samme tid - en samlet bevægelse af helheden. På et bestemt tidspunkt kan en relativ bevægelse af fikurationspletten således foregå i én retning og den samlede bevægelse i en anden. Disse og andre lignende fund taler stærkt imod, at autokinesen skulle bero på faktiske øjenbevægelser.

Den anden situation (b) består af en lang lysende linie, som fikseres på midten (F). Lyskilden er et lysstofrør. Så snart man derfor flytter blikket, tegner der sig en serie af billeder af linien i øjenbevægelsesens retning. Forsøgspersonen kan altså selv kontrollere, om blikket er fast under observationen af linien. Den eksperimentelle opstilling skal imidlertid afprøve en formodning om, at torsionsbevægelser af øjnene spiller en rolle for fremkomsten af de bevægelsesoplevelser, der rapporteres. Disse bevægelsesoplevelser består tiest i rokkende bevægelser af lini-

Fig. 9b. Autokinese under fikstation af lang, lysende linie set i mørke. Figuren til højre illustrerer visse af de oplevede bevægelser. F er fikstationspunktet.



ens yderfløje. »Det er, som om linien mister sin stivhed, og yderfløjene udviser rokkende bevægelser uafhængigt af hinanden«.

Den bevægelsestype, som klarest afviser muligheden af torsionsbevægelser som forklaring, består i, at fløjene *på samme tid rokker til samme side* »som en lømmekniv, der bøjes sammen«.

Disse og lignende eksperimenter, som naturligvis skal gennemføres med størst mulig kontrol af forsøgspersonernes rapporter, minder i deres enkelhed – og i deres teoretiske slagkraft – om mange af von Helmholtz' eksperimenter.

Et enkelt eksempel vil være nok som illustration heraf: Lukker man det ene øje, fikserer en genstand i omgivelserne med det andet og presser let på øjæblet med en finger, vil genstanden som bekendt opleves at bevæge sig modsat den retning, hvori øjæblet blev bevæget. Dette prunkløse »eksperiment« har længe tjent til at godtgøre, at når nethindebilledet bevægede sig på nethinden, oplevedes bevægelse. Helmholtz anbragte imidlertid en lille klump voks i øjenkrogen på sit ene øje (mens det andet var tillukket), så at øjæblet var holdt fast i hulen. Han forsøgte derpå viljesmæssigt at foretage en øjenbevægelse på trods af voksklumpen og oplevede herunder en tydelig bevægelse i den intenderede øjenbevægelses retning. Man skal her bemærke, at nethindebilledet ikke bevæger sig under disse betingelser. Dette forhindrer dog ikke en tydelig bevægelsesoplevelse.

Flytter jeg derimod blikket under helt normale betingelser fra fikstationspunkt til fikstationspunkt, oplever jeg som bekendt omverdenen i ro i langt de fleste situationer, selvom nethindebillederne i så tilfælde formeligt foretager en dans på nethinden.

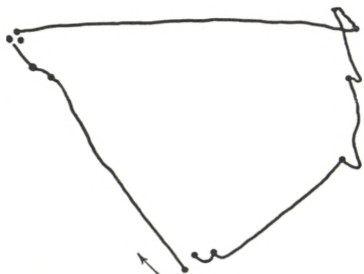


Fig. 10. Registrering af øjenbevægelser, mens man lader sit blik »smyge sig« langs en cirkel.

Det har længe været kendt, at selv under den mest stadige fiksoation foretager øjnene en mangfoldighed af små øjenbevægelser (den såkaldte fysiologiske ny-stagmus). Ud fra en klassisk betragtningsmåde må man undre sig over en sådan »fejl« ved synssystemet, for man ved jo, at holder man ikke fotografiapparatet stille, bliver billedet elendigt.

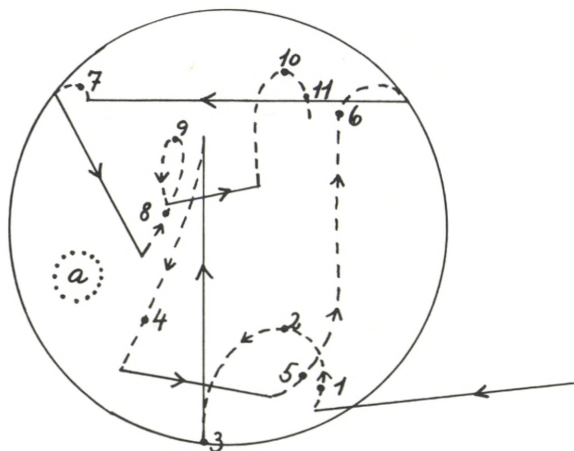
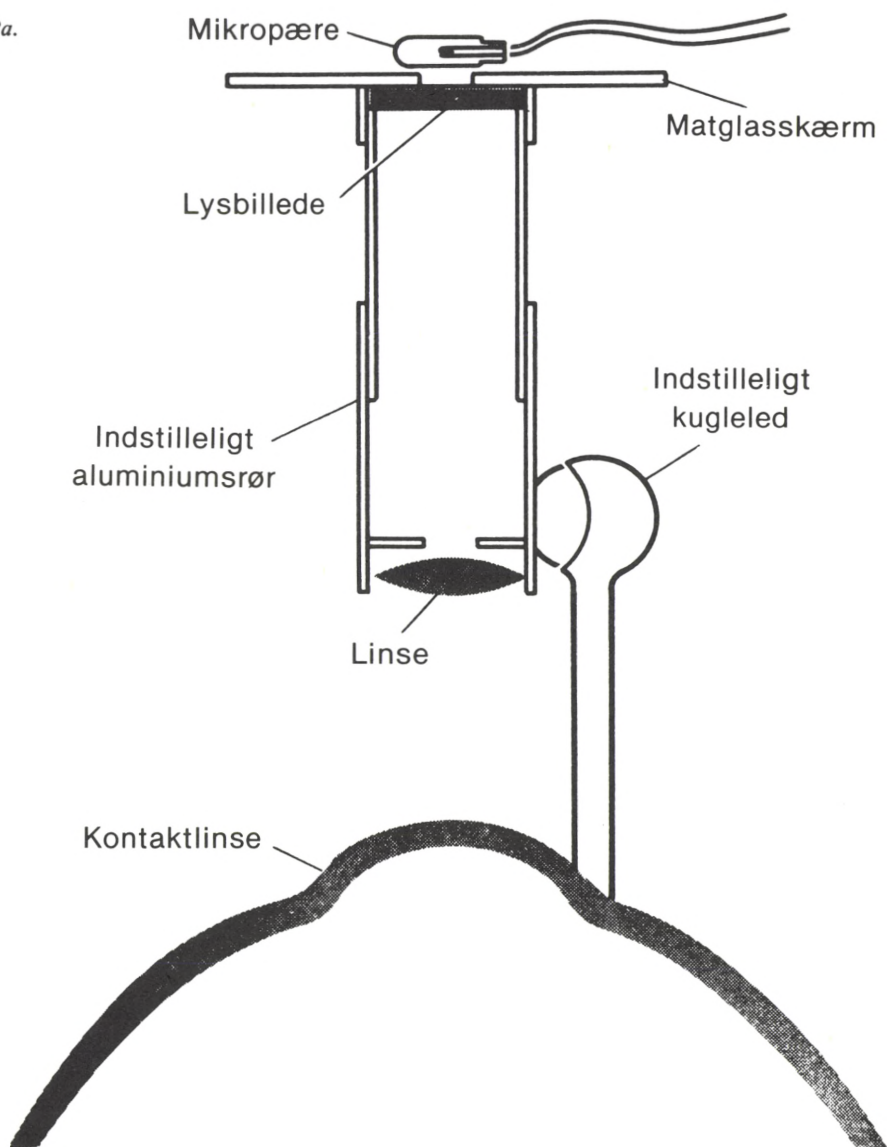


Fig. 11. Registrering af en punktformig lyskildes bevægelser på et område af nethinden med diameteren 5 bueminutter. De optrukne linier betegner springvise øjenbevægelser og de punkterede linier langsommere, glidende bevægelser. Tidsmarkering er sket med sorte pletter, som befinder sig $1/5$ sekund fra hinanden. a markerer den typiske afstand mellem to tappe.

Det har derfor været en ønskedrøm at kunne udføre det eksperiment at gå til grænsen og »stabilisere« nethindebilledet fuldstændigt. I begyndelsen af 1950'erne blev de tekniske vanskeligheder herved overvundet for første gang omend i en ret kompliceret forsøgsopstilling.

Vi skal her se lidt nærmere på en mere enkel metode, hvor der på en kontaktlinse er fæstnet et helt lille projektionsapparat, og forudsat, at kontaktlinsen følger øjet nøjagtigt, skulle relative bevægelser af nethindebillede og nethinde være udelukkede. Brydningsforholdene i apparatet er samtidig afpassede, så forsøgs-personen ser det eksponerede billede på vanlig måde i sit synsfelt.

Fig. 12a.



Udstyr til fuldstændig stabilisering af nethindebilledet. Fig. 12a viser en lille og meget let projektor og fig. 12b anbringelsen af denne på den liggende forsøgspersons øjeæble.

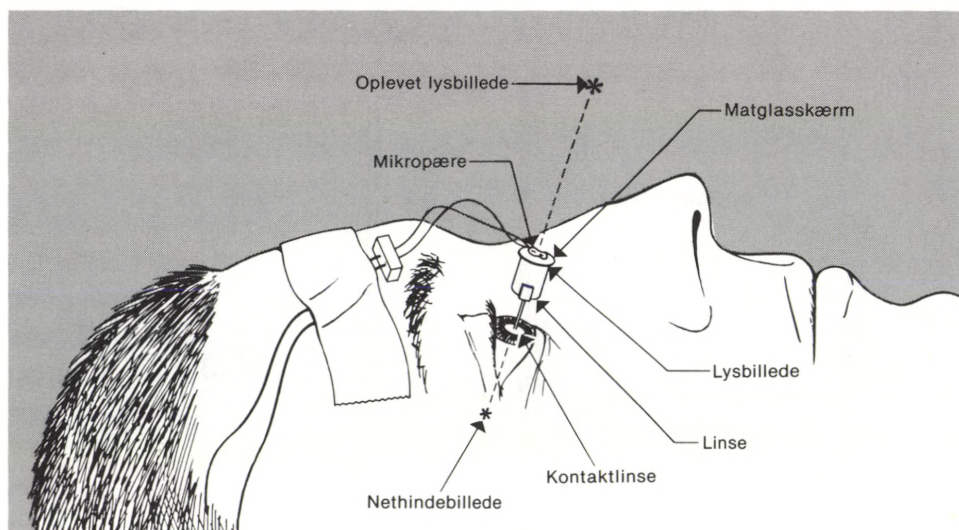


Fig. 12b.

Hvad sker nu i en sådan situation? Ser forsøgspersonen sit livs klareste og mest stabile billede?

Svaret er oplysende, men skuffende for homunculusopfattelsen: Efter kort tids forløb ser han *ikke noget*. Konturerne udviskes gradvist, til hele tingen er forsvundet. En midlertidig »blindhed« indtræder, og først når nethindebilledet igen bevæges, vender synet tilbage. Ved hjælp af denne metode forsøger man altså at efterligne forholdene under normal opfattelse af vor omverdens genstande blot med den ændring, at nethindebilledet er holdt fast på nethinden på trods af eventuelle øjenbevægelser. I de forløbne årtier er en lang serie af figurer blevet undersøgt i denne situation med henblik på at påvise eventuelle lovmæssigheder for figurernes forsvinden og genopdukken i synsfeltet. Disse bestræbelser er dog endnu ikke lykkedes fuldtud. Betragtet som en typisk indgrebsmetode (jfr. s. 12) lider denne metode af den svaghed, at selv en nokså lempelig anbringelse af kontaktlinsen på øjeæblet og vægten af selv det letteste projektiionsapparat kan mistænkes for at gribe ind i synsapparatets funktion på utilsigtet måde. Efter en langvarig debat er der dog nu enighed om, at omtalte midlertidige blindhed skyldes selve stabiliseringen af nethindebilledet og ikke ukendte sidevirkninger af indgrebet. Det har således vist sig, at genopdukken af figurerne mindst fordrer en bevægelse af nethindebilledet, så dets konturer lige netop kan påvirke nye

nethindeelementer. Af fig. 7 fremgår størrelsen af sådanne nødvendige bevægelser af nethindebilledet.

III. Slutning

Vi er nu nået til vejs ende i dette hastige gennemløb af studiet af menneskelig rumopfattelse som et udvalgt eksempel på den eksperimentelle psykologiske arbejdsmåde.

Gør vi status, blev der ikke meget tilbage af klassiske opfattelser på dette område, og mange vil måske hævde – og med rette – at fremstillingen brød mere ned, end den byggede op.

Selvom jeg gerne havde tegnet et lysere og mere optimistisk billede af mit fag, har det dog været mig mere magtpåliggende at give et sandt indtryk af en forskning, som står over for en lang og møjsommelig arbejdsperiode, før en tilfredsstillende forståelse af det menneskelige perceptionsudstyr vil være sikret. Vor voksende erkendelse af, at dette udstyr fungerer som et system, hvor hver del er underordnet det samlede hele, må medføre, at man bestræber sig på at anvende eksperimentelle metoder, som respekterer denne erkendelse. Den indgrebsmetode, der her er givet eksempler på, er netop karakteristisk ved, at den ikke på forhånd nedbryder funktionerne i elementer, men afprøver formodede betydende variable under forhold, som nærmer sig mest muligt de normale.

Litteraturhenvisninger:

- K. von Fieandt & I. K. Moustgaard (1977): *The Perceptual World*. Academic Press, London.
- J. J. Gibson (1968): *The Senses Considered as Perceptual Systems*. Allan & Unwin, London.
- I. K. Moustgaard (1969): *Autokinese. Studier over bevægelsesoplevelser af autokinetisk natur*.
English Summary: *Autokinesis. A Study of Autokinetic Phenomena of Movement*. Nyt Nordisk Forlag, København.
- A. J. Sabra (1968) *The Astronomical Origins of Ibn al Haytham's Concept of Experiment*. In: *Actes du XII^e Congrès international d'histoire des sciences*, vol. 3A, pp. 133-36, Paris 1971.

Note:

Alfred Lehmann (1858-1921) uddannede sig oprindeligt som civilingeniør, men blev tidligt interesseret i den nye eksperimentalsykologi – psykofysikken – som han studerede under et ophold hos tidens mest betydende psykolog Wilhelm Wundt i Leipzig. Efter hjemkomsten oprettede Lehmann under beskedne forhold sit eget laboratorium som et af de første i verden (1886). Dette blev 1893 overtaget af Københavns Universitet.

Grundvidenskaben i dag er navnet på en række af 30 foredrag, som Det Kongelige Danske Videnskabernes Selskab afholdt i 1976-79. Fremtrædende forskere, hovedsagelig medlemmer af Selskabet, søgte ved at fortælle om udviklingen i den sidste menneskealder inden for de forskellige naturvidenskabelige og humanistiske videnskabsgrene at bidrage til større forståelse af den forskning, der ikke direkte stiler mod praktisk anvendelse, men mod forøget indsigt i sammenhængen i verden.

Pjeceserien bygger på disse foredrag. Fremstillingen er gjort så almen, at de enkelte hæfter kan tjene som udgangspunkt for videre beskæftigelse med de behandlede fag og emner. Hertil hjælper også omfattende litteraturhenvisninger.

Foredragene udgives i 30 hæfter (3 bind). De 10 første udkom 1977-78 med titelark i hæfte 10. Siden er 11-15 udsendt, og fra efteråret 1979 går serien videre. Prisen incl. 20,25% moms er kr. 13,10, fra nr. 11 dog kr. 14,25. Hæfterne kan købes i boghandelen, eller man kan få dem tilsendt fortløbende og portofrit ved at abonnere hos Folkeuniversitetet i København.

Titlerne er følgende:

1. Mogens Pihl: Hvad er grundvidenskab?
2. Erling Bjøl: Politik som videnskab.
3. Søren Egerod: Det fjerne Østens sprog – sammenhænge og påvirkninger.
4. C. Møller: Omvæltninger i fysikernes tanke-sæt i vort århundrede.
5. Arne Noe-Nygaard: Jordens nye ansigt.
6. Olaf Pedersen: De eksakte videnskabers historie.
7. P. Nørregaard Rasmussen: Økonomisk vækst.
8. Erik A. Nielsen: Hvad kan litteraturvidenskaben?
9. Ingmar Bengtson: Musikvidenskab – nu og i fremtiden.
10. Ole Maaløe: Biologiens molekylære grundlag.
11. Bernhard Gomard: Retsvidenskabens opgaver og særpræg.
12. C. Overgaard Nielsen: Økologi som grundvidenskab.
13. Arild Hvidtfeldt: Religionssociologiens plads blandt humaniora.
14. Hans H. Ussing: Om årsagerne til elektriske fænomener i levende organismer.
15. Niels Thomsen: Historiske opinionsstudier.
16. I. K. Moustgaard: Psykologien som eksperimentalvidenskab.
17. Werner Fenchel: Om matematikkens begreber og metoder.

Pris kr. 14,25 incl. 20,25% moms.

ISBN 87-87696-18-5