

30 PROCENT AF HJERNEBARKEN ARBEJDER FOR ØJET:

HJERNENS UDKIGSPOST

Synet er den sans, der fylder mest i hjernen. Ca. 30 procent af hjernebarken er optaget af at se, mens følesansen kun fylder ca. otte procent og høresansen ca. tre procent. Og den nyeste forskning har vist, præcis hvor i hjernen vi ser form, farve og bevægelser. Det sker i hvert sit specialiserede hjernecenter.

Gennem øjet kigger hjernen direkte ud på omgivelserne. Man kan faktisk sige, at øjet er den eneste synlige del af hjernen. Bearbejdningen af de visuelle indtryk begynder nemlig allerede i øjets nethinde. Her sidder 150 millioner lysopfattende celler, og signalerne fra dem samles allerede i nethinden, hvorfra de ledes via synsnervens en million nervefibre mod hjernebarkens synscentre.

Præcis hvad der sker i hjernen, og hvordan de elektriske nervesignaler bliver til det billede, som vi opfatter i bevidstheden, er langfra klarlagt. Men i løbet af de seneste årtier har synsforskerne opdaget, at der sker en meget skarp arbejdsdeling.

Nogle hjernecentre arbejder med information om farve. Andre områder koncentrerer sig om henholdsvis form, retning og bevægelse.

Øjet virker som et fotografiapparat

Øjet sammenlignes ofte med et kamera. Selvfølgelig – kamerakassen – er kuglerund med en diameter på cirka 24 millimeter. Øjehullet er fuldstændig lukket og lystæt undtagen lige fortil, hvor der er en åbning, nemlig pupillen. Pupillen gøres større eller mindre, alt efter hvor lyst der er i omgivelserne.

fartsnettes ►



EN SMIDIG-REGNBUEHINDE

De blå og brune farvepigmenter i regnbuehinden er bundet sammen af muskeltvæv, der styrer pupillens åbning.



VERDENS FINESTE KAMERA

Hvis øjet skal danne et skarpt billede, må der kun komme lys ind gennem pupillen. Yderst ligger den lysbrydende hornhinde. Bag den ligger den farvede regnbuehinde. Pigmentet i regnbuehinden er med til at holde lys ude.

► side 10

Reguleringen af pupillens størrelse sker ved hjælp af nogle små muskler, der ligger i den farvede del af øjet, regnbuehinden eller iris.

Inde i mørket – over for pupilåbningen – sidder nethinden. Den beklæder den bageste halvdel af øjebæls inderside. Det er i nethinden, at lys fra omgivelserne opfattes og oversættes til elektriske impulser, der kan sendes til hjernen. Nethinden er altså placeret samme sted som den lysfølsomme film i et fotografiapparat. Lysstråler, der udgår fra et bestemt punkt i omgivelserne, skal helst samles i et bestemt punkt på nethinden – ellers bliver billedet uskarp. Det samme gælder i et kamera, hvor lyset skal samles på filmen, for at billedet bliver skarpt. I øjet er det hornhinden og øjets linse, der bryder lysstrålerne og samler dem. Allertoppe i øjet sidder den gennemsigtige hornhinde, som er endnu mere hvælvet end selve øjet. Fordi hornhinden hvælver fremad, virker den samlende på lysstrålerne.

Linsen stiller skarpt ved at krumme sig

Efter hornhinden passerer lyset øjets forreste kammer og stråler ind gennem pupillen. Lige bag regnbuehinden og pupillen ligger øjets linse. Hvis man kigger på noget, der befinder sig mere end seks meter



HER SIDDER ØJETS FARVESYN

Nethinden består af millioner af stave og tappe. Farvesansen sidder i de lille tappe. De lysfølsomme stave ses ikke her.

fra øjet, vil lysstrålerne komme nærmest parallelt ind i øjet. Strålerne skal ikke brydes så meget for at samles på nethinden. Men fra genstande, der befinder sig tættere på, vil lyset stråle ud og spredes, inden det når øjet. Når man kigger på noget, der er tæt på, må afbøjningen derfor øges.

Det er linsen, som sørger for at finjustere afbøjningen af lysstrålerne, så de fokuseres på nethinden. Linsens krumning kan nemlig øges ved hjælp af nogle små muskler i øjet. Og jo krummere lin-

sen er, jo kraftigere samles lysstrålerne udefra. Jo tættere en genstand kommer på øjet, des stærkere må de små øjenmuskler trække sig sammen for at få linsen til at krumme maksimalt.

Nethinden oversætter lys til nerveimpulser

Reguleringen af linsen foregår, uden at man behøver at tænke over det. Men man kan mærke det. Prøv fx at læse denne tekst nær ved øjet. Jo tættere teksten kom-

mer på øjet, jo mere må man anstrenge øjet for at se bogstaverne skarpt. Det, man anstrenger, er de små muskler, der sørger for at krumme linsen. På et givet punkt kan øjet ikke justeres mere, og hvis man yderligere nærmer teksten til øjet, bliver den uskarp og til sidst næslølig.

I et kamera kan linsen ikke ændres. I stedet skydes den frem og tilbage, så afstanden mellem linsen og filmen varierer. Samme system bruger nogle fiskearter, når de skal fokuserer. Men hos mem-

sket og hos andre pattedyr er afstanden mellem linsen og nethinden fast.

Ved nethinden holder sammenligningen mellem øjet og et kamera op. Nethinden er ikke en lysopfattende film, hvor et statisk billede indprenter sig. Ganske vist dannes lysstrålerne et billede på nethinden. Hvis man kunne placere en lille skærm umiddelbart foran nethinden, ville man kunne se det. Billedet er på hovedet, fordi øjets optik har vendt det om. Men nervecellerne i nethinden er ligegl-

de. De transmitterer nemlig ikke billeder, men elektriske impulser.

I nethinden oversættes lysstrålerne til elektriske signaler. Det sker i særlige, højt specialiserede celler, der kaldes stave og tappe efter deres fane. Tappene er celler, der er i stand til at opfatte farver, mens stavene er celler, der alene opfatter lys/mørke. Både tappe og stave ligger i nethindens dybeste lag. Det betyder, at lyset skal passere flere lag af celler og blodkar, inden strålerne når til stavene og tappene. Oven over stave og tappe – altså ind mod øjets centrum – ligger to lag af nerveceller, kaldet bipolare celler og ganglie-celler.

Når lyset har udløst en reaktion i stave eller tappe, går de elektriske signaler videre til de bipolare celler og ganglie-cellerne. Og allerede her begynder en slags bearbejdning af impulserne, som nu er blevet oversat fra lys til elektricitet. Fra hver af ganglie-cellerne udgår en nervefibre, der løber mod centrum af nethinden. Alle nervefibrene samles i et bundt til synsnerven.

Lige diametralt modsat pupillen, altså ved øjets bageste pol, findes et særligt følsomt område af nethinden, kaldet fovea centralis. Her er samlet en mængde af de farvefølsomme tappe meget tæt sammen. I fovea centralis er der til gengæld ikke nogen stave. Det er heller ingen blodkar til at forstyrre synsindtrykket, og de andre lag af nerveceller er trukket lidt væk, så lyset kan ramme næsten direkte på tappenes lysopfattende pigment.

Efter 20 minutter kan man se i mørke

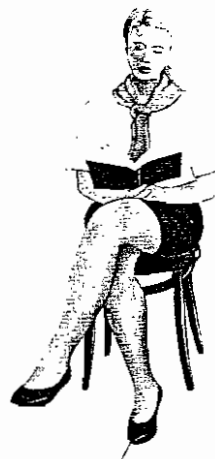
Billedet, der dannes i fovea centralis, er fuldstændig skarpt, mens billedet fra resten af nethinden er mere uddent. Mens man fx læser en side her i bladet, kan man hele uden fornemmelse tekstpaltterne, der løber fra top til bund. Men kun nogle få ord, som man ser direkte på, står fuldstændig klart. Resten er for uheldige til at læse. Derfor er det nødvendigt at flytte øjnene, efterhånden som man læser.

Tappene er altså dem, man bruger, når man skal se detaljer. Det er også kun tappene, der kan optage farver. Stavene er til gengæld gode til at se lys. De sørger for, at vi kan se i tussmørke. Det pigmentstof, som sidder i stavenes lysopfattende del,

side 14 ►

En milliard beregninger i sekundet

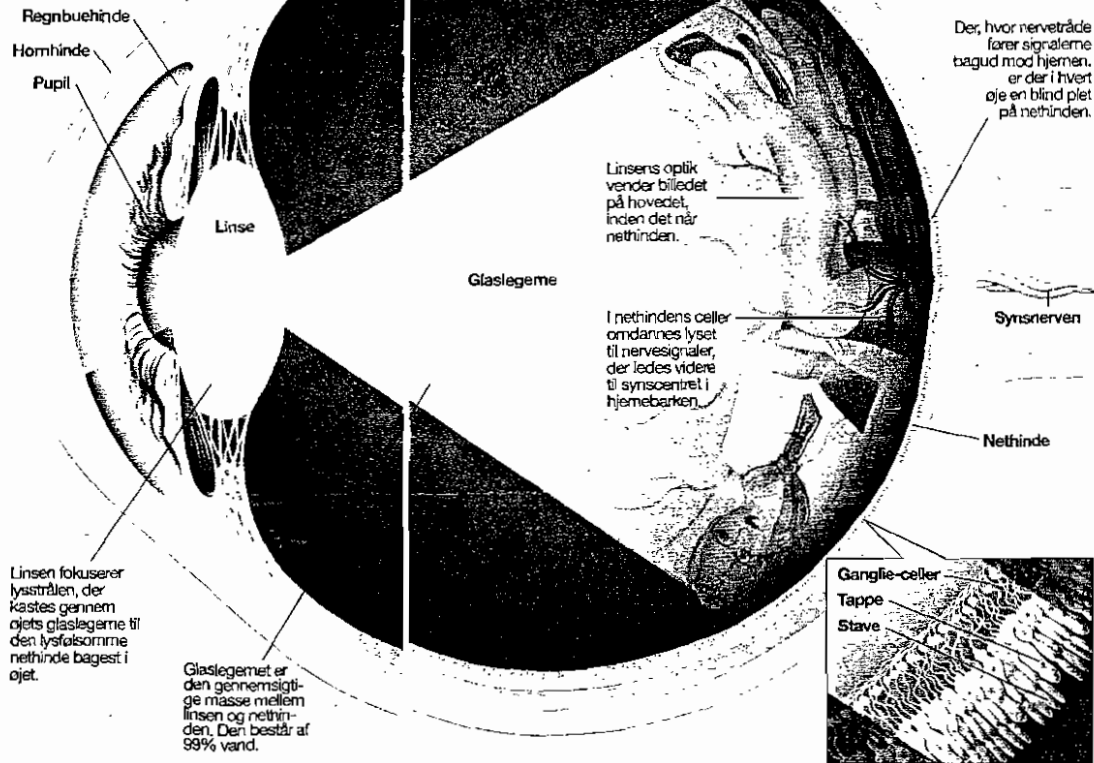
Øjet er en direkte forlængelse af hjernen, for øjet nøjes ikke med blot at opfangne lysets stråler. Det er også i øjet, den første bearbejdning af synsindtrykkene starter. Hvert sekund foretager øjet over en milliard beregninger, der ender med at blive til billeder i vores bevidsthed.



Lys reflekteres fra personen på stolen og brydes i øjets hornhinde. Muskler i regnbuehinden justerer pupillens åbning til lysmængden. Gennem pupillen går lyset videre til linsen.

Linsen fokuserer lysstrålen, der kastes gennem øjets glaslegeme til den lysfølsomme nethinde bagest i øjet.

Glaslegemet er den gennemsigtige masse mellem linsen og nethinden. Den består af 99% vand.

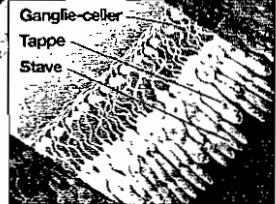


Nethinden består af to slags celler: tappe og stave. Der er tre slags tappe, som opfatter forskellige bølgelængder af lyset og ser dem som farver. Stavene ser kun lys/mørke, men er til gengæld utrolig lysfølsomme. Foran dem sidder ganglie-cellerne, der oversætter lyset til elektriske nerveimpulser og sender dem videre til synscentret.

Der, hvor nervefibre fører signalerne bagud mod hjernen, er der i hvert øje en blind plet på nethinden.

Linsens optik vender billedet på hovedet, inden det når nethinden.

I nethindens celler omdannes lyset til nerve signaler, der ledes videre til synscentret i hjernebarken.



VIRKELIGHEDEN AFFOTOGRAFERES

Et synsindtryk starter med, at lys reflekteres fra det, vi ser på. Øjet opfanges det reflekterende lys og slipper det ind gennem pupillen. Linsen fokuserer lyset, og et billede dannes på nethinden.

SYNSCENTRET SIDDER I NAKKEN

Informationerne fra nethinden føres som nerveimpulser til synscentret bagest i hjernen. Undervejs deler nervecellerne fra øjnene sig så begge hjernehalvdele får synsindtryk fra hvert øje.

► side 13

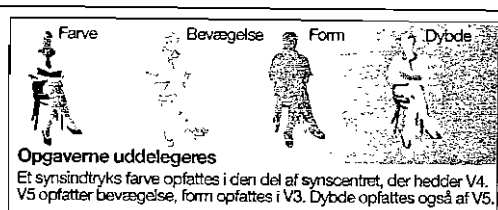
reagerer på selv meget små mængder af lys. Muligvis reagerer stavene på en enkelt foton, den mindst mulige lysmængde.

Det elektriske signal opstår, når lyset påvirker pigmentstoffet og omdanner det kemisk. Før pigmentstoffet kan reagere igen, skal det genopbygges, og det tager tid. Når man fra lyse omgivelser pludselig kommer i mørke, kan man i begyndelsen ikke se ret meget. I lys vil der nemlig hele tiden ske en nedbrydning af pigmentstoffet, og først når det bliver mørkt, har øjet mulighed for at opbygge depoterne. Lidt efter lidt er det, som om øjet vænner sig til mørket, og omgivelserne ses mere klart trods den ringe belysning. Det tager ca. 20 minutter, før øjet har vænnet sig fuldstændigt til mørket. Det er den tid, der går, før stavenes pigment-depoter er fuldt opbygget. A-vitamin er nødvendigt ved dannelsen af stavenes pigmentstof, og hvis et menneske mangler A-vitamin, er et af de første symptomer natteblindhed – manglende evne til at se i mørke.

Hvert øje har en blind plet

Alle nervecellerne fra hele nethinden samles i et bundt, der bliver til synsnerven. Der, hvor det store bundt nerveceller forlader nethinden og løber bagud, er der ikke plads til de lysopfattende celler. Områder kaldes den blinde plet. Normalt lægger vi ikke mærke til, at hvert øje har en blind plet. For hvad det ene øje ikke kan se på grund af den blinde plet, registreres i stedet med det andet øje. Bearbejdningen af synsindtrykkene gør, at vi oplever et samlet billede – fri for pletter. Men når man undersøger hven øje tror sig, er der hos alle mennesker en lille defekt i synsfeltet, som svarer til den blinde plet.

Synsnerven fører nervecellerne fra nethinden mod hjernen. Nerven løber bagud i øjenhulen og ind gennem et hul i kraniet. Lige indenfor i kraniet mødes de to synsnervener i en krydsagtig struktur, der kaldes chiasma opticum, synsnervekrydsningen. I krydset skifter nogle af nervefibre side. De fibre, der kommer fra venstre del af højre øjes nethinde, krydser fra højre til venstre. De fibre, der kommer fra højre del af venstre nethinde, krydser mod højre. Resultatet bliver, at alle synsindtryk fra højre del af vores synsfelt fordeles til ven-

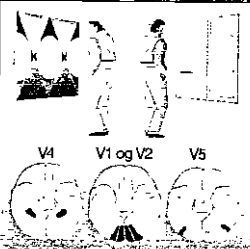


Opgaverne uddeles

Et synsindtryks farve opfattes i den del af synscentret, der hedder V4. V5 opfatter bevægelse, form opfattes i V3. Dybde opfattes også af V5.

Nervebaner fører synsindtrykkene til specialcentrene i synscentret bagest i hjernen

Synscentret
Her ligger specialcentrene V1, V2, V3, V4 og V5



Forsøg viser specialiseringen
Et maleri med voldsomme farver aktiverer V4, mens et billede i sort/hvid med figurer i bevægelse skaber aktivitet i V5. Begge billeder skaber aktivitet i V1 og V2, der ikke er specialiserede centre, men en slags posthuse, der fordeler sig i leje til de andre synscentre.

Omkoblingsstationerne corpus geniculatum laterale. Her sorteres nerveimpulserne i farveindtryk og bevægelsesindtryk og fordeles videre til specialcentrene

stre hjernehalvdel, og alle synsindtryk fra venstre del af synsfeltet ender i højre hjernehalvdel.

Fra krydset løber de nye bundter af nerveceller videre ind i hjernen, hvor de når til en hjernestruktur, der kaldes corpus geniculatum laterale. Det er en omkoblingsstation, hvor nervecellerne fra nethinden danner forbindelse med nye nerveceller. Her fordeles synsimpulserne til hjernens synscentre, også betegnet V1. Centret ligger helt bagtil i hjernen og strækker

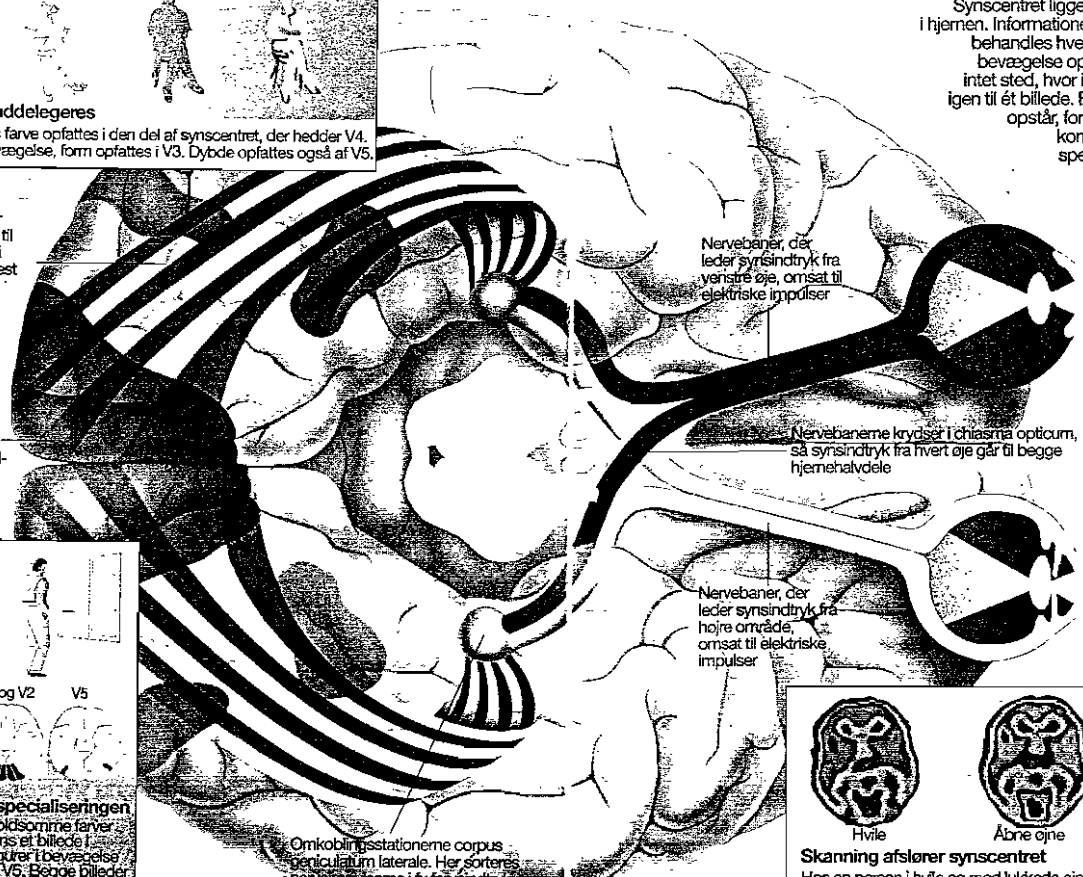
sig ind i spalten mellem de to hjernehalvdele i nakke. Hvis forbindelsen mellem nethinden og V1 af en eller anden grund afbrydes, medfører det total blindhed. Derfor har forskerne gennem mange år troet, at netop V1 var det sted i hjernen, hvor billedet blev "set".

Form og farve opfattes to forskellige steder

Langt de fleste af impulserne fra nethinden føres fra relastationen direkte til den primære visuelle hjernebark, hjernens primære synscenter, også betegnet V1. Centret ligger helt bagtil i hjernen og strækker

Hjernecentre med hver sin specialopgave

Synscentret ligger i hjernebarken bagest i hjernen. Informationerne fra øjet sorteres og behandles hver for sig. Form, farve og bevægelse opfattes adskilt, og der er intet sted, hvor informationerne samles igen til ét billede. Billedet i vor bevidsthed opstår, fordi der hele tiden er livlig kommunikation mellem de specialiserede synscentre.



Nervebaner, der leder synsindtryk fra venstre øje, omsat til elektriske impulser

Nervebanerne krydser i chiasma opticum, så synsindtryk fra hvert øje går til begge hjernehalvdele

Nervebaner, der leder synsindtryk fra højre område, omsat til elektriske impulser

Synsfelt venstre øje

Synsfelt højre øje



Hvile



Åbne øjne



Kompliceret billede

Skanning afslører synscentret

Hos en person i hvile og med lukkede øjne er der ingen aktivitet i hjernebarken. Når personen åbner øjnene, ses der straks aktivitet (rødt). Her ligger synscentret. Kigger personen på et kompliceret billede, stiger aktiviteten i hjernebarken voldsomt.

meneskers meget. Der er blevet opereret mikro-elektroder ind i hjernen på forsøgsdyrene, og på den måde har forskerne kunnet registrere abehjernerens reaktion på forskellige synsindtryk.

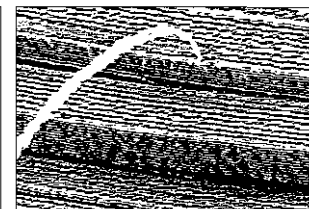
Professor i neurobiologi Semir Zeki fra universitetet i London har arbejdet med makaber. Elektroder i dyrenes hjerner målte aktiviteten i hjernecellerne i bestemte nabo-områder til den primære synsbark. Dyrene blev præsenteret for farver, linjer med forskellige retninger og for objekter i

synsfeltet. Der er blevet opereret mikro-elektroder ind i hjernen på forsøgsdyrene, og på den måde har forskerne kunnet registrere abehjernerens reaktion på forskellige synsindtryk.

Professor i neurobiologi Semir Zeki fra universitetet i London har arbejdet med makaber. Elektroder i dyrenes hjerner målte aktiviteten i hjernecellerne i bestemte nabo-områder til den primære synsbark. Dyrene blev præsenteret for farver, linjer med forskellige retninger og for objekter i

synsfeltet. Der er blevet opereret mikro-elektroder ind i hjernen på forsøgsdyrene, og på den måde har forskerne kunnet registrere abehjernerens reaktion på forskellige synsindtryk.

Professor i neurobiologi Semir Zeki fra universitetet i London har arbejdet med makaber. Elektroder i dyrenes hjerner målte aktiviteten i hjernecellerne i bestemte nabo-områder til den primære synsbark. Dyrene blev præsenteret for farver, linjer med forskellige retninger og for objekter i



CELLER UDEN KERNE

Cellerne i linsen har ingen kerner, der kan forstyrre lyset i at trænge gennem linsen. Linsen på billedet her har en ridse.

bevægelse. Zeki kom frem til, at cellerne i et område, der betegnes V5, reagerer på bevægelse, mens celler i området V4 reagerer på farve. Samtidig er hjerneceller i området V4 også følsomme for retningen af en linie. Områderne V3 og V3A sanser former. Efter forsøgene fremsatte Semir Zeki i 1970'erne den teori, at der er en skarp arbejdsdeling, når hjernen bearbejder signaler fra øjnene. Oplysninger om form, farve, retning og bevægelse analyseres hver for sig.

Ligeledes om det er form, farve, retning eller bevægelse, der sanses, er der dog altid aktivitet i V1 og i et område, V2, som omkranser V1. Zeki mener, at informationerne først soneres i V1 og derefter ledes ud til de mere specielle områder. Det er nemlig, at V1 og V2 fungerer som en slags posthus, der fordeler de elektriske signaler til relevante områder.

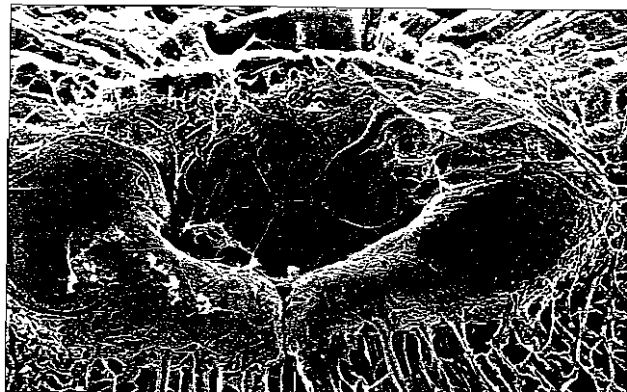
Skanning af menneskers bekræfter abeforsøg

De forsøg, som aberne blev udsat for, kan ikke gennemføres på mennesker. Men Zeki har i stedet sammen med kollegerne R. Frackowiak og J. Watson fra Hammersmith Hospital i London gennemført PET-skanninger på forsøgspersoner.

Forskerne bad en række personer om at betragte et farverigt abstrakt maleri. Imens blev hjernen PET-scannet. Billederne blev sammenlignet med PET-skanninger af personer, der havde betragtet et tilsvarende maleri i gråtoner uden farver. Forskellen på hjernebillederne var aktivitet i et bestemt lille område, der ligger nær V1 bagtil i spalten mellem de to hjernehalvdele. Semir Zeki mener, at dette hjernecenter svarer til V4 hos aberne – altså det hjernecenter, der registrerer farver.

Ved tilsvarende forsøg har Zeki og hans kolleger fundet et center i menneskets hjerne, der registrerer bevægelse og altså svarer til området V5. Det synes altså klar-

side 16 ►



ØJETS SKARPESTE STED. Midt på nethinden ligger fovea centralis, øjets skarpeste sted. Her er særlig mange nervetråde og blodkar, der løber over fovea-kanten.

► side 15

lagt, at der også i menneskets hjerne findes en skarp arbejdsdeling mellem forskellige hjernecentre. Undersøgelser af patienter med meget specielle hjerneskade

der støtter også denne teori. I 1983 opdagede lægerne fx, at en patient led af bevægelsesblindhed. Det var en midaldrende tysk kvinde, der efter en blodprop i hjernen havde fået en lille hjerneskade.

Kvinden oplevede, at hun så verden som en serie af statiske billeder. Hun var ikke længere i stand til at se bevægelse. Det gav hende store problemer med simple ting som at hælde kaffe i en kop eller gå over en vej med trafik. Det viste sig ved en hjerneskanning, at hjernecentret V5 var blevet beskadiget i begge sider af hjernen.

Bedstemor genkendes af celler i tindingen

På samme måde kan hjerneskader i bestemte områder af hjernen resultere i farveblindhed. Patienterne kan kun se grønt og kan ikke engang huske fra tidligere, hvordan farver ser ud. Dog er det yderst sjældent, at farveblindhed eller bevægelsesblindhed opstår som eneste symptom ved hjerneskader. Områder af hjernen odelægges af fx svulster, blodpropper eller blodninger, og det er lidelser, som ikke respekterer grænserne imellem de forskellige hjernecentre.

Hvis område V1 beskadiges, eller hvis forbindelsen mellem nethinden og V1 afbrydes, bliver man blind. I hvert fald er man sig ikke bevidst, at man ser noget.

Fra de egentlige synscentre er der desuden forbindelse til andre områder af hjer-

BØLGELÆNGDEN AFGØR FARVEN

Synligt lys er menneskets oplevelse af elektromagnetiske stråler mellem ca. 400 og ca. 760 nanometer (nm). Der findes tre forskellige typer af lysopfattende tappe, der registrerer hver sin bølglængde.

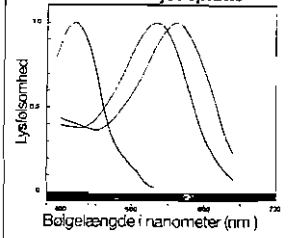
Når øjet indtager lysstråler med en bølglængde på 490-575 nm, reagerer én type af de tre slags tappe og sender elektriske signaler videre til hjernen. Vi opfatter signalerne som farven grøn. På samme måde ser vi violet/blåt, når en anden af de tre slags tappe i nethinden reagerer på lys med bølglængden 400-490 nm, og gult/rødt, når den tredje slags tappe reagerer på lys med en bølglængde omkring 600 nm. Oplevelsen af de øvrige farver opstår, når hjernen modtager blandede impulser fra de tre typer tappe. Modtager hjernen en ligelig blanding af alle bølglængder, opleves hvidt lys. De tappe, der opfatter lys med lav bølglængde i det blå spektrum, udgør kun ca. fem procent af tappene, mens der er langt flere af de grøn- og gult/rødt-opfattende tappe. Det betyder bl.a., at vi har sværere ved at opfatte kontraster i det blå/violette område end i de grønne, gule og røde områder.

Et særligt træk ved synssansen er den konstante farveoplevelse. En rød postkas-

se ser rød ud, hvad enten vi oplever den en grævejrsdag i november eller en jullaften i solnedgangsbelysning. I virkeligheden udsender postkassen vidt forskellige bølglængder under de to omstændigheder. Men vi oplever postkassen som rød i begge tilfælde.

På samme måde vil et stykke hvidt papir se hvidt ud, hvad enten vi ser det i dagslys eller i rødlig elektrisk belysning.

Disse farver kan øjet opfatte



ØJETS TAPPE DANNER FARVESYNET
Nethindens tre forskellige typer tappe opfatter forskellige bølglængder af lys. En type registrerer fx de grønne nuancer.

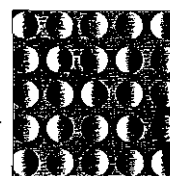
Det tyder på, at øjet registrerer baggrundsbelysningen og trækker den fra. Med et enkelt eksperiment kan man vise, hvordan den konstante farveopfattelse virker. Et hvidt læred belyses fra højre med hvidt lys og fra venstre med rødt lys. Umiddelbart ser det ud til, at læredet belyses med lyserødt lys. I strålen fra den røde lyskilde kan man derefter sætte et stykke pap, der kaster en skygge på læredet. Der hvor skyggen falder, er det hvide læred nu kun belyst af hvidt lys. Alligevel ser skyggen blå-grøn ud. Vi ser noget, som ikke er der. Men eksperimentet viser, hvordan øjet normalt fungerer.

Synssansen antager nemlig – hvad der er mest almindeligt og derfor mest sandsynligt – at læredet belyses fra en enkelt lyskilde. Lyskilden må da være af lyserød farve. Et område, der i en sådan belysning ikke reflekterer en smule rødt, må være grønligt eller blåligt. Og sådan forekommer skyggen os dertor.

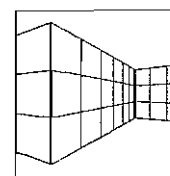
Nojagtig det samme sker, hvis en grøn figur var malet på læredet og belyst med lyserødt lys. Den grønne farve reflekterer især lys af middel bølglængde. Da det lyserøde lys er fattigt på den grønne bølglængde, reflekteres lige meget lys af rødt og grønt, og resultatet bliver hvidt. Men figuren opfattes som grøn, fordi synssansen tager hensyn til belysningen.

Så let narres øjet

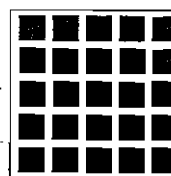
Vi forventer lys fra oven
Derfor bliver dette mønster til et x af buler, hvis bladet drejes 90 grader til højre.



Perspektiv snyder øjet
Prøv at afgøre på øjemål, om de to tykt optrukne lodrette linier er lige lange. Og mål så efter.

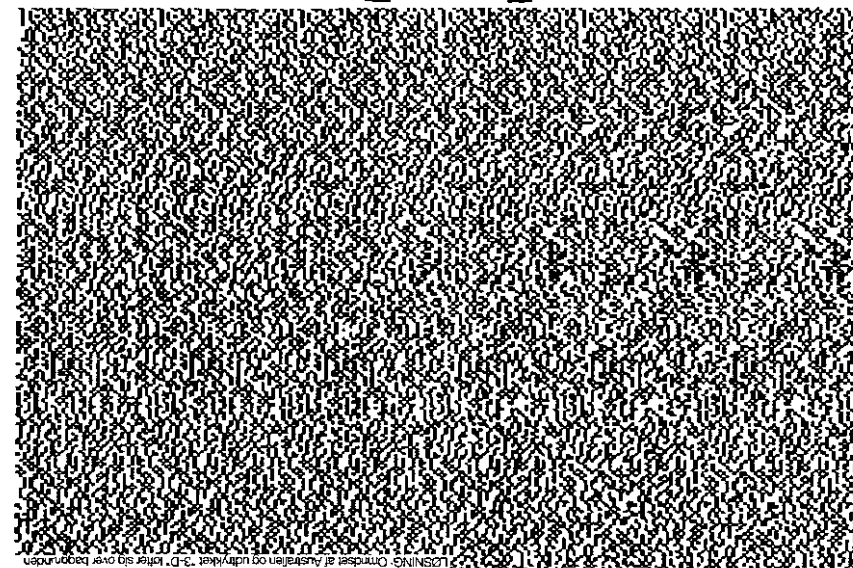


Sort og hvidt blandes i øjet
Derfor ser det ud, som om der er grå pletter i de hvide kryds mellem de sorte firkanter.



Sådan forvandles to synsindtryk til et tredimensionalt billede i hjernen

Tag et stykke karton i A4-format og placer det på højkant mellem de to kvadrater herunder, men oven over mønsteret. Kig, så højre øje kun ser højre kvadrat, og venstre øje kun ser venstre kvadrat. De to kvadrater skal smelte sammen til et. Lad nu blikket glide ned over tegningen. Hjernen vil opfatte de to halvbilleder som ét 3-D billede. Tegningen gemmer både et ord og et landkort.



SANSEN, DER LET BEDRAGES. Selv om synet er den sans, der har fået mest plads i hjernen, så kan den let bedrages. Det kan for eksempel være svært at se, om perspektivet i en tegning viser hullheder eller buler. Og et mønster kan skjule en kode.

nen, hvor yderligere fortolkning af synsindtrykkene foregår. En slags visuel hukommelse sidder for eksempel i hjernens tindingedel. Her findes celler, som reagerer ene og alene på meget specielle indtryk, fx kendte ansigter. Fordi disse celler er nødvendige for, at vi kan genkende fx vores bedstemor, har forskerne døbt dem "bedstemorceller".

Skader i hjernens tindingelap kan føre til, at et menneske får svært ved at genkende ansigter. I nogle tilfælde kan pati-

enten ikke genkende sin egen familie – ja ikke engang sit eget ansigt i et spejl.

De senere års forskning har altså afsløret en række nye træk ved synssansen. Men præcis hvordan de forskellige hjernecentre arbejder sammen, sådan at vi med vores bevidsthed kan opleve et helt billede, det ved forskerne endnu ikke.

Der eksisterer tilsyneladende ikke et overordnet område, hvor resultaterne af arbejdet i de forskellige centre samles. Til gengæld er der indbyrdes kommunikation

mellem de enkelte centre – frem og tilbage mellem V1, V2 og de mere specielle centre for farve (V4), bevægelse (V5) og formoplevelse (V3). Kommunikationen foregår desuden indbyrdes mellem V3, V4 og V5. Forskerne mener i øjeblikket, at det bevidste synsindtryk opstår under selve bearbejdningen af signalerne. Derfor er vores synsoplevelse af omgivelserne meget fleksibel. Den justeres hele tiden, så vi straks opfatter fx bevægelse og ændringer af lys og skygge.