

## SHF-bevilling

Ved den seneste ordinære uddeling fra Statens Humanistiske Forskningsråd gik den største enkeltbevilling til Center for Visuel Kognition (Institut for Psykologi), der blev tildelt 4.985.000 kr.



# OPMÆRKSOMHEDEN PÅ FORMEL

*Mens kærligheden nok aldrig bliver sat på formel, gælder dette ikke for et andet psykologisk fænomen: evnen til at være opmærksom. I disse år kombineres psykologiske teorier med matematik og hjerneforskning, og nye indsigter tegner sig.*

*Af Thomas Habekost og Søren Kyllingsbæk*

Hvert sekund står hjernen over for en udfordring: at udvælge netop den del af sanseindtrykket, som det er vigtigst for organismen at reagere på. Særligt i synssystemet er opgaven formidabel. Typisk er synsfeltet fuldt af objekter, der alle kræver et betydeligt arbejde af hjernen for at blive identificeret. Fra øjeblik til øjeblik må hjernen udvælge de få objekter, der er

mest interessante i situationen, og koncentrere sine ressourcer her. Ellers ville vi drukne i indtryk.

Denne udvælgelsesproces er mere central for forståelsen af hjernen, end man måske skulle tro. Den menneskelige hjerne består af milliarder af celler, der er forbundet på kryds og tværs i et utal af netværk. Dette komplekse arrangement ville ikke give mening,

medmindre aktiviteten blev integreret på en eller anden måde. Præcis hvordan dette sker, er stadig et af de store spørgsmål i hjernevidenskaberne, men effektiviteten kan vi ikke være i tvivl om: hjernen muliggør, at vi kan køre sikkert gennem myldretiden, reagere på netop de trafikanter vi skal, og endda føre en samtale under kørslen. En ganske imponerende præstation, når man tænker over det.

En nøgle til, hvad der sker i hjernen, kan måske leveres af psykologien. Her har man et andet, mere velkendt navn for udvælgelsesmekanismen: opmærksomhed. Den psykologiske tradition for opmærksomhedsforskning er for nylig sat i forbindelse med neurofysiologien. Resultatet peger på en forbløffende lighed mellem aktiviteten i den enkelte, mikroskopiske nervecelle, og hele personens evne til at udvælge sanseindtryk.

### **Eksperimentalpsykologi**

Opmærksomhedsforskningen har en lang historie. Allerede Leibniz gjorde sig tanker om opmærksomhedsfænomenet, som minder om vor tids teorier. For eksempel skelnede han mellem viljesmæssig styring og automatisk tiltrækning af opmærksomheden. Det var imidlertid først i slutningen af 1800-tallet, da psykologien blev udskilt fra sit filosofiske ophav, at en videnskabelig undersøgelse af fænomenet begyndte. Eksperimentalpsykologiens pionerer – Fechner, Wundt, Helmholtz og andre – udviklede teknikker til at undersøge sammenhængen mellem fysisk stimulation og psykologisk perception. Et typisk eksempel er en test, der i udbygget form stadig bruges i dag: den såkaldte ”whole report”. I denne simple test blev forsøgspersonen vist nogle simple objekter i et kort tidsrum, og skulle dernæst gengive så meget som muligt. Et vigtigt fund fra denne tidlige forskning var, at vi ved hjælp af synet ikke kan opfatte mere end cirka fire særskilte objekter ad gangen. Vores visuelle opmærksomhedskapacitet er

altså stærkt begrænset. Dette resultat er siden fastslået som en lovmæssighed indenfor kognitionspsykologien.

Omkring 1920 blev eksperimentalpsykologiens tidlige interesse for mentale tilstande fortrængt af behaviorismens fokus på den ydre adfærd. Opmærksomhedsbegrebet, og ideen om aktiv udvælgelse af bevidsthedsindhold, blev for en tid erstattet af teorier om stimulus-respons mekanismer. Siden 1960'erne er teorier om indre kognitive processer dog vendt stærkt tilbage. Der er nu tale om et af de største forskningsområder i psykologien, med snesevis af internationale tidsskrifter. Den metodiske udvikling er blandt andet gået i retning af en raffinering af eksperimenterne, så de muliggør en matematisk modellering af forsøgspersonens præstation. Ind imellem har dette afsløret nogle overraskende simple sammenhænge i dét psykologiske system, vi ellers er vant til at betragte som noget af det mest udviklede i verden. For eksempel viste forskere ved Center for Visuel Kognition i 1970'erne, at op- og nedskalering af forestillingsbilleder i bevidstheden følger et lineært tidsforløb. Denne mentale aktivitet, som er et resultat af milliarder af neuroners interaktion, efterligner altså nøje en simpel, fysisk proces – selvom der på ingen måde er noget konkret billede i hjernen, der kan bevæges frem og tilbage i rummet.

En særligt frugtbar ide har været at opfatte kognitive fænomener som stokastiske hændelser. Altså at beskrive processerne ved sandsynlighedsfunktioner, ikke som ufravigelige lovmæssigheder. Inden for opmærksomhedsforskningen er dette princip repræsenteret i TVA (Theory of Visual Attention), der er udviklet på Københavns Universitet i 1980'erne og 1990'erne. Teorien har kunnet forklare resultaterne fra en lang række af de eksperimenttyper, der er udviklet i opmærksomhedsforskningen: visuelle søgeopgaver, distraktionsopgaver, målinger af den totale opmærksomhedskapacitet etc. På trods af sin brede anvendelighed er den grundlæggende teori dog simpel,

og beskriver opmærksomhedsprocessen med blot to ligninger.

Den ene ligning angiver, hvordan hvert objekt i synsfeltet får tildelt en "opmærksomhedsvægt". Det er almindelig anerkendt, at vi kun råder over en begrænset kapacitet til at forarbejde synsindtryk, og at opmærksomhedens funktion er at fordele denne sparsomme ressource. Vægtsætningen repræsenterer den mentale prioritering, der foregår kort efter objekterne registreres på øjets nethinde. Inden det rigtig forarbejdes får hvert objekt, i kraft af sin vægt, simpelthen tilknyttet en bestemt del af kapaciteten i det visuelle system.

Enhver der har arbejdet med computersyn kan bekræfte, at det er en svær opgave at identificere et virkeligt objekt ud fra det flimrende, todimensionale billede på nethinden. Dette er faktisk et stort forskningsområde blandt dataloger, også i København. Opgaven tager da også noget tid for hjernen at løse; i størrelsesordenen nogle tiendedele af et sekund. I denne periode kan man forestille sig, at der foregår et "kapløb" i det visuelle system. Den visuelle bevidsthed kan som nævnt kun rumme cirka fire særskilte objekter, og fungerer efter et først-til-mølle princip. Alle objekter konkurrerer om at blive først identificeret af synssystemet, og dermed indgå i bevidstheden.

Den anden ligning i TVA beskriver hvert objekts sandsynlighed for bevidst opfattelse som en funktion af tiden. Dette er endnu et eksempel på, at en avanceret mental proces kan beskrives ved en simpel matematisk funktion. Sandsynligheden for at blive indkodet synes nemlig at følge den såkaldte eksponentialfordeling, der også kendes fra modeller af radioaktivt henfald. Groft sagt vil dette sige, at et objekts chance for at opfattes bevidst er konstant i hvert enkelt øjeblik under indkodningsprocessen. Jo højere opmærksomhedsvægtningen af objektet er, des større er den konstant, der bestemmer sandsynligheden. Dette kan være baggrunden for, at vi som regel ender med at opfatte de objekter, der af den ene eller anden

grund er interessante for os: disse objekter får simpelthen tildelt mere forarbejdningskapacitet i det visuelle system, og bryder derfor hurtigere igennem til bevidstheden.

### **Det neurale niveau**

Den oprindelige TVA-model var baseret på psykologiske testdata. For nylig har man imidlertid opdaget en parallel mellem TVAs ligninger og de processer, der foregår i den enkelte nervecelle. Nerveceller kan fyre meget eller lidt, alt efter hvordan de stimuleres af andre neuroner i netværket. Hver celle i det visuelle system er specialiseret, så den reagerer kraftigt på bestemte input, f.eks. runde eller grønne objekter, men mindre på andre typer objekter. Hvad gør cellen imidlertid, når den modtager input fra flere objekter på én gang? Hvilket objekt skal så bestemme, hvor meget cellen fyrer? Her har vi på mikroplan det problem, som hele organismen også står over for.

Svaret kan måske findes i undersøgelser af cellerne i makakabens hjernebark. Makakabens lille hjerne har godt nok ikke de anatomiske strukturer, som muliggør bl.a. sprog og abstrakt tænkning hos mennesker. Til gengæld har den et højt udviklet synssystem, der har meget til fælles med vores. Og nok så vigtigt: man kan måle aktiviteten i enkelte af abens celler ved at lægge små elektroder ind i dens hjerne, en procedure der ville være for invasiv at bruge på mennesker. Det skal dog bemærkes, at aben ikke føler nogen smerte under disse målinger.

Resultater fra laboratorier i USA og Italien tyder på, at den enkelte nervecelle kun reagerer på ét objekt ad gangen, selv om den modtager input fra flere. Det er som om de øvrige objekter bliver filtreret helt ud af cellens "synsfelt". Nok så interessant: sandsynligheden for, at det ene eller andet objekt bliver selekteret, kan beskrives ved netop det vægtprincip, der findes i TVAs to ligninger. På sin vis opfører den mikroskopiske celle sig altså som hele personens opmærksomhedssystem.

I modsætning til personen giver det selvfølgelig ikke mening at sige, at cellen er bevidst om noget. Den "ser" ikke noget objekt. Alligevel er dens fysiske aktivitet – sammen med aktiviteten i milliarder af andre celler som den – grundlaget for vores bevidste oplevelse. Og matematikken tyder altså på, at der foregår noget lignende på disse vidt forskellige planer i systemet: den enkelte celle og hele organismen. Der findes endda psykologisk forskning der tyder på, at TVAs ligninger er relevante for flere af hjernens funktioner end blot opmærksomhed. Således er der publiceret arbejde fra forskere i USA, der knytter TVA-modellen til fænomener som hukommelse og indlæring. På vort eget center forskes der også i sammenhængen mellem visuel opmærksomhed og korttidshukommelse. De kommende år vil vise, hvor langt teoriens principper rækker.

### **Psykologi og neurologi**

Sammenkoblingen af TVA med neurofysiologi er et eksempel på den fusion, der er godt på vej mellem eksperimentalpsykologi og hjernevidenskab. Den nye forskningsgren, *kognitiv neurovidenskab*, er i øjeblikket et af de største vækstfelter i videnskaben overhovedet. Allerede for over hundrede år siden forestillede psykologiens og neurologiens pionerer sig, at de to videnskaber skulle virke gensidigt berigende. Når alt kommer til alt, ville der jo ikke være noget psykologisk liv uden hjernen. Omvendt er hjernen en anatomisk struktur, hvis funktion i det væsentlige må forstås psykologisk. Op til 1980'erne har der dog kun været ét område, hvor forskningen for alvor kunne mødes: i det kliniske studium af hjerneskade. Ved at se på, hvordan læsioner i afgrænsede områder af hjernen ændrede den psykologiske funktion, kunne man begynde at kortlægge den funktionelle anatomi. Dette har for eksempel ført til det basale fund, at højre hjernehalvdel generelt er vigtigere end venstre, når det gælder visuel opmærksomhed. Patienter med skade i højre hjernehalvdel får ofte et syndrom, hvor de

systematisk overser hændelser i den ene halvdel af synsfeltet. Disse velkendte fund er under uddybning i et aktuelt forskningsprojekt, hvor patienter fra hospitaler i København testes med eksperimenter designet efter principperne i TVA.

Koblingen mellem psykologi og neurologi tog for alvor fart i 1980'erne, da det blev muligt at scanne hjernens aktivitet under udførelse af psykologiske opgaver. Høj aktivitet i et bestemt område medfører nemlig en ændret blodgennemstrømning, hvilket de nye scannere kunne registrere. Scanningsteknikkerne bliver stadig bedre, og har blandt andet muliggjort undersøgelser af de anatomiske netværk i hjernen, der er aktive under opmærksomhedsprocessen. Resultaterne har vist sig at være i generel overensstemmelse med erfaringerne fra hjerneskadestudier, men også at kunne udbygge disse på afgørende vis. Givet scanningsmetodernes muligheder er der ingen tvivl om, at vi vil blive ved at se væsentlige opdagelser fra denne kant.

Det er klart, at forskning inden for kognitiv neurovidenskab kalder på et samarbejde på tværs af traditionelle faginddelinger. I Københavnsområdet er dette blandt andet løst ved det murstensløse Copenhagen Brain Research Center, hvor forskere fra Københavns Universitet, Rigshospitalet, Danmarks Tekniske Universitet og Farmaceutiske Højskole - spændende fra naturvidenskab over sundhedsvidenskab til humaniora – har fundet sammen i én ramme. Den private sektor er såmænd også repræsenteret, gennem H. Lundbeck A/S. Psykologiens bidrag er Center for Visuel Kognition, hvor TVA-modellen er blevet udviklet.

Efter denne rundtur i et nyt forskningsområde er det vigtigt at minde om – hvis nogen skulle være i tvivl - at psykologi trods alt er andet end naturvidenskab. Vi nærmer os en detaljeret matematisk beskrivelse af, hvordan et synsindtryk bliver udvalgt til bevidstheden, men til at beskrive selve den bevidste *oplevelse* –

objekts fremtræden for subjektet – rækker hverken statistik eller neurologi. Således vil der stadig være brug for den kvalitative indgangsvinkel, som vi kender fra andre områder i psykologien. En af de kommende årtiers største udfordringer vil være at bygge bro mellem kvantitative og kvalitative vinkler på menneskets mentale liv.

*Thomas Habekost (ph.d.-stipendiat, cand.psych.) og Søren Kyllingsbæk (adjunkt, ph.d.) er medarbejdere på Center for Visuel Kognition. Centret ledes af professor, dr.phil. Claus Bundesen og docent, dr.phil. Axel Larsen.*