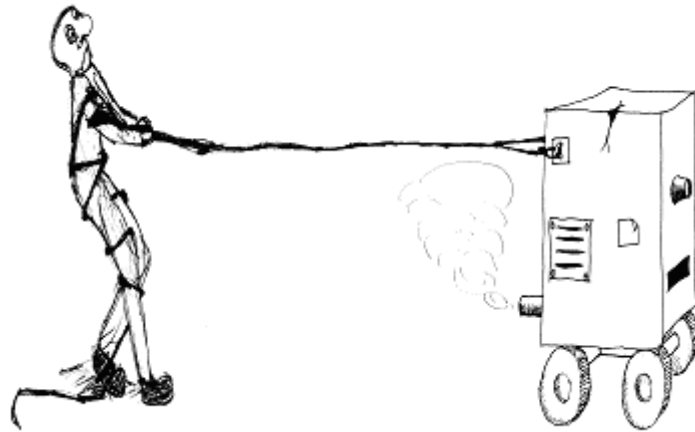


Selektiv visuel opmærksomhed

- automatisering og visuel kompleksitet



v. Søren Kyllingsbæk

Psykologisk Laboratorium

Juli 1997

Vejleder: Claus Bundesen

INDHOLDSFORTEGNELSE

1. FORORD	4
2. PROBLEMFORMULERING	4
3. DISPOSITION	5

DEL I

4. INDLEDNING	6
5. SELEKTION.....	8
6. EARLY- VS. LATE-SELECTION	9
7. PARALLEL OG SERIEL FORARBEJDNING.....	10
8. BOTTOM-UP VS. TOP-DOWN PROCESSERING	11

DEL II

9. AUDITIVE UNDERSØGELSER OG TEORIER.....	12
10. ‘THE COCKTAIL PARTY PROBLEM’	12
11. EARLY-SELECTION	14
12. LATE-SELECTION.....	16
13. TREISMANS “ATTENUATION” MODEL	18
14. OPSAMLING.....	20

DEL III

15. VISUELLE UNDERSØGELSER	22
16. DEN VISUELLE KORTTIDSHUKOMMELSE OG PARTIALREPORT PARADIGMET	22
17. AUTOMATISKE OG STYREDE PROCESSER.....	25
18. FEATURE INTEGRATION TEORIEN OG VISUAL SEARCH.....	29
19. STIMULUSLIGHED	34
20. GUIDED SEARCH.....	37
21. A THEORY OF VISUAL ATTENTION	40
22. SELEKTIV OPMÆRKSOMHED OG ORDGENKENDELSE	45
23. AUTOMATISK TILTRÆKNING AF OPMÆRKSOMHEDEN.....	47
24. NAVNEFORSØG	52

DEL IV

25. EKSPERIMENTERNE GENERELT	54
26. EKSPERIMENT 1.....	55
27. EKSPERIMENT 2.....	63
28. EKSPERIMENT 3.....	67
29. EKSPERIMENT 4.....	74
30. GENEREL DISKUSSION.....	78
31. AFSLUTTENDE BEMÆRKNINGER OG OPSUMMERING	81
32. LITTERATURLISTE.....	84

1. FORORD

Det empiriske arbejde, der præsenteres i denne afhandling, er blevet udført i samarbejde med doktor Werner X. Schneider på Max-Planck instituttet for psykologisk forskning og Ludwig-Maximilian Universitetet i München i perioden 1. marts til 31. maj 1997. Arbejdet blev støttet ved et Fortbildungsstipendium fra Max-Planck selskabet. Jeg takker hermed Werner X. Schneider for et særdeles frugtbart samarbejde, praktisk hjælp og et inspirationsfyldt ophold i de tre måneder. Endvidere vil jeg takke Xandi Martz og Alexandra Tins for praktisk hjælp i forbindelse med udførelsen af eksperimenterne. Endelig skal Rainer Wolff takkes for gode diskussioner og hjælp med de få praktiske problemer, der opstod.

Afhandlingen skal tillige ses i lyset af et fireårigt samarbejde med min lærer professor Claus Bundesen, der startede i foråret 1993 med gennemførelsen af to kognitionspsykologiske eksperimenter vedrørende visuel opmærksomhed og betydningen af forsøgspersoners eget fornavn. Resultatet af disse forsøg vil blive beskrevet nærmere i afhandlingens teoretiske del. Jeg takker hermed Claus Bundesen for en særdeles spændende og inspirationsfyldt tid, hvor det har været muligt at kombinere studier og forskning på en værdifuld og konstruktiv måde. Endvidere vil jeg takke mine studiekammerater Kristján J. Houmann og Rune M. Jensen for godt samarbejde i perioden og endelig professor Axel Larsen og adjunkt Hitomi Shibuya for lærerige diskussioner i diverse sammenhænge.

Forsiden

Tegningen på afhandlingens forside skal illustrere to typer af mentale processer, der i visse tilfælde arbejder i modsat retning af hinanden. Den ene type af processer er voluntære og styret af vore intentioner, hvorimod den anden type forløber automatisk og involuntært.

2. PROBLEMFORMULERING

Denne afhandlings formål er at belyse *selektiv visuel opmærksomhed* hos mennesker, herunder specielt hvorledes gentagende træning kan give anledning til automatisering af de underliggende processer. Ydermere vil jeg i afhandlingen redegøre for interaktionen mellem denne automatisering og den visuelle kompleksitetsgrad af de indlærte stimuli.

3. DISPOSITION

Afhandlingen er disponeret i fire dele: Indledning, auditive undersøgelser og teorier, visuelle undersøgelser og teorier og endelig egne empiriske undersøgelser.

I afhandlingens indledning vil de væsentligste begreber blive taget op og klargjort for læseren og således danne grundlag for beskrivelsen af de to problematikker, der er hovedtemaer i afhandlingens teoretisk såvel som empirisk del: Early- vs. late-selection og automatisk tiltrækning af opmærksomheden.

Den første problematik angår spørgsmålet om, hvorvidt udvælgelsen af information i nervesystemet sker før eller efter genkendelsen af denne. Problematikken knytter sig således til overvejelser vedrørende kapacitetsbegrænsninger i nervesystemet og typen af forarbejdning, som finder sted i dette. Hovedparten af afhandlingens teoretiske del vil omhandle diskussionen af denne problematik.

Den teoretiske del vil endvidere belyse undersøgelser vedrørende automatisk tiltrækning af opmærksomheden, hvilket vil lede frem til en diskussion af sammenhængen mellem graden af stimuluskompleksitet og automatiske skift af opmærksomheden. Efterfølgende vil fire eksperimentelle undersøgelser og resultaterne af disse blive beskrevet.

Undersøgelserne ophandler automatiske skift af opmærksomheden efter langvarende træning ved fire forskellige forsøgsparadigmer. Herunder replikeres Shiffrin og Schneider (1977) forsøg 4d, som er hovedinspirationskilden til eksperimenterne. Resultaterne af de fire forsøg viste, at effekten af automatiske skift af opmærksomheden er stærkt afhængig af det anvendte forsøgsparadigme. De teoretiske konsekvenser af dette vil blive drøftet i den afsluttende diskussion.

Ordforklaringer og oversættelser

Inden afhandlingen tager sin egentlige begyndelse, vil det være hensigtsmæssigt med lidt begrebsafklaring: Udvalgelse og selektion vil blive brugt som synonyme for at skabe variation i sproget. Ligeledes vil egenskab og karakteristika blive anvendt som begreber med den samme betydning.

Endelig vil følgende engelske fagudtryk ikke blive oversat til dansk, hvor dette bryder med tekstens naturlige forløb, eller hvor det kan virke meningsforstyrrende: Ved *trial* (dom) forstås præsentation og efterfølgende respons, en trial er følgelig den mindste enhed i et forsøg - det mindste "delforsøg". Ved *target* (målobjekt) og *distractor* (distraktor) forstås elementer, der er defineret som henholdsvis relevante og irrelevante i forhold til den givne forsøgsopgave. Andre anvendte engelsksprogede begreber vil blive defineret, når disse introduceres i teksten.

DEL I

4. INDLEDNING

William James (1890, pp. 403-404) skriver i sit berømte citat om opmærksomhed:

Everyone knows what attention is. It is the taking possession by the mind, in clear and vivid form, of one out of what seem several simultaneously possible objects or trains of thought. Focalization, concentration of consciousness are of its essence. It implies withdrawal from some things in order to deal effectively with others, and is a condition which has a real opposite in the confused, dazed, scatterbrained state which in French is called *distracted*, and *Zerstreuung* in German.

Opmærksomheden er således den "kraft", der bestemmer, hvad indholdet af vores bevidsthed skal være. Den indvirker på vores perception, forståelse, evne til at skelne og huske, og i adfærden sætter den os i stand til at reagere hurtigere (James, 1890, pp. 424-425). Forståelsen af de mekanismer, som ligger bag dette begreb, bliver derfor vigtig i enhver forståelse af det menneskelige sjæleliv (såvel som dyrenes).

For at nå til en videnskabelig redegørelse for problemet bliver man imidlertid nødt til at træde et skridt tilbage og overveje problemstillingen på afstand. I sin metateori om informationsbearbejdende systemer giver Marr (1982) et bud på, hvorledes dette kan gøres. Han foreslår, at man angriber problemet på tre forskellige niveauer: 1) Beregningsteoretisk, 2) algoritme- og 3) konkret implementeringsniveau. Ved det første niveau bestemmes, hvad formålet med systemet er, fx hvorledes det kan tænkes at være udviklet gennem evolutionen, således at det har sikret overlevelsen for den organisme, der besidder det. Algoritmeniveauet belyser i abstrakte termer, hvorledes systemet er opbygget og fokuserer især på, hvorledes informationen repræsenteres i dette. Endelig beskriver det konkrete implementeringsniveau, hvorledes systemet kan realiseres fysisk.

Når man anvender denne teori på begrebet opmærksomhed, får man følgende resultat: Beregningsteoretisk set er opmærksomhedens formål, som W. James (1890) beskriver det i citatet: *At kunne se bort fra noget for effektivt at kunne forholde sig til noget andet.* Formålet med vores opmærksomhed bliver således at selekttere eller sortere i den indkomne information eller de mulige handlinger, vi kan foretage, for enten at kunne fokusere på den vigtigste del af informationen eller udføre den optimale handling i en given situation. På algoritmeniveauet bliver det essentielt at undersøge, hvilke former for repræsentationer opmærksomheden arbejder på, og hvorledes opmærksomheden i sig selv er repræsenteret. De fleste traditionelle kognitionpsykologiske teorier bevæger sig på dette niveau. Endelig bør en fyldestgørende redegørelse for opmærksomheden også indeholde bud på, hvorledes opmærksomheden fysisk er repræsenteret i centralnervesystemet ved undersøgelse af raske

forsøgspersoner, hjerneskadede patienter og dyremodeller (se fx Duncan, Humphreys & Ward, in press; Farah, 1991; Posner & Raichle, 1994; Schneider, 1995).

Men inden man bevæger sig ind i en undersøgelse af opmærksomheden, er det naturligvis vigtigt at tage endnu et skridt tilbage og overveje, om opmærksomheden eksisterer som entitet eller i virkeligheden er et samlebegreb, som vi i daglig tale benytter om vidt forskellige adfærdsmæssige såvel som kognitive processer. Man kan også stille spørgsmålet i mere konkrete termer: Er opmærksomheden ét centralt center i hjernen, der styrer de andre processer i denne for derigennem at bestemme indholdet i vores bevidsthed og vore handlinger? Eller er opmærksomheden i virkeligheden blot resultatet af vidt forskellige processer i hjernen og disses interaktion med hinanden og omverden? En helt tredje mulighed er, at opmærksomheden blot er det redskab, som en immateriel sjæl benytter til at styre hjernens processer (homunculus tankegangen).

Den danske psykolog E. Rubin belyser denne problematik i sin redegørelse for opmærksomheden i Salmonsens Konversationsleksikon (Rubin, 1924, p. 539):

Den videnskabeligt korrekte Opfattelse er, at O[pmærksomheden]. ikke er andet end et Navn paa forsk., skiftende Faktorer, og ikke er en enkelt Kraft eller Virksomhed ved Siden af (ell. endog overordnet) disse.... Paavirkningernes Styrke og Nyhed m. m. anføres saaledes ofte som Betingelser for O.; Sagsforholdet er imidlertid ikke, at disse Faktorer er Betingelser for O., der saa igen betinger tilsvarende Bevidsthedsdannelser; men disse Faktorer er selv direkte Betingelser for de tilsvarende Bevidsthedsdannelsers Optraeden.

Endelig konkluderer Rubin (1924. p. 539):

I Overensstemmelse med, at O. kun er Fællesnavn for en Rk. Faktorer, gælder det at O. i den psykologiske Litt. faktisk forsvinder som Forklaring, efterhaanden som Forskningen trænger frem og faar Indsigt i de særlige Faktorer, der virker i hvert enkelt Tilfælde.

Rubin tilslutter sig derved opfattelsen af, at opmærksomheden ikke er en entitet i sig selv, men resultatet af flere forskellige processer (i hjernen) og disses vekselvirkning med det omkringliggende miljø. Endelig slutter Rubin, at resultatet af den psykologiske forskning må blive, at opmærksomheden som begreb opløses, når de virkelige underliggende faktorer afdækkes. Indeværende tekst er i overensstemmelse med dette synspunkt, og har derfor som beskrevet i problemformuleringen som hovedformål at forsøge at afdække en flig af disse faktorer: Automatisering og stimuluskompleksitet.

5. SELEKTION

Før en nærmere redegørelse for den historiske udvikling af teorier om opmærksomheden vil jeg kort ridse op, hvad der forstås ved selektion samt beskrive tre vigtige begrebsdikotomier.

Ved selektion forstås udvælgelse af noget information frem for andet, hvilket som beskrevet i det foregående afsnit er et af de centrale aspekter ved opmærksomhed. Når vi ser eller lytter ud i verden, vælger vi samtidig (både voluntært og involuntært), hvad vi vil percipere, og navnlig hvad vi *ikke* vil percipere. Når vi læser i en bog i bussen, vælger vi at være opmærksomme på teksten og vores egen indre stemme og fravælger de omgivende stimuli det være sig vores medpassagerer eller larmen fra trafikken. Vi fylder vores begrænsede bevidsthed med det, der i en given situation synes relevant og holder det ude, som ikke synes relevant.

I den sidste bemærkning er det vigtigt at hæfte sig ved, at bevidstheden er *begrænset*. Det er netop denne begrænsning, der ofte gøres til argument for nødvendigheden af udvælgelsesprocessen (se fx James, 1890, pp. 405-409; Broadbent, 1958, kap. 3). Hvis vores bevidsthed kun var begrænset af vores sansemæssige kapacitet, var der jo umiddelbart ikke brug for nogen selektion, og opmærksomheden som genstand såvel som begreb ville være overflødig. Det skal dog nævnes, at selektionen ikke nødvendigvis sker pga. et kapacitetsproblem i vores perceptuelle system, men logisk set ligeså godt kan have sin årsag i, at vi til enhver tid kun kan foretage os ganske få handlinger. Hvis sidstnævnte er tilfældet, er det naturligvis hensigtsmæssigt, at indholdet af bevidstheden er begrænset til et "lille" antal percepter, som vi efterfølgende kan handle ud fra.

I begge tilfælde er det under alle omstændigheder vigtigt, at udvælgelsesprocessen er "intelligent", hvilket vil sige, at den formår at udvælge de stimuli/idéer, der i en given situation er vigtigst for organismen og dennes overlevelse. Det er netop graden af "intelligens", som er debattens centrum i diskussionen om early- i forhold til late-selection, som er et af opgavens hovedtemaer.

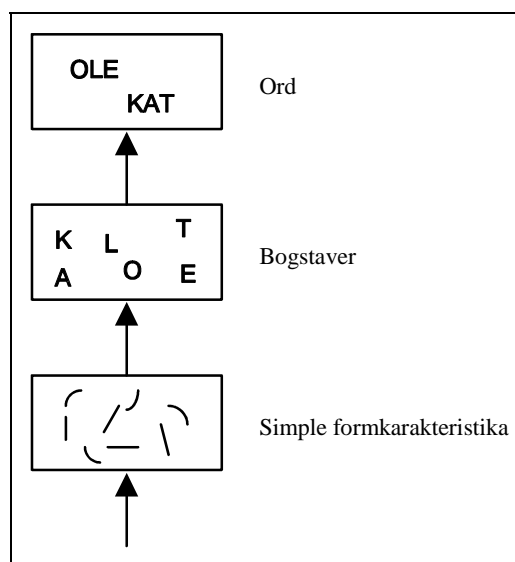
Ligesom det er tilfældet inden for andre områder af psykologien, opdeler man beskrivelsen af opmærksomheden som fænomen ved hjælp af forskellige dimensioner karakteriseret ved deres dikotomiske endepunkter. De vigtigste tre er: Early- vs. late-selection, parallel vs. seriel forarbejdning og bottom-up vs. top-down processering. De tre dikotomier vil blive gennemgået i de følgende afsnit.

6. EARLY- VS. LATE-SELECTION

For at gøre beskrivelsen af problematikken så let forståelig som muligt, vil jeg benytte et lille tænkt eksempel (som dog sandsynligvis ikke ligger langt fra virkeligheden, se fx McClelland & Rummelhart, 1986, kap. 16). På figur 1 er skitseret en model over, hvorledes genkendelsen af ord kan tænkes at finde sted. Som det ses består modellen af tre niveauer: Et modul for simpel formgenkendelse, et modul for genkendelse af bogstaver og til sidst et modul for genkendelse af hele ord (visuelle ordformer). Ordgenkendelse sker i denne model ved, at synsindtrykket først sammenlignes med simple formkarakteristika. Orienteringen og sammensætningen af disse bestemmer derefter aktiviteten af enheder i modulet for bogstavgenkendelse, hvis konfiguration efterfølgende bestemmer aktiviteten i modulet for genkendelse af hele ord. Modellen er således et hierarkisk system, hvor informationen bearbejdes på stadigt mere abstrakte niveauer.

Lad os forestille os, at vi præsenterer modellen for to ord (KAT og OLE) samtidig ved siden af hinanden, hvor modellen kun skal "være opmærksom på" det ord, hvis forbogstav indeholder en lodret streg (KAT) og så vidt muligt skal "se bort fra" det andet ord (OLE). Selektionen vil nu kunne finde sted allerede på det første niveau, idet den information, som er nødvendig for at løse opgaven, er repræsenteret her. Hvis vi derimod ændrer opgaven, således at modellen skal udvælge det ord, som ender på et T, kan selektionen ikke finde sted ved hjælp af det første modul, idet både E og T indeholder de samme simple formkarakteristika (lodrette og vandrette streger) og derfor ikke kan skelnes herpå. Selektionen kan derfor først ske efter, at bearbejdningen af bogstaver er tilendebragt i det andet modul, hvor forskellen mellem et E og et T er repræsenteret. Endelig kan vi forstille os en situation, hvor vi gerne vil have modellen til at udvælge det ord, som er et fornavn. Selektionen kan nu først ske, efter at ordene er helt færdigbearbejdede i det tredje og sidste modul, idet det først er her, at den nødvendige information er tilgængelig.

Early-selection teoretikere vil typisk hævde, at selektionen *kun* kan ske på grundlag af information i forholdsvis simple moduler (i dette tilfælde fx det første modul for simple formkarakteristika), hvorimod selektion på baggrund af komplekse/abstrakte egenskaber (hele ord, mening etc.) enten ikke er mulig eller ineffektiv. Logikken i early-selection teorierne er, at selektionsprocessen kun har sin berettigelse pga. kapacitetsbegrænsninger i



Figur A: Forarbejdningsforløb, hvor stimuli repræsenteres på stadigt mere abstrakte niveauer.

de øverste niveauer af informationsbearbejdningen, der virker som en “flaskehals” i den perceptuelle proces. Selektionsprocesserne sørger således for at udvælge den information, der til et givet tidspunkt er vigtigst at viderebearbejde. Med andre ord bliver opmærksomheden løsningen på “flaskehals-problemet” i den perceptuelle forarbejdning (e.g. Broadbent, 1958; Treisman, 1964).

Teoretikere inden for late-selection betvivler ovenstående problem mht. kapacitetsbegrænsningen i det perceptuelle system. I modsætning til early-selection teoretikerne mener de, at den perceptuelle forarbejdning *ikke* er karakteriseret ved en flaskehals, som bevirker, at kun en ganske lille del af informationen kan bearbejdes til de højeste abstraktionsniveauer. De mener derimod, at al den information, der til et givet tidspunkt løber igennem det perceptuelle system, bliver forarbejdet på *alle* niveauer. Udvælgelsesprocessen består ikke i at selekttere dele af den samlede information for videre forarbejdning, men i at udvælge den information, som til et givent tidspunkt er vigtig for organismens handlinger på kort såvel som langt sigt. Selektionsprocessen har således sin berettigelse i og med organismens responser i forhold til omverden, såvel som hukommelsen (se Duncan, 1980; Norman, 1968; van der Heijden, 1992, 1993).

7. PARALLEL OG SERIEL FORARBEJDNING

Parallel og seriel forarbejdning nævnes ofte i forbindelse med diskussionen af early- såvel som late-selection. I early-selection teorierne regnes de første primitive bearbejdningstrin for parallelle, hvorimod de senere abstrakte processeringsniveauer er serielle af natur, hvilket giver anledning til den ovennævnte kapacitetsbegrænsning. De første parallelle trin kaldes ofte for “preattentive”, idet informationsbearbejdningen i disse trin er uafhængige af opmærksomheden.

Da der i late-selection teorierne ikke regnes med et kapacitetsproblem i den perceptuelle bearbejdning, er det naturligt at opfatte denne som parallel, således at det serielle element og dermed kapacitetsbegrænsningen først findes efter denne, dvs. ved lagring i langtidshukommelsen og udvælgelse af responser. Spørgsmålet om, hvorvidt et givet forarbejdningstrin i den perceptuel proces forgår parallelt eller serielt, er følgelig blevet centralt i diskussionen af early- vs. late-selection teorierne og genstand for mange undersøgelser. For en nærmere uddybning af forholdet mellem serielle og parallelle processer henvises læseren til Townsend og Ashby (1983).

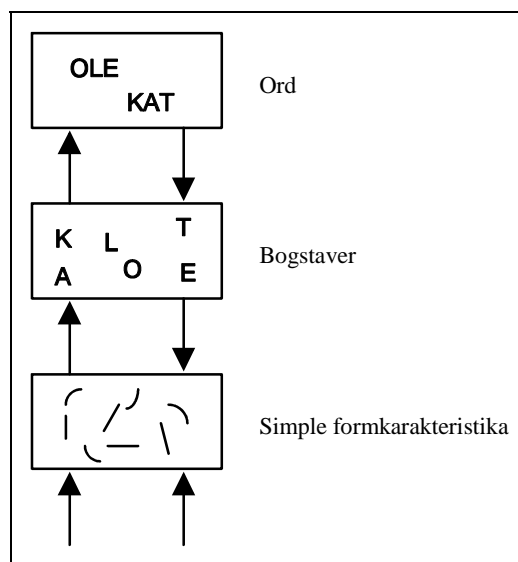
8. BOTTOM-UP VS. TOP-DOWN PROCESSERING

Basalt beskriver denne dikotomi det faktum, at informationsbearbejdningen i centralnervesystemet både er styret af ydre stimuli og indre indstillinger/forventninger. I figur 2 har jeg genbrugt figuren vedrørende niveauet for selektion med den ændring, at processerne mellem ord, bogstav og formkarakteristika går i begge retninger. Ofte modelleres kognitive processer som stigende i

kompleksitetsniveau i en opadgående retning, således at input fra sanserne indtræder i modellens nederste del for at blive videre bearbejdet på stadig mere abstrakte niveauer.

Det er af denne grund, at dikotomien har fået sin lidt underlige betegnelse. Processerne på hvert niveau af modellen bliver både påvirket af informationen i det underliggende (bottom-up) såvel som det overliggende niveau (top-down). Genkendelsen af bogstaver påvirkes fx ikke kun af aktiviteten i modulet for identifikation af simple formkarakteristika, men også af aktiviteten i det ovenliggende modul for ordgenkendelse. Sidstnævnte ses fx i “word

superiority” effekten, hvor bogstaver i meningsløse tekststrengte identificeres langsommere end bogstaver i almindelige ord (se Humphreys & Bruce, 1991, pp. 235-236, for en nærmere gennemgang af fænomenet). Dette sker antageligt, fordi processerne i de forskellige moduler arbejder i kaskader, således at forarbejdningen på et niveau starter før forarbejdningen på det lavereliggende niveau er tilendebragt, og således kan virke tilbage og lægge en bias for resultatet af bearbejdningen i det underliggende modul. Endvidere kan vores forventninger påvirke forarbejdningen: Hvis vi fx forventer at møde et specifikt ord, når vi læser en sætning, virker indholdet af teksten ind, således at vi fx overser stavfejl i denne eller er længere tid om at genkende et uventet ord.



Figur B: Figur til illustration af forskellen mellem bottom-up og top-down processering.

DEL II

9. AUDITIVE UNDERSØGELSER OG TEORIER

I løbet af 50'erne og 60'erne blev der udført flere auditive undersøgelser med henblik på at afdække forhold omkring selektiv opmærksomhed. I dette afsnit vil nogle af de mest centrale undersøgelser blive taget op, hvilket vil lede videre til en diskussion af selektiv visuel opmærksomhed i det efterfølgende afsnit. Det kan umiddelbart virke en smule uhensigtsmæssigt at starte en gennemgang så forholdsvis tidligt, men da diskussionen i de senere studier er stærkt præget af tankegangen i de ældre undersøgelser og diskussioner, er det af væsentlig afklarende betydning at medtage disse. Ydermere er nogle af hovedaktørerne i diskussionerne inden for visuelle studier af selektiv opmærksomhed de samme, som deltog i ditto inden for det auditive område op gennem 50'erne og 60'erne, hvilket igen gør det påtrængende at belyse, hvor oprindelsen for deres synspunkter ligger.

10. 'THE COCKTAIL PARTY PROBLEM'

I sit klassiske forsøg er Cherry (1953) en af de første til at belyse selektion af auditive stimuli. Cherry er herunder ophavsmand til begrebet 'the cocktail party problem', der beskriver evnen til at lytte til en samtale og se bort fra alle andre samtaler fx til en fest. Det er således ikke, som mange tror, det samme som pludselig at høre sit eget navn i en anden samtale. Jeg vil vende tilbage til dette fænomen senere.

Cherry (1953) beskriver syv forsøg, hvori forsøgspersonerne samtidig fik præsenteret to forskellige beskeder af ca. 150 ord. I de første tre forsøg var beskederne indtalt af den samme person og blev præsenteret igennem én højttaler. Beskederne var derfor ækvivaleret for position i rummet, stemmeklang samt accent, og adskilte sig således kun ved deres semantiske indhold. Forsøgspersonernes opgave i det første forsøg var mundtligt at gentage indholdet af en af de to beskeder ved hjælp af gentagende gennemspilninger.

Forsøgspersonerne syntes alle, at opgaven var svær og brugte mellem 10 og 20 gennemspilninger for at nå til et tilfredsstillende resultat. Dette var dog overraskende godt, idet forsøgspersonerne kun lavede ganske få fejlцитater fra den irrelevante besked. Hvis forsøgspersonerne fik lov til at nedskrive beskederne under gennemhøringen, var opgaven væsentligt lettere, hvilket belyser, hvor vigtig langtidshukommelsen er i denne form for opgave.

I det efterfølgende forsøg var beskederne udskiftet med sekvenser af klichéer taget som udklip fra diverse aviser. Forsøgspersonerne havde derfor ingen mulighed for at udnytte indholdet i den relevante besked til at bestemme hvilke sætninger, der fulgte efter hinanden. Dette viste sig også med stor tydelighed i resultaterne, hvor forsøgspersonerne

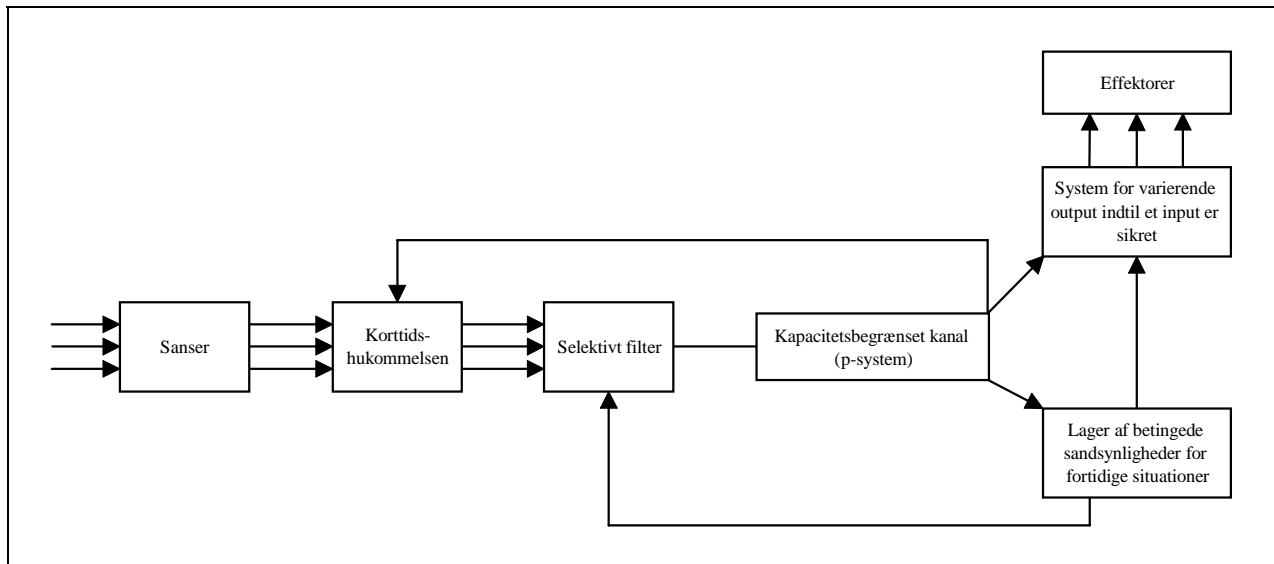
ofte skiftede frem og tilbage mellem de to beskeder. Genkendelsen af de enkelte klichéer skete imidlertid uden større anstrengelser ofte blot efter identifikation af de første to ord i sætningen. Det lader således til, at det var *overgangssandsynlighederne*¹ mellem to sætninger i en besked, der gjorde det muligt forsøgspersonerne at frembringe et tilfredsstillende resultat i det første forsøg. Når disse sandsynligheder nærmede sig nul, hvilket var tilfældet i forsøg 2, var forsøgspersonerne nødt til at gætte. Dette kom til udtryk i de mange skift mellem de to beskeder.

I de efterfølgende fem forsøg undersøgte Cherry selektionsprocessen i et paradigme, hvor forsøgspersonen fik præsenteret en besked til højre øre og en anden til venstre øre. Forsøgspersonens opgave var at "skygge" den ene besked, hvilket bestod i at gentage indholdet af beskeden samtidig med, at denne blev afspillet. Forsøgspersonerne gentog typisk beskeden med en mindre tidsforskydning og tilsyneladende uden store vanskeligheder. Efter forsøgspersonen havde udført opgaven, blev vedkommende udspurgt om de to beskeders indhold. Generelt havde forsøgspersonerne kun ganske lille viden om, hvad indholdet af den relevante besked havde været på trods af, at de havde gentaget beskeden og dermed genkendt hvert af ordene i denne. Hukommelsen for indholdet af den irrelevante besked var endnu mindre end for den relevante besked, idet forsøgspersonerne kun havde bemærket, at der var lyd i denne kanal og intet vidste om beskedens indhold. Forsøgspersonerne opdagede således ikke visse ændringer i den irrelevante besked fx skift fra engelsk til tysk eller skift fra engelsk til engelsk spillet baglæns². Derimod bemærkede mange forsøgspersoner skift fra mande- til kvindestemme og skift fra engelsk til en 400 Hz sinustone. Endelig undersøgte Cherry i de to sidste forsøg effekter af tidsforskydningen mellem de to beskeder. Resultaterne er dog ikke centrale for denne gennemgang, hvorfor de er udeladt her.

Hovedresultatet fra Cherry (1953) er følgelig, at forsøgspersoner efter gentagende afspilninger kan skelne to beskeder, der kun adskiller sig ved deres semantiske indhold, hvis dette er sammenhængende. Desuden kan forsøgspersoner selekere mellem to beskeder, som høres i hvert sit øre. Hvis forsøgspersonen er opmærksom på den ene besked, vil dette endvidere føre til, at information i den anden irrelevante besked ikke trænger igennem til forsøgspersonens bevidsthed/hukommelse. Kun simple fysiske karakteristika registreres, som fx om beskeden er indtalt af en mand eller kvinde, eller hvis en anden lydtype indsættes.

¹ Med overgangssandsynligheder forstås de kontekstbestemte sandsynligheder, der knytter sig både til den mening, som beskeden rummer og rækkefølgen af ordene i det normale sprog. I det første tilfælde kan det være sandsynligheden for, at et specifikt ord er associeret til den kontekst, som den relevante besked har. I det andet tilfælde kan det fx være sandsynligheden for, at et ord generelt vil efterfølge et andet ord i en sætning.

² Enkelte forsøgspersoner bemærkede dog, at der var noget underligt ved den irrelevante besked.



Figur C: Broadbents filtermodel for selektiv opmærksomhed (Broadbent, 1958, p. 299).

11. EARLY-SELECTION

I 1958 udkommer Broadbents bog *Perception and Communication*, som danner ramme for den første egentlige model for selektiv opmærksomhed. Bogen er samtidig en af de første publikationer, der direkte repræsenterer *informationsprocesseringsteorien* om mentale processer, og bliver således en vigtig del af grundlaget for den moderne kognitionspsykologi og opgøret med behaviorismen.

I figur 3 ses Broadbents (1958) model for sansning, selektion, perception, hukommelse og respons. Generelt består modellen af et første parallelt trin, hvor de mest primitive dele af sanseinformationen bearbejdes. Efter sansningen gemmes informationen i et midlertidigt lager kaldet *korttidshukommelsen*. Den videre proces forløber fra korttidshukommelsen gennem det *selektive filter*, og videre igennem den *kapacitetsbegrænsede kanal* (det perceptuelle system). Herefter kan informationen enten lagres i langtidshukommelsen eller komme til udtryk som synlig adfærd.

Det kritiske punkt i modellen er *efter* det selektive filter, hvor informationsbearbejdningen går fra at være parallel til at være seriel. Begrundelsen for denne overgang skal findes i den kapacitetsbegrænsede kanal, som varetager de perceptuelle processer. For at denne ikke skal overbelastes, sørger det selektive filter for, at kun indholdet af én informationskanal får lov til at passere og dermed skabe kontakt med det perceptuelle forarbejdningssystem. Man kan så kritisk spørge: Er det virkelig sådan, at kapaciteten af vores perceptuelle system er så begrænset, at vi kun kan varetage bearbejdningen af informationen i en kanal ad gangen? Broadbent sandsynliggør sit standpunkt med et eksempel (Broadbent, 1958, pp. 38-39):

Let us consider some very simple quantitative aspects of speech. In the first place, each word is chosen from a vocabulary of fairly definite size. Basic English contains 850 words; other

languages have considerably more, but Basic will do for our purpose, both because it is a definite number and also because it obviously has less than the maximum vocabulary a man can use. If a man can make a different response to any word of Basic which he hears, he must have at least 850 possible states of each part of the neural mechanism between stimulus and response. Now suppose he hears a two-word sentence. Again, if he makes a response dependent on the sentence, he must have a certain number of possible states: but the number is now the square of 850, namely 722,500. A three-word sentence requires over 60,000,000 states of any mechanism which will produce an appropriate response to the sentence.... As the length of speech message goes up there is bound to come a point at which it is drawn from a set of possibilities larger than the number of states the nervous system can take up.

Broadbent viser således, hvordan størrelsen af repræsentationen for en sætning er en eksponentialfunktion af antallet af ord i denne. Dette gør det iflg. Broadbent særdeles usandsynligt, at vores perceptuelle system er dimensioneret til at forarbejde mere end en talestrøm, hvorfor berettigelsen af det selektive filter og den efterfølgende serielle proces er umiddelbar.

Ud fra resultaterne af Cherrys (1953) forsøg og andre undersøgelser foreslår Broadbent, at det selektive filters operationsområde kun omfatter *simple fysiske* egenskaber ved de indkomne stimuli. Det vil med andre ord sige, at selektionen sker meget tidligt i forarbejdningsprocessen, hvor kun information om fx tonehøjde, intensitet og retning er repræsenteret. Broadbents model bliver således den første egentlige repræsentant for early-selection teorierne og hermed også inspirationskilde for senere modeller om selektiv visuel opmærksomhed (e.g. Treisman & Gelade, 1980).

I sit afsluttende og konkluderende kapitel opstiller Broadbent 12 forskellige hovedpointer, som kan udledes af modellen og bogens gennemgang af diverse eksperimentelle undersøgelser. Her skal blot nævnes de fire vigtigste for denne afhandlings formål (Broadbent, 1958, pp. 297-298):

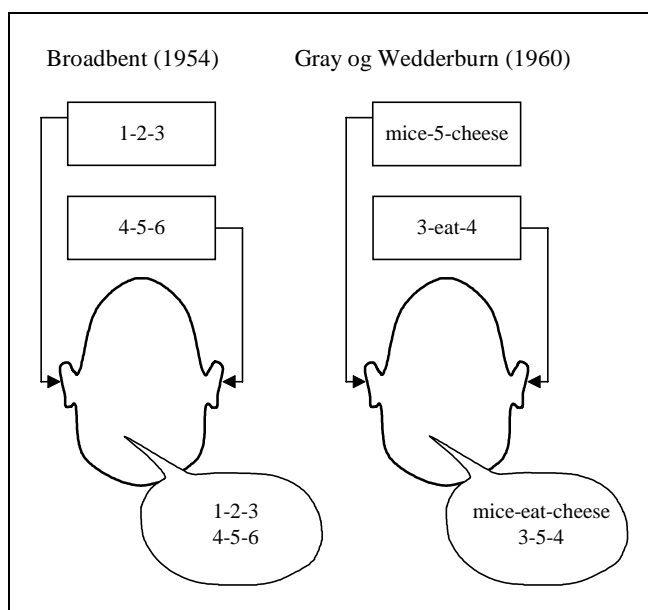
- Nervesystemet fungerer som én enkelt kommunikationskanal, som har en begrænset kapacitet.
- En udvælgelsesmekanisme virker på den indkommende information, således at begivenheder med fælles karakteristika udvælges samtidig. Identificerede fysiske karakteristika kan virke som basis for udvælgelsen (fx intensitet, tonehøjde og spatial position af en lyd som omtalt ovenfor).
- Udvælgelsen er probabilistisk. Sandsynligheden for, at information af en særlig type udvælges, øges af særlige egenskaber ved informationen og organismens tilstand.
- Egenskaber ved informationen, som øger sandsynligheden for, at denne udvælges med henblik på videre bearbejdning, er: Fysisk intensitet, længden af tidsintervallet siden information af den samme type sidst blev udvalgt, høj frekvent frem for lav frekvent lyd (hos mennesker) og lyde frem for visuelle og taktile stimuli (hos hunde).

For at opsummere fungerer vores opmærksomhed ved brug af et selektivt filter, der ligger umiddelbart før den perceptuelle forarbejdning og derfor kun virker på baggrund af simple fysiske egenskaber ved den indkomne information. Berettigelsen af filteret ligger i det perceptuelle systems begrænsede forarbejdningskapacitet, som bevirker, at kun én informationskanal kan bearbejdes til et givet tidspunkt. Opmærksomheden er således førperceptuel og ikke responsmæssig, idet selektionen finder sted både før den perceptuelle forarbejdning og det senere valg af respons.

Endvidere sker skift fra en informationskanal til en anden også på baggrund af simple fysiske egenskaber ved informationen, igen fordi det selektive filter fungerer, før den perceptuelle forarbejdning er begyndt. Denne sidste pointe er særdeles vigtig, idet automatiske opmærksomhedsskift på baggrund af semantiske ændringer af informationen ikke kan finde sted i henhold til Broadbents model. Vi skal i det efterfølgende se, at dette sandsynligvis ikke er tilfældet.

12. LATE-SELECTION

Broadbents filtermodel møder hurtig modstand fra både empirisk såvel som teoretisk side. Moray (1959) viser, at forsøgspersoners eget navn kan gennembyrde det selektive filter og forårsage skift fra en kanal til en anden. I et dikotisk lytteforsøg, hvor forsøgspersonerne skulle skygge en besked i det ene øre, præsenterede Moray forskellige typer af stimuli til det irrelevante øre for at undersøge hvilke typer, der ville blive identificeret og efterfølgende påvirke forsøgspersonernes opmærksomhed. Moray fandt, at kun forsøgspersonernes eget navn havde "kraft" nok til at skifte opmærksomheden fra den relevante til den irrelevante kanal hvilket indikerede, at navnet var blevet identificeret forinden. Det er klart af dette resultat bryder med Broadbents (1958) model, idet selektionsmekanismen kun kan virke på baggrund af simple fysiske karakteristika ved stimuli, hvorfor komplekse egenskaber, som fx mening, ikke kan gøre sig gældende. Identifikationen sker som beskrevet ovenfor først *efter* det selektive filter i det kapacitetsbegrænsede p-system. Med Morays (1959) resultater lader det således til, at forsøgspersoner er i stand til at selektere på baggrund af mening, hvilket forudsætter en perceptuel forarbejdning af stimuli inden



Figur D: Broadbents (1954) og Gray og Wedderburns (1960) forsøg over genkaldelse af to beskeder.

udvælgelsen. Dette fordrer imidlertid, at kapaciteten af det perceptuelle system ikke er begrænset i samme grad, som Broadbent (1958) foreskriver, hvilket endvidere indikerer, at processerne i dette kan foregå parallelt frem for serielt.

Igennem flere undersøgelser præsenterede Broadbent forsøgspersoner for talrækker, således at der samtidigt blev præsenteret et tal til hvert øre (Broadbent, 1954, 1956, 1957). Et lille eksempel vil klarlægge proceduren: Talrækken 1-2-3 præsenteres til højre øre og tilsvarende præsenteres 4-5-6 til venstre øre. Først præsenteres '1' til højre øre og samtidig '4' til venstre øre, efterfølgende præsenteres '2' til højre øre samtidig med '5' til venstre øre osv. Broadbents generelle fund var, at forsøgspersonerne ikke, som man kunne forvente, rapporterede tallene i den tidlige rækkefølge, de blev præsenteret i (1-4-2-5-3-6), men viste en klar tendens til at gruppere tallene efter, hvilket øre de havde hørt dem i. Forsøgspersonerne rapporterede således alle tallene fra et øre efterfulgt af alle tallene fra det andet øre (1-2-3-4-5-6 eller 4-5-6-1-2-3, se figur 4). Det lader følgeligt til, at forsøgspersonerne inddelte stimuli efter, hvilken *fysisk* kanal de tilhørte, hvilket er endnu et argument for Broadbents (1958) filtermodel.

Gray og Wedderburn (1960) anvender et tilsvarende paradigme dog med et andet stimulusmateriale og får et ganske andet resultat. Forfatterne spørger, om det virkelig kan passe, at forsøgspersonerne er tvunget til at bruge en strategi, hvor informationen fra den ene dernæst den anden kanal aflæses. Med andre ord: Er strategien indbygget i det informationsforarbejdende system, eller er den påtvungen af den stillede opgave?

Ved at konstruere stimulusmaterialet således, at egenskaber ved dette var i konflikt med den ovenstående strategi, forsøgte Gray og Wedderburn (1960) at bryde denne. I stedet for at præsentere talrækker i begge ører præsenterede forfatterne følgende type af stimuli til henholdsvis venstre og højre øre: (ex-2-pate) og (6-tir-9) i deres første forsøg med trestavelles ord og (mice-5-cheese) henholdsvis (3-eat-4) i deres andet forsøg med sætninger af tre ord. Resultaterne fra begge forsøg viste, at når konflikten var til stede, havde forsøgspersonerne en klar tendens til at gruppere deres rapporteringer efter mening, frem for den kanal (højre vs. venstre øre) informationen var kommet fra (se figur 4).

På baggrund af Gray og Wedderburns resultater samt andre undersøgelser (bl.a. Howarth & Ellis, 1961 og Moray, 1959), som stred mod Broadbents filtermodel, når Deutsch og Deutsch (1963, p. 82) til den vigtige konklusion, som også er blevet indikeret i det ovenstående:

Such evidence as the above would require us, on filter theory, to postulate an additional discriminative system below or at the level of the filter, perhaps as complex as that of the central mechanism, to which information was assumed to be filtered.

Ud fra ovenstående definerer forfatterne en teori om selektiv opmærksomhed, hvor udvælgelsen først sker efter komplekse egenskaber ved stimuli er repræsenteret. Teorien er karakteriseret ved følgende syv pointer:

- Information fra sanserne vil nå de samme perceptuelle mekanismer, hvad enten opmærksomheden rettes eller ikke rettes mod den kanal, som informationen kommer fra.
- De perceptuelle mekanismer grupperer og opdeler informationen (fx efter kilde, klang eller mening).
- Hver del af det centrale repræsentationssystem, som aktiveres af sanseindtrykkene, er forinden blevet tildelt en vægt for vigtigheden af denne information. (Denne vægttildeling vil senere blive defineret som *pertinens*, se afsnit 21.3.)
- Den centrale repræsentation, der har fået tildelt den største vægt, vil overføre denne til de andre klassifikationsmekanismer, som den danner gruppe med.
- “Opmærksomhedens opgave” består i at udvælge den repræsentation, der er vigtigst og samtidig er aktiveret af den indkomne sanseinformation. Dette sker ved en “winner takes it all” procedure, hvor den af de aktiverede repræsentationer med højst vægt (*pertinens*) udvælges og derved får mulighed for at skabe kontakt med motoriske systemer, hukommelse og blive bevidst.
- Den generelle aktivitet i det centrale nervesystem bestemmer en tærskelværdi, således at kun information med en vægt over denne kan give anledning til registrering af informationen og følgelig motorisk respons, hukommelse samt bevidsthed. Det neurale grundlag for den generelle aktivering antages at være varetaget af det retikulære aktiveringssystem i hjernestammen.
- Hvis et sanseindtryk når over denne generelle tærskelværdi, vil dette føre til en sænkning af denne og dermed en forøgelse af den generelle aktivering, således at efterfølgende sanseindtryk med lavere vægttildeling vil overskride den nye tærskelværdi og derfor blive registreret.

Deutsch og Deutsch (1963) skaber således en model, hvor selektionen ikke sker af hensyn til et kapacitetsbegrænset perceptuelt system, men har sin begrundelse i selektionen af den information, der er vigtigst for organismen og derfor får adgang til organismens hukommelse, motoriske system og bevidsthed. Teorien er derfor en typisk repræsentant for late-selection, hvor en massiv parallel forarbejdning både i de sensoriske og perceptuelle systemer efterfølges af en udvælgelse af informationen, hvor denne kun sker for at prioritere og målrette adfærd og lagring af informationen.

13. TREISMANS “ATTENUATION” MODEL

Anne M. Treisman, som var elev af Broadbent, reviderer filtermodellen på baggrund af en række undersøgelser publiceret i 1964. Ved brug af ti forskellige stimulustyper undersøgte Treisman (1964) binaural lytning fra to meddelelser. Den relevante meddelelse var i et flertal af forsøgene den samme engelske prosatekst indtalt af en kvinde, hvorimod typen af den irrelevante besked varierede. De vigtigste variationer af den irrelevante besked var: 1)

engelsk prosatekst indtalt af en mand, 2) engelsk prosatekst indtalt af den samme kvinde dog fra et andet afsnit i teksten, 3) engelsk tekst med teknisk indhold, 4) tysk prosatekst, 5) fransk prosatekst, 6) italiensk prosatekst, 7) tjekkisk tekst indtalt med overdreven engelsk accent og 8) engelsk prosatekst spillet baglæns.

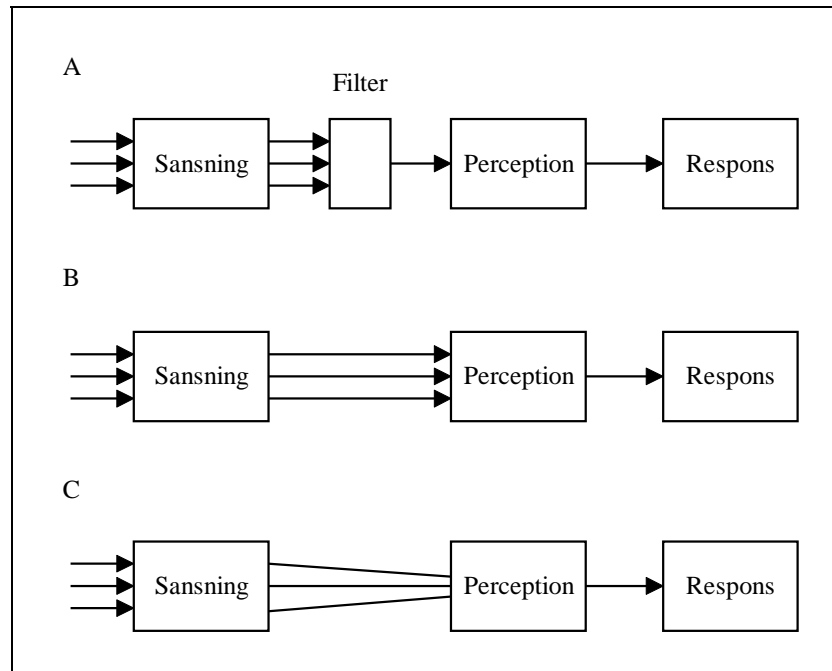
De vigtigste fund er givet i følgende liste:

- Forskelle i stemme (mand vs. kvinde) og forskelle i sprog (fx engelsk vs. fransk) har vidt forskellige konsekvenser for effektiviteten af selektionsprocessen. En forskel i stemme er væsentligt mere effektiv end en forskel i sprog.
- Hvis to meddelelser er ens, hvad angår deres fysiske egenskaber, tillader en forskel i sprog selektion til en vis grad. Effektiviteten er dog at sammenligne med selektion ved beskeder indtalt med forskelligt semantisk indhold frem for beskeder med forskelle i deres fysiske karakteristika. En effektiv udvælgelse synes derfor umulig kun på baggrund af sproglige forskelle.
- Fonologiske forskelle i beskederne kan fremme selektionsprocessen.
- Forsøgspersonernes kendskab til et sprog påvirker selektionsprocessen, således at et større sprogligt kendskab øger muligheden for en negativ interaktion. Dette fører dog ikke til en forbedret evne til at huske indholdet af den irrelevante besked.
- Når de to beskeder kun adskiller sig ved deres semantiske indhold, foregår selektionen på baggrund af overgangssandsynligheder mellem ordene i beskederne. Effektiviteten af udvælgelsen varierer derfor med de meningsmæssige begrænsninger, der gør sig gældende i både den relevante og den irrelevante besked, idet disse bestemmer overgangssandsynlighederne mellem ordene indenfor hver besked.

På baggrund af de ovenstående resultater samler Treisman nogle vigtige konklusioner, som ofte kaldes "Treisman's attenuation theory", hvor der ved attenuation forstås, at den irrelevante information *dæmpes* og ikke frafiltreres, som det er tilfældet i filtermodellen (se fx Eysenck & Keane, 1995, kap. 5). Det skal dog bemærkes at Treisman i sin artikel fra 1964 hverken eksplicit nævner, at der er tale om en egentlig teori eller for den sags skyld ordet "attenuation". I modsætning til filtermodellen (Broadbent, 1958) mener Treisman, at selektionen også kan ske på højere perceptuelle niveauer og ikke kun på baggrund af simple fysiske egenskaber ved stimuli. I modsætning til Deutsch og Deutsch (1963) er kapaciteten af de perceptuelle processer dog begrænset, ligesom det er tilfældet i filtermodellen. Treisman (1964, p. 218) skriver:

The two messages will arrive as one complex stimulus from which one of two different verbal sequences has to be extracted. At each test-point, certain features will be identified and found incompatible with others; those for which the test-criteria are lowest will be selected and subjected to further tests, while the remainder are discarded. Those features which are still ambivalent will accompany the selected set until some further test determines whether they belong with it or not.

Udvælgelsen sker således kontinuert gennem hele det perceptuelle forarbejdningssystem. Grundet kapacitetsbegrænsningen i systemet øges effektiviteten af forarbejdningen, hvis selektionen kan ske tidligt i processen, dvs. hvor de simple fysiske egenskaber ved stimuli er repræsenteret. Hvis stimuli kun adskiller sig ved deres semantiske indhold benyttes en væsentlig del af den samlede forarbejdningsskapacitet på at identificere indholdet i begge beskeder, hvorfor forarbejdningen forringes for hver enkel besked.



Figur E: Tre modeller for selektiv opmærksomhed. A: Broadbents (1958) filtermodel, B: Deutsch og Deutschs (1963) model og C: Treismans (1964) "attenuation" model.

14. OPSAMLING

I de ovenstående afsnit har jeg gennemgået de tre vigtigste modeller indenfor selektiv auditiv opmærksomhed repræsenteret af Broadbents (1958) filtermodel, Deutsch og Deutschs (1963) late-selection teori og endelig Treismans (1964) "attenuation" model. De tre modeller er angivet i simplificeret form på figur 5 i håbet om, at ligheder og forskelle imellem disse vil træde klart frem. Flere pile mellem forskellige moduler angiver, at processerne foregår parallelt. Én pil betyder, at kun en enkelt proces kan forløbe til et givet tidspunkt (seriel forarbejdning).

I filtermodellen sker udvælgelsen, som før beskrevet, tidligt, idet det selektive filter er placeret før de perceptuelle processer. Deutsch og Deutschs model står i stærk kontrast hertil, idet udvælgelsen først sker, efter de perceptuelle processer er tilendebragt, og et respons skal vælges. Endelig repræsenterer Treismans "attenuation" model en form for kompromis mellem de to modeller, der dog ligger tættest på filtermodellen, eftersom

udvælgelsen sker af hensyn til den formodede kapacitetsbegrænsning af det perceptuelle system, som er kernen i enhver early-selection teori.

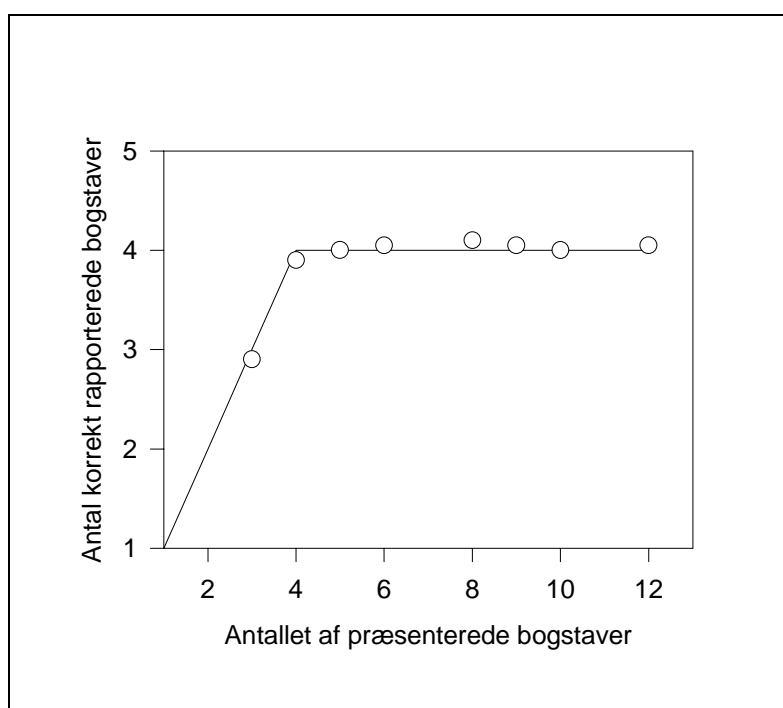
Man vil på nuværende tidspunkt naturligt stille sig selv følgende spørgsmål: Hvilken af de tre modeller ligger tættest på sandheden? Det er klart, at selektion på baggrund af fysiske forskelle, dvs. forskelle i tonehøjde, stemmeklang og rumlig position, er langt mere effektiv end selektion på baggrund af sprog eller semantisk indhold. Dette faktum set i sammenhæng med den eksponentielt voksende størrelse af et repræsentationssystem for sprogforståelse (jvf. Broadbent, 1958, pp. 38-39) taler stærkt for filtermodellen som forklaringsmodel. Endelig er det vigtigt at bemærke, at den episodiske hukommelsen for information i den irrelevante kanal er særdeles ringe, hvilket igen indikerer, at informationen ikke har været bearbejdet pga. bortselektion (Cherry, 1953). Op imod denne forklaring står dog det faktum, at information, der er vigtig fx forsøgspersonens eget navn, automatisk kan tiltvinge sig forsøgspersonens opmærksomhed og derfor må være blevet forarbejdet og identificeret forinden. Endvidere kan skift fra en kanal til en anden ske på baggrund af semantiske egenskaber ved informationen i de to kanaler (Gray & Wedderburn, 1960).

Man står altså med to grupper af modsætningsfyldte resultater, hvor den ene peger på, at opmærksomheden har sin hovedberetigelse før (Broadbent, 1958) eller under (Treisman, 1964) den perceptuelle proces. Den anden gruppe af resultater peger på, at udvælgelsen sker efter de perceptuelle processer er tilendebragt, og et kvalificeret respons i forhold til omverden skal gives (Deutsch & Deutsch, 1963). Ingen af de to ekstremer (Broadbent, 1958 og Deutsch & Deutsch, 1963) kan give en fyldestgørende forklaring, idet den førstnævnte model ikke kan forklarer, hvorfor selektion i visse tilfælde kan ske på baggrund af semantik og den anden model ikke kan forklare, hvorfor selektionen på baggrund af semantisk indhold fejler i mange tilfælde. Treismans (1964) model er den teori, som kommer tættest på at kunne rumme alle resultaterne, idet den både tager højde for, at selektionen i visse særlige tilfælde kan ske på baggrund af semantik, men at kapacitetsbegrænsningen af det perceptuelle system resulterer i den store forskel i effektivitet mellem selektion på baggrund af fysiske egenskaber frem for semantisk indhold.

DEL III

15. VISUELLE UNDERSØGELSER

I de foregående afsnit blev de væsentligste undersøgelser mht. selektiv auditiv opmærksomhed gennemgået. Tre modeller for denne blev undersøgt for deres forklaringsmuligheder og mangler. I dette afsnit vil fokus blive rettet mod det visuelle område, og hvorledes udviklingen op gennem 60'erne 70'erne, 80'erne og 90'erne har taget sig ud. Det vil fremgå, at nogle af de tankegange såvel som aktører, vi har stiftet bekendtskab med i det forgående afsnit, vil optræde igen omend i nye former.



Figur F: Illustration af resultater fra Sperling (1960, forsøg 1). De observerede data (ikke udfyldte cirkler) er aflæst fra Sperling (1960, figur 3, p. 5).

16. DEN VISUELLE KORTTIDSHUKOMMELSE OG PARTIALREPORT PARADIGMET

I løbet af 60'erne undersøgte Sperling (1960, 1963, 1967) forsøgspersoners evne til at rapportere bogstaver ved korte eksponeringstider (se også Averbach & Coriell, 1960). Forsøgspersonerne fik forevist fra 3 til 12 bogstaver (alle konsonanter) med varierende afstand i forhold til hinanden vha. et takistoskop. Eksponeringstiden var 50 ms. Forsøgspersonernes opgave var at rapportere så mange af bogstaverne som muligt efter

præsentationen (Sperling, 1960). Det generelle fund var, at forsøgspersonerne uanset antallet af bogstaver og afstanden mellem disse kunne rapportere ca. 4 bogstaver korrekt (dette gjaldt naturligt nok ikke præsentationer med 3 bogstaver). Resultatet er skitseret i figur 6. Endvidere varierede Sperling også eksponeringstiden fra 10 ms til 500 ms og fandt heller ikke her en effekt på antallet af rapporterede bogstaver.

I efterfølgende forsøg anvendte Sperling (1960) det såkaldte *partial report* paradigme. Ved partial report forstås, at kun dele af den information, som forsøgspersonen bliver præsenteret for, skal rapporteres. Forsøgspersonen kan fx få til opgave at rapportere alle de røde bogstaver ud af alle de forskelligt farvede bogstaver, der præsenteres for vedkommende. Den egenskab ved informationen, som bestemmer hvilke dele, som skal udvælges, kaldes *selektionskriteriet*. Ofte undersøges forskelle i effektiviteten af udvælgelsen ved forskellige selektionskriterier, fx position, farve, form eller semantisk kategori.

Partial report stilles ofte over for *whole report*, hvor forsøgspersonerne har til opgave at rapportere så meget af al den information, de får præsenteret, hvilket var tilfældet i Sperlings forsøg 1 beskrevet ovenfor. Man kan dog indvende, at en hver whole report abstrakt set altid vil være en partial report, idet forsøgspersonerne udvælger de for forsøget relevante stimuli og fx ikke forsøgets irrelevante omgivelser. Dette er dog mere en "filosofisk" kuriositet end et praktisk problem, hvis man tænker sig om under opsætningen af eksperimentelle undersøgelser.

Sperling (1960) anvendte partial report paradigmet til at undersøge, hvorvidt begrænsningen på fire bogstaver i virkeligheden var den øvre grænse for, hvor meget information forsøgspersonerne havde til rådighed umiddelbart efter præsentation af bogstaverne. Ved at præsentere bogstavmatricer med 2 x 3, 2 x 4, 3 x 3 og 3 x 4 bogstaver i 50 ms og efterfølgende en tone, som angav hvilken af bogstavrækkerne forsøgspersonen skulle rapportere fra, viste Sperling, at forsøgspersonerne havde adgang til langt større mængder af information end fire bogstaver. Typisk kunne forsøgspersonerne rapportere lige så mange bogstaver som ved whole report, hvorfor de i visse tilfælde måtte have haft adgang til dobbelt så mange bogstaver, dvs. ca. otte. Sperling (1960, p. 8) konkluderer:

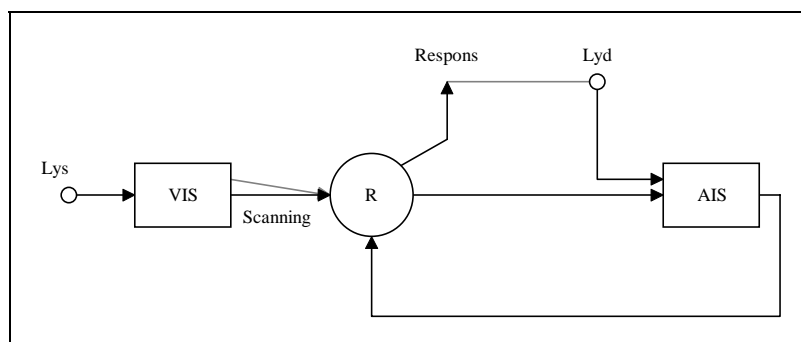
The data obtained in Experiment 3 not only exceed this maximum [ca. fire bogstaver], but they contain no evidence that the information that became available to the Ss following the exposure represented a limit of "man" rather than a maximum determined by the limited information contained in the stimuli which were used.

Det lader således til, at forsøgspersonerne havde adgang til langt større informationsmængder end fire bogstaver inden rapportering, hvorfor der må være to separate repræsentationssystemer med forskellige egenskaber: En visusensorisk hukommelse og en korttidshukommelse. Efterfølgende undersøgte Sperling (1960) glemselskurver for det første system ved at variere tiden mellem de visuelle stimuli og

tonen som angav, hvilken række af bogstaver, der skulle rapporteres fra. Sperling fandt, at informationen “udviskes” særdeles hurtigt (efter ca. 1 s). Endvidere viste det sig, at det første system var særdeles følsomt overfor efterfølgende stimulering, idet en maske bestående af homogent lys præsenteret efter stimulusbogstaverne slettede informationen i dette, hvorimod masken ikke lod at påvirke korttidshukommelsen på fire bogstaver.

Endelig undersøgte Sperling (1960) partial report af bogstaver blandt tal og vice versa. Han fandt, at forsøgspersonerne ikke var bedre til at rapportere på baggrund af alfanumerisk kategori end ved whole report. Shibuya og Bundesen (1988) har senere vist, at dette ikke altid er tilfældet.

For at forklare forsøgsresultaterne udvikler Sperling (1963) en model, der beskriver de to repræsentationssystemer og processerne i disse under whole og partial report forsøg (se figur 7).



Figur G: Sperlings (1963) model for hukommelsessystemerne under whole report og partial report.

Modellen består af to hukommelsesmoduler

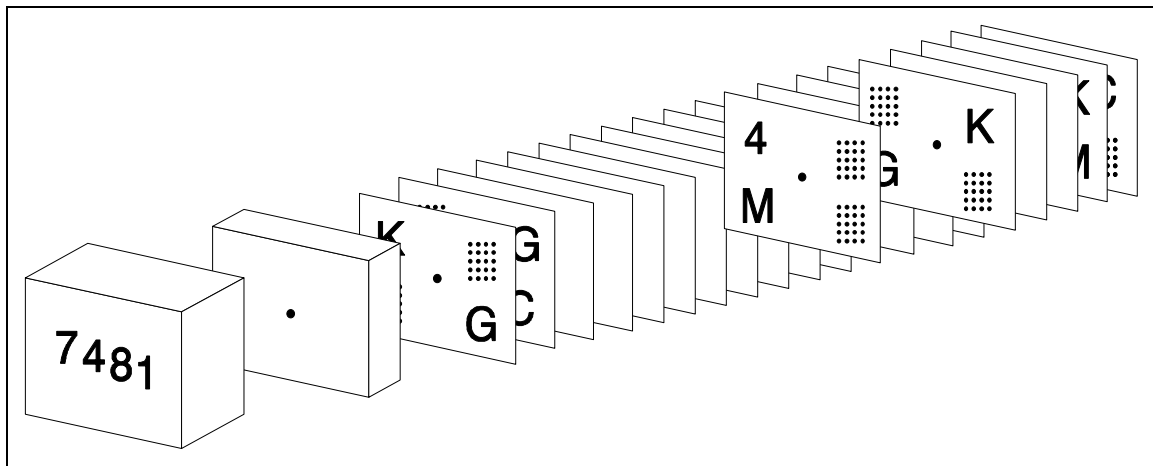
Visual Information Store

(VIS), som svarer til den visusensorisk hukommelse, og *Auditory Information Store* (AIS), der svarer til korttidshukommelsen jvf. ovenfor. Endvidere består modellen af to funktioner: *Scanning* og *rehearsal*. Scanningsfunktionen aflæser og oversætter indholdet af VIS til fonologiske koder og sender disse videre til rehearsalfunktionen (R), som holder dem i live via AIS. Kapaciteten af VIS er stor og repræsentationerne i denne har karakter af visuelle billeder. AIS har en derimod en begrænset kapacitet på 3-4 bogstaver og kommer derfor til at fungere som “flaskehals” i modellen. Scanningen fra VIS til rehearsalfunktionen foregår med en hastighed af 100 bogstaver pr. sekund.

Sperling kan ved hjælp af modellen forklare resultaterne fra undersøgelserne beskrevet i Sperling (1960), men reviderer dog senere modellen (Sperling, 1967), idet informationen i VIS udviskes for hurtigt efter endt præsentation. Da rehearsalfunktionen ikke vil kunne nå at forarbejde bogstaverne med den hastighed, som udvisningen finder sted ved, ville det ikke være muligt at rapportere fire bogstaver ved korte eksponeringstider. Modellen tilføjes en *visuel buffer* mellem scannings- og rehearsalfunktionen, hvilket løser problemet.

17. AUTOMATISKE OG STYREDE PROCESSER

I 1977 præsenterer Richard Shiffrin og Walter Schneider i to store artikler en teori for visuel opmærksomhed og indlæring (Schneider & Shiffrin, 1977; Shiffrin & Schneider, 1977). Teorien bygger på en beskrivelse af de mentale processer som henholdsvis *styrede* og *automatiske*. De styrede processer er karakteriseret ved at være under viljens/bevidst kontrol og kan derfor ændres og justeres øjeblikkeligt. Processerne trækker på en begrænset central forarbejdningsressource og foregår derfor serielt. Overfor de styrede processer står de automatiske, som forløber uden bevidst kontrol og derfor *ikke* kan ændres/justeres, når de først er sat i gang. De automatiske processer kræver ingen centrale ressourcer for at forløbe og kan derfor foregå parallelt af hinanden. I modsætning til de styrede processer kræver de automatiske processer betydelig indlæring for at kunne fungere. Typisk foregår indlæringen af en proces ved, at denne i starten foregår styret (voluntær) for derefter gradvist at overgå til at blive automatisk (involuntær). Den interesserede læser henvises til Neumann (1984) for en kritik af ovenstående definition af automatiske og styrede processer.



Figur H: Eksempel på skærmopsætningen og præsentationsforløbet i Shiffrin og Schneiders (1977) forsøg.

I en omfangsrig række af eksperimentelle undersøgelser belyser Shiffrin og Schneider, hvorledes disse to typer af processer fungerer. I hovedparadigmet får forsøgspersonen først forevist en liste af tal eller bogstaver typisk mellem et og fire. Disse symboler defineres som de relevante, dvs., at forsøgspersonen skal være opmærksom på disse. Efter en kort pause præsenteres successive skærbilleder med et til fire symboler placeret på fire mulige positioner i hjørnerne af et imaginært kvadrat centreret omkring skærmens midte, hvor forsøgspersonen fikserer. Denne form for præsentation kaldes *hurtig seriel visuel præsentation*. De fleste af skærbillederne indeholder kun irrelevante elementer, men i halvdelen af delforsøgene indeholder et af disse et relevant symbol. Forsøgspersonens opgave var så hurtigt som muligt, at respondere 'ja', hvis et relevant symbol blev vist og

ellers respondere 'nej' efter præsentationen af skærbillederne var overstået. På figur 8 er angivet et eksempel på forsøgsparadigmet.

Tabel A
Eksempel på stimulusmaterialet anvendt i
Schneider og Shiffrin (1977) samt Shiffrin og Schneider (1977).

Trial	Relevante elementer	Irrelevante elementer
Konsistent sammensætning (KS)		
1	7481	KGJCM
2	2583	CHFLD
3	1739	KGFD M
4	6582	CMJKD
Varieret sammensætning (VS)		
1	MJDG	CFHKL
2	CJKH	LGDFM
3	GMCH	DLFKJ
4	JLKF	CDGHM

Shiffrin og Schneider anvendte to forskellige sammensætninger af stimulusmaterialet til forsøgene: *Konsistent* og *varieret* sammensætning (henholdsvis KS og VS i det følgende). I tabel 1 er angivet eksempler for de to typer af stimulussammensætninger. Ved konsistent sammensætning er der en skarp adskillelse mellem hvilke symboler, som anvendes som henholdsvis relevante og irrelevante symboler under forsøget. I ovennævnte tilfælde er de relevante symboler *altid* tal og de irrelevante symboler er *altid* bogstaver. Overfor dette står varieret sammensætning, hvor symboler, der i et delforsøg har været relevante elementer, kan indgå i det næste delforsøg som irrelevant element og vice versa.

I forhold til deres teori forventer Shiffrin og Schneider, at de styrede processer vil være fremherskende under VS, idet betingelserne for disse konstant ændre sig inden for få minutters varighed. Omvendt vil forsøg med KS favorisere automatiske processer, der efter indlæring af stimulussammensætningen effektivt kan løse opgaven parallelt og uden brug af centrale ressourcer. De automatiske processer er dog ikke kun positive og vil naturligvis virke som en "hæmsko", hvis opgaven pludselig ændre sig, således at de symboler, der før var relevante, nu er irrelevante og vice versa.

Shiffrin og Schneider bekræfter deres hypoteser og finder langsommere reaktionstider, større fejlprocenter samt større effekter af det totale antal af elementer pr. skærbillede for VS i forhold til KS. Ligeledes udebliver indlæringseffekterne for VS, mens de stiger stærkt for at flade ud efter ca. 600 delforsøg ved KS (her er fejlprocenten ca. 90). Hvad der er særligt interessant i forhold til denne afhandlings empiriske del, er påvisningen af en særlig stærk effekt ved ændringen af forsøgspersonernes opgave efter indlæring med KS. Når de

relevante elementer byttes ud med de irrelevante og vice versa efter 2400 delforsøg, sker der en kolossal øgning af fejlprocenten fra ca. 40% ved forsøgets start til 70%. Endvidere stabiliserer fejlprocenten sig først efter 1800 delforsøg sat overfor de 600 delforsøg ved første indlæring. De automatiske processer, der antageligt indlæres under præsentation af KS, virker således stærkt hæmmende og er uden for forsøgspersonens kontrol. Endelig lader det til, at "aflæringen" af en sådan automatiske proces er langt mere omkostningsfuld end indlæringen af denne.

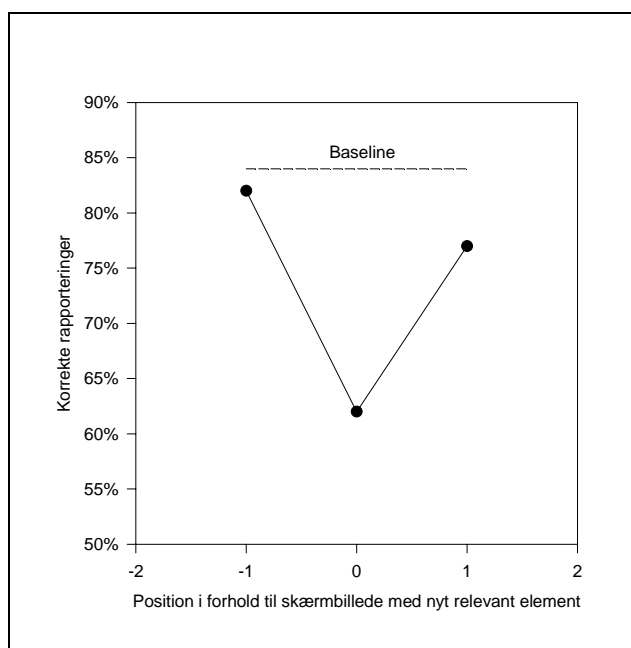
For at sikre sig, at der var tale om automatiske processer udenfor forsøgspersonernes kontrol, udførte Shiffrin og Schneider (1977) et eksperiment (4d, pp. 150-151), der har særlig betydning, idet det har været den primære inspirationskilde til design af denne afhandlings eksperimentelle undersøgelser.

Forudgående for det egentlige forsøg havde forsøgspersonerne trænet i et KS forsøg, hvor de relevante stimuli var tal³.

I det efterfølgende forsøg fik forsøgspersonerne til opgave at kigge efter to konsonanter af gangen. I modsætning til de før beskrevne forsøg skulle forsøgspersonerne imidlertid kun være opmærksom på stimuli på en diagonal gående fra øverste venstre til nederste højre hjørne (den relevante diagonal). De andre to positioner skulle blot ignoreres (den irrelevante diagonal).

Stimulusmaterialet på den relevante såvel som den irrelevante diagonal var af VS typen. Hvis en af de to relevante konsonanter blev vist, skete dette dog altid på den relevante diagonal. På den *irrelevante diagonal* blev der i visse tilfælde vist et af tallene fra træningen i skærbilledet lige *før* det relevante VS bogstav, *samtidig* eller lige *bagefter* (Disse er angivet i figur 9 som henholdsvis -1, 0 og +1 på abscissen).

Resultatet af forsøget er vist på figur 9. Som det ses er der en stor effekt på detektion af det relevante VS bogstav, når KS tallet på den irrelevante diagonal blev præsenteret



Figur I: Resultaterne fra Shiffrin og Schneider (1977, forsøg 4d).

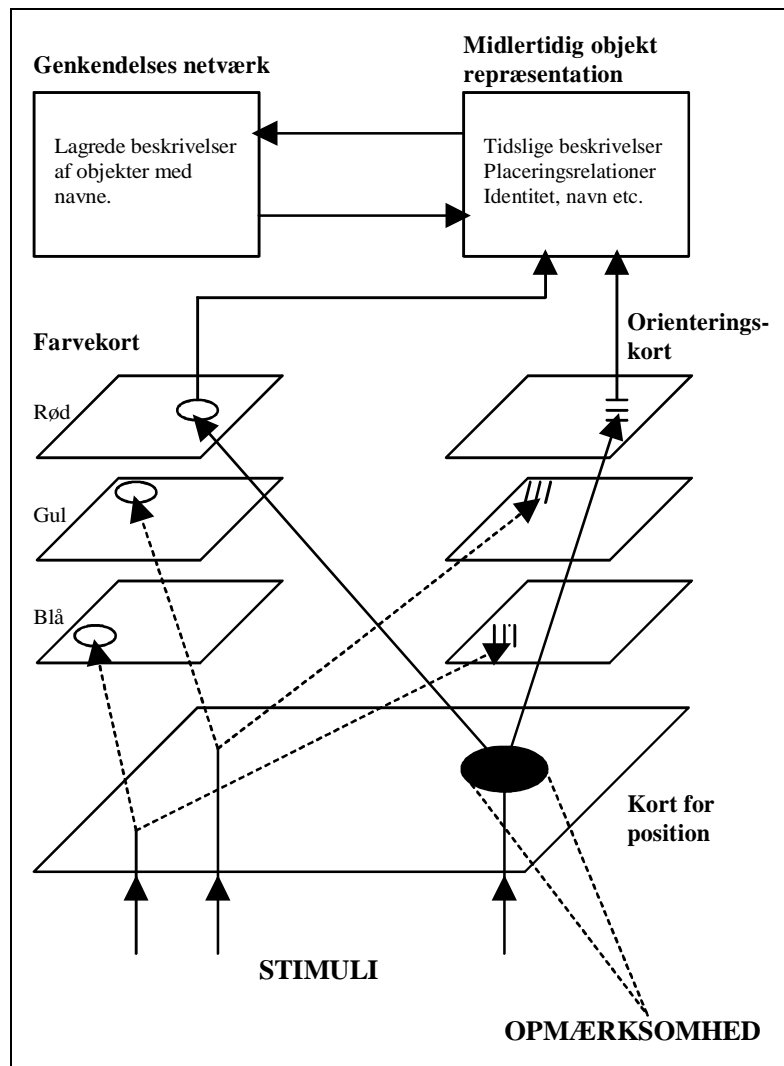
³ I Shiffrin og Schneiders forsøg havde halvdelen af forsøgspersonerne set efter tal med konsonanter som distraktorer og den anden halvdel efter konsonanter med tal som distraktorer. For at gøre gennemgangen af paradigmet så enkelt som muligt, gennemføres denne dog kun med udgangspunkt i de forsøgspersoner, som var opmærksomme på tal.

samtidig eller i det efterfølgende skærbillede. Det irrelevante KS tal synes således automatisk at tiltrække opmærksomheden og dermed forarbejdningsressourcerne væk fra de relevante VS bogstaver, hvilket hæmmer forsøgspersonerne i at udføre den opgave, de er sat til.

På baggrund af deres undersøgelser udviklede Shiffrin og Schneider (1977) en model for selektiv opmærksomhed og forskellen mellem automatiske og styrede processer. Som det er tilfældet i modellen beskrevet af Deutsch og Deutsch (1963), forarbejdes alle stimuli automatisk til højst mulige abstraktions niveau. Dette sker parallelt over hele synsfeltet og består af flere forskellige trin. For bogstaver kan repræsentationsniveauerne tænkes at være: Simple formegenskaber, visuelle bogstavkoder, bogstavkategorier og endelig semantiske associationer. Modellen hører således til late-selection teorierne. Foruden det automatiske forarbejdningssystem består modellen af en "opmærksomhedsdirigent" og et responssystem, hvor førstnævnte styrer hvilke af repræsentationerne i forarbejdningssystemet, som skal påvirke sidstnævnte og dermed adfærden. Det automatiske forarbejdningssystem er imidlertid ikke helt i opmærksomhedens vold, idet processerne i dette kan tvinge opmærksomheden hen til specifikke repræsentationer, således at disse kan få adgang til responssystemet. Endvidere kan de automatiske processer påvirke responssystemet direkte og give anledning til automatiske responser uden for den frie viljes kontrol. Modellen kan således forklare resultaterne af Shiffrin og Schneiders undersøgelser ved hjælp af et system, der med et fælles repræsentationssystem både kan forklare automatiske og styrede processer.

Shiffrin, Schneider og medarbejdere har efterfølgende i en lang række af studier undersøgt forskelle mellem automatiske og styrede processer under indlæring (se Czerwinski, Lightfoot & Shiffrin, 1992; Schneider & Fisk, 1982; Shiffrin, Dumais & Schneider, 1981). Ligeledes har forfatterne givet teoretiske forslag til mekanismerne bag indlæringen og forskellen mellem de to former for forarbejdning (se Schneider, 1985; Schneider, Dumais & Shiffrin, 1984; Shiffrin & Czerwinski, 1988; Shiffrin & Dumais, 1981).

I det følgende afsnit vil jeg vende blikket mod en anden model, der er blevet hovedeksponenten for early-selection teorierne inden for selektiv visuel opmærksomhed. Naturligt nok er teoriens hovedinspirator Anne Treisman.



Figur J: Model for feature integration teorien (Treisman, 1988).

18. FEATURE INTEGRATION TEORIEN OG VISUAL SEARCH

Inspireret af fund fra neurofysiologien præsenterede Treisman og Gelade (1980) en teori for visuel opmærksomhed og forarbejdning (se figur 10). Teorien er blevet modificeret og understøttet af et stort antal af undersøgelser siden da (se fx Treisman, 1993). Denne gennemgang vil dog tage udgangspunkt i den originale artikel fra 1980. I løbet af 60'erne og 70'erne havde eksperimentelle undersøgelser vist, at forarbejdningen af synsindtrykket blev varetaget af flere forskellige moduler i hjernen med vidt forskellige egenskaber (for en historisk gennemgang se Zeki, 1993). Treisman og Gelade (1980) inkorporerede denne viden i en model for selektiv visuel opmærksomhed, hvor simple egenskaber som position, form, farve og bevægelsesretning indkodes af særlige moduler, der er specialiseret hertil. Hvis vi fx ser på en appelsin, er den orange farve repræsenteret i et farvemodul, hvorimod den runde form er indkodet i et formmodul. Endelig er positionen af appelsinen repræsenteret i et positionsmodul placeret et helt tredje sted i hjernen.

Hvert modul er opbygget af flere forskellige kort, hvor hvert kort repræsenterer en dimension inden for modulet. For farve modulet vil der fx være forskellige kort for rød, grøn og blå. Endvidere er hvert kort *retinotopisk* opbygget, hvilket vil sige, at strukturen af synsindtrykket fra nethinden bevares. Informationen i synsindtrykket opdeles blot i dens forskellige komponenter (fx form, farve og bevægelse). Al forarbejdning af stimuli til og med de ovennævnte moduler foregår *parallelt* og *automatisk*. Dette niveau i forarbejdning kaldes under et det *preattentive* niveau, idet opmærksomheden ikke spiller ind i forløbet af disse processer.

Måden, hvorpå vi opnår perception af hele objekter, er, at opmærksomheden sammenbinder karakteristika (features) fra de forskellige kort til en samlet repræsentation af objektet - der af navnet *feature integration*⁴. Sagt på en anden måde virker opmærksomheden som en slag "lim", som binder form, farve og bevægelse for objektet sammen. Konkret sker dette ved, at opmærksomheden fokuseres på en specifik position i positionsmodulet, som var den lyskeglen fra en lommelygte. Herefter finder sammenbindingen af de enkelte karakteristika indenfor opmærksomhedens "lyskegle" sted. På figur 10 er angivet et eksempel, hvor opmærksomheden er fokuseret på nogle vandrette røde streger til højre i synsfeltet, (samtidig er nogle blå lodrette og gule skrå streger tilstede i venstre del af synsfeltet). Opmærksomheden sørger for, at information fra den pågældende position i kortet for rød (farve) og vandrette streger (form) samles i en *midlertidig objektrepræsentation*. En sådan samlet repræsentation, hvor flere end et karakteristika er sammensat, kaldes en *conjunction* eller på dansk konjunktion, hvilket skal forstås som en logisk *og*-forbindelse mellem flere elementer. Hvor de preattentive processer forløb parallel, kan opmærksomheden *kun* være fokuseret på et objekt af gangen, hvorfor dannelsen af konjunktioner forløber *serielt*.

Efter dannelse af en konjunktion er tilendebragt, sammenlignes den midlertidige repræsentation af objektet med repræsentationer af kendte objekter i langtidshukommelsen, således at genkendelse af objektet kan finde sted. Grundet den serielle dannelse af de midlertidige objektrepræsentationer, er det følgelig umuligt at genkende mere end et objekt af gangen.

Ovennævnte redegørelse strider imidlertid mod vores subjektive opfattelse af, at vi har adgang til en bevidst oplevelse af hele vores synsfelt. Treisman og Gelade (1980) forklarer dette ved, at sammenbindingen af features fra et objekt også kan ske uden, at opmærksomheden fokuseres på dette. I disse tilfælde vil tidligere erfaringer (fx at solen altid er gul) og konteksten i den givne situationen virke bestemmende for, hvordan de enkelte features sammenbindes. I langt de fleste tilfælde vil det gå godt, hvilket vil sige, at features sammensættes med andre features fra det samme objekt. I visse tilfælde, hvor der

⁴ I de følgende afsnit vil begrebet *feature* blive anvendt for en simpel egenskab/karakteristika ved et objekt.

fx ikke ligger nogen fast erfaring til grund for valget af sammensætning, kan der dog opstå fejl, således at features fra forskellige objekter bindes sammen. Disse fejlagtige sammensætninger kalder Treisman og kollegaer *illusory conjunctions* (Treisman & Schmidt, 1982). Et eksempel vil klarlægge problematikken: Hvis et *rødt A* og et *blåt B* præsenteres samtidig uden, at opmærksomheden fokuseres på nogen af bogstaverne, kan disse risikere at blive indkodet fejlagtigt, således at de indkodes som henholdsvis et *blåt A* og et *rødt B*.

På baggrund af den ovenstående teori udvikler Treisman og Gelade (1980) en række eksperimentelle paradigmer til at verificere feature integration teoriens gyldighed. I det følgende vil vi kigge nærmere på paradigmerne, forsøgsresultaterne og hvorledes de forholder sig til teorien.

18.1 VISUAL SEARCH

Det vigtigste paradigme for feature integration teorien er *visual search*, hvor det er forsøgspersonens opgave at søge efter et relevant objekt mellem irrelevante objekter. Efter søgningen responderer forsøgspersonen enten 'ja' eller 'nej' (ved at trykke på en af to knapper) alt efter, om det relevante objekt er til stede eller ej. Reaktionstiden og antallet af fejl måles som afhængige variable. Traditionelt manipuleres antallet af irrelevante objekter samt egenskaber som farve, form og bevægelse for både det relevante og de irrelevante objekter.

I det klassiske forsøg 1 fra Treisman og Gelade (1980) får forsøgspersonerne til opgave at søge efter forskellige typer af relevante objekter blandt *brune T'er* og *grønne X'er*. I et delforsøg (*conjunction search*) var det relevante objekt et *grønt T*, der delte én feature med hver type af irrelevante objekter. I et andet delforsøg (*disjunction search*) var det relevante objekt enten et *blåt bogstav* eller et *S*, således at det relevante objekt kun delte en feature med den ene type af irrelevante objekter. Ifølge feature integration teorien vil søgning efter det relevante objekt i det første delforsøg kræve, at både farven og formen for hvert objekt kendes og sammenlignes med specifikationerne for det relevante objekt. Dette vil kræve, at opmærksomheden fokuseres successivt på hvert objekt i synsfeltet, således at midlertidige objektrepræsentationer (konjunktioner) kan dannes. Dette vil naturligvis foregå serielt, hvorfor reaktionstiden vil stige med antallet af objekter i synsfeltet. Desuden forudsiger modellen, at det i gennemsnit vil tage dobbelt så lang tid at give et negativt i forhold til et positivt svar. Dette grunder i, at det relevante objekt i gennemsnit vil blive fundet efter halvdelen af objekterne er kontrolleret, hvorimod alle objekterne skal gennemses, hvis der kun er irrelevante elementer til stede. I det andet delforsøg forudsiger modellen, at reaktionstiden for et positivt svar vil være uafhængig af antallet af objekter i synsfeltet, idet det relevante objekt kan skelnes fra de irrelevante objekter på baggrund af en simpel feature, der som beskrevet ovenfor forarbejdes parallelt. Hvis det relevante objekt fx er et

blåt bogstav, kan forsøgspersonerne blot registrere, hvorvidt der er aktivitet i det blå farvemodul og respondere 'ja', hvis dette er tilfældet. Man kunne tro, at også reaktionstiden for negative svar ville være uafhængig af antallet af objekter, men det viser sig ved forsøg, at denne stiger otte gange så hurtigt som reaktionstiden for positive svar. Det lader folgeligt til, at forsøgspersonerne gennem søger objekterne seriel, hvis de ikke umiddelbart finder et relevant objekt. Generelt verificerer Treisman og Gelade (1980) de forudsagte resultater med deres forsøg. I tabel 2 er angivet hældning og skæring for reaktionstidsfunktionerne ved positive og negative svar i de forskellige delforsøg.

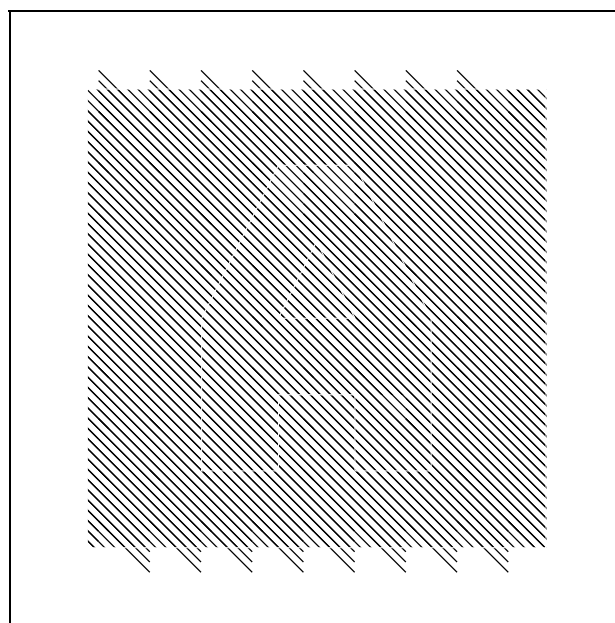
Tabel B
Resultater fra Treisman og Gelade (1980, p. 105) forsøg 1.

Delforsøg	Svar	Hældning (ms/objekt)	Skæring (ms)
Conjunction (<i>grønt T</i>)	Positiv	28.7	398
	Negativ	67.1	397
Disjunction (<i>blå</i> eller <i>S</i>)	Positiv	3.1	448
	Negativ	25.1	514

18.2 OPDELING VED HJÆLP AF TEKSTUR

Treisman og Gelade (1980) undersøgte også effekter af stimuluskarakteristika ved teksturspaltning, hvilket vil sige evnen til inddele synsfeltet i overflader med ens elementer. På figur 11 er angivet et eksempel, hvor et *A* står frem på en baggrund kun givet ved forskellen af elementerne i de forskellige overflader.

I tre forsøg undersøgte Treisman og Gelade (1980), hvorledes opspaltningen afhang af elementernes egenskaber. Forsøgspersonernes opgave var at sortere kortbunker, hvor tekturen på hvert kort enten var delt lodret eller vandret. Dette var angivet ved en forskel i de elementer, som var påtrykt kortet. Som ventet var det generelle resultat, at forsøgspersonerne uden større besvær kunne sortere kortene, hvis teksturspaltningen var givet ved en forskel i en simpel feature (form eller farve), hvorimod denne var besværlig og



Figur K: Eksempel på, hvordan forskel i tekstur kan give anledning til opdeling i overflader og efterfølgende formperception.

tidskrævende, hvis opdelingen var angivet ved en konjunktion (form *og* farve).

18.3 KONJUNKTIONER OG STIMULUSPOSITION

Foruden ovennævnte hypoteser undersøgte Treisman og Gelade (1980) også sammenhængen mellem genkendelse af formen af en stimulus og bestemmelse af dennes spatiale position. Ifølge feature integration teorien vil der være en nøje sammenhæng mellem genkendelsen af en konjunktion og bestemmelse af dennes placering, idet forudsætningen for bestemmelsen af en konjunktion er, at opmærksomheden er blevet fokuseret vha. kortet for placering. Omvendt er genkendelsen af en stimulus bestemt ved en simpel feature ikke afhængig af, om opmærksomheden er fokuseret, hvorfor man iflg. feature integration teorien ikke skal forvente, at der er en snæver sammenhæng mellem kendskab til fx farven af en stimulus og dennes position. Treisman og Gelade (1980) verificerer disse antagelser.

Feature integration teorien har vundet stor genklang inden for forståelsen af selektiv visuel opmærksomhed. I løbet af 80'erne og 90'erne viste flere forskellige undersøgelser dog, at teorien måtte revurderes og modificeres for stadig at have gyldighed. I de næste afsnit vil nogle af disse undersøgelser blive beskrevet nærmere.

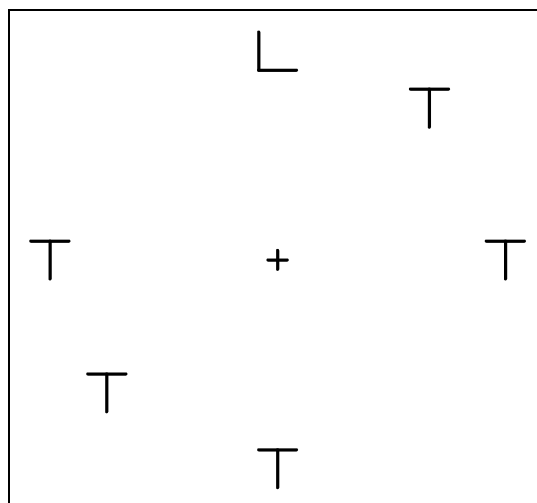
19. STIMULUSLIGHED

Duncan og Humphreys (1989) præsenterer undersøgelser af visual search for bl.a. bogstaver. Forfatterne undersøgte effekten af lighed (*similarity*), dvs. hvor ens to stimuli er eller mere præcist, hvor mange overlappende egenskaber (features) de har. Bogstaverne, der blev anvendt i forsøgene var *T* og *L*, der kunne være roteret eller spejlet horisontalt eller vertikalt (se figur 12 for et eksempel). Iflg. feature integration teorien ville søgning efter et sådan bogstav blandt andre lignende bogstaver kræve fokuseret seriel opmærksomhed, idet dannelsen af en

konjunktion af linjestykkerne er nødvendig for at kunne skelne bogstaverne fra hinanden.

Duncan og Humphreys (1989) fandt imidlertid flade reaktionstidsfunktioner af antallet af samtidigt præsenterede elementer (hældninger under 6 ms/bogstav).

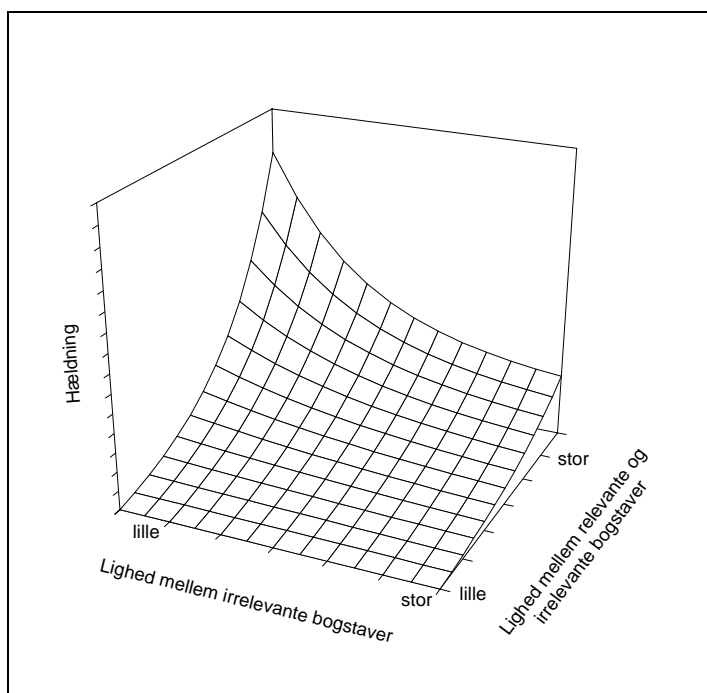
Efterfølgende varieredes ligheden mellem det relevante bogstav og de irrelevante bogstaver. Hvis de irrelevante bogstaver fx var *T*'er, varieredes det relevante bogstav, således at det enten var et *L* (lille lighed) eller et omvendt *T* (stor lighed). Endvidere varieredes



Figur 12: Søgning efter et *L* blandt *T*'er i Duncan og Humphreys (1989, forsøg 1).

ligheden mellem af de irrelevante bogstaver: Hvis L var det relevante bogstav blev almindelige T 'er (stor homogenitet) stillet over for to typer af irrelevante bogstaver almindelige T 'er og T 'er drejet 90° (lille homogenitet). Generelt viste resultaterne, at hældningen for reaktionstidsfunktionen givet ved antallet af bogstaver steg, når ligheden mellem det relevante og de irrelevante bogstaver steg. Omvendt steg hældningen ved et fald i homogenitet blandt de irrelevante bogstaver. Resultaterne er skitseret ved en graf i figur 13. Som det ses af figuren, sker der en interaktion mellem de to "lighedsdimensioner", idet graden af lighed mellem det relevante bogstav og de irrelevante bogstaver er afgørende for om effekten af homogenitet blandt de irrelevante bogstaver træder igennem. Ud fra disse iagttagelser konkluderer forfatterne endvidere, at parallel og seriel forarbejdning i visual search ikke er hinandens modsætninger. Frem for en dikotomi foreslår Duncan og Humphreys (1989) et kontinuum mellem hurtig parallel og langsom seriel forarbejdning afhængig af lighedsforhold mellem og indenfor relevante og irrelevante objekter i synsfeltet.

På baggrund af de anførte undersøgelser og teoretiske overvejelser opstiller Duncan og Humphreys (1989) en model for, hvorledes de bagvedliggende selektionsprocesserne er struktureret. Modellen består af tre niveauer. På det første niveau dannes en *perceptuel beskrivelse* parallelt over hele synsfeltet. Repræsentationen er hierarkisk organiseret, således at fingrene på en hånd er repræsenteret "underliggende" hånden som overordnet struktur. Endvidere sker forarbejdningen til et højt abstraktionsniveau. Følgelig er egenskaber som semantik, farvekonstans etc. eksplicite. En opdeling af repræsentationen sker med hensyntagen til gestaltprincipperne (fx nærhed og lighed). Elementer i synsfeltet, der er placeret tæt ved siden af hinanden eller deler fælles egenskaber som farve, form eller bevægelser, vil blive grupperet sammen i *strukturelle enheder*. Disse enheder svarer overens med Treisman og kollegaers midlertidige objektrepræsentationer (Treisman & Gelade, 1980; Kahneman &



Figur M: Graf over lighedsforholdenes indflydelse på hældningen af reaktionstidsfunktionen i Duncan og Humphreys (1989).

Treisman, 1984). Den fulde hierarkiske repræsentation opnås ved gentagende opdeling på de forskellige niveauer. Alle disse processer foregår parallel som beskrevet ovenfor og uden kapacitetsbegrænsninger, hvorfor modellen tilhører late-selection teorierne.

På det efterfølgende niveau sker *selektionen* af dele af den information, som er repræsenteret i den perceptuelle beskrivelse. Udvælgelsen sker til en *visuelle korttidshukommelse*, som er et begrænset midlertidig lager, der kan rumme 3-4 elementer (jvf. Sperling, 1967). Korttidshukommelsen udgør det tredje niveau og vil blive beskrevet nærmere nedenfor. Hver af de strukturelle enheder i den perceptuelle beskrivelse tildeles en *opmærksomhedsvægt* alt efter, hvor vigtig den er for den pågældende opgave. Dette sker ved, at hver enhed sammenlignes med en *template*, som indeholder information om, hvad der er relevant i den givne situation. Hvis man fx skal søge efter et rødt bogstav blandt blå bogstaver, sættes en template op for rød. Alle de strukturelle enheder sammenlignes med template og tildeles opmærksomhedsvægte, således at røde elementer får høje vægte og blå elementer lave vægte. Vægten af en enhed i den perceptuelle beskrivelse spredes sig til andre enheder, som den er grupperet sammen med. Denne egenskab ved udvælgelsen gør det bl.a. muligt at sænke vægten for ens irrelevante elementer i synsfeltet, idet en lav opmærksomhedsvægt fra et irrelevant element hurtigt spredes til de andre lignende elementer. Udfra opmærksomhedsvægtene tildeles hver strukturel enhed forarbejdningskapacitet, hvorefter enheder konkurrerer om adgang til den visuelle korttidshukommelse. Enheder, der er blevet tildelt en stor mængde af den samlede forarbejdningskapacitet har stor sandsynlighed for at blive udvalgt, hvorimod enheder med lav kapacitet har en lille sandsynlighed for at blive valgt.

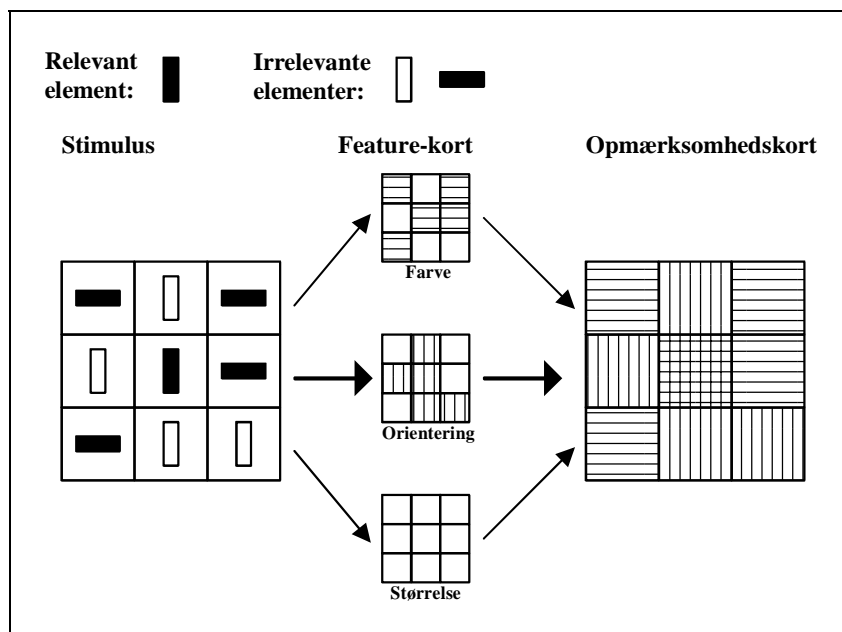
Den visuelle korttidshukommelse er det tredje niveau i modellen. Efter selektionen danner de få enheder, som er blevet selekteret, grundlag for organismens adfærd. Begrænsningen på 3-4 enheder har sin årsag i responsvalget, idet en større kapacitet ville kunne forårsage konflikter i disse systemer. Når den visuelle korttidshukommelse er fyldt, skal denne "tømmes", før nyt materiale kan indkodes i denne. Dette sker sandsynligvis normalt under bevægelse af øjnene mellem fiksationer.

Modellen forklarer effektivt, hvorledes lighed mellem elementerne påvirker forarbejdningen under visual search beskrevet i Duncan og Humphreys undersøgelser. Når ligheden mellem det relevante og de irrelevante elementer stiger, øges tildelingen af opmærksomhedsvægte for de irrelevante elementer relativt til det relevante. Dette sker, fordi overlappet mellem template og de irrelevante elementer vil blive større, jo større ligheden mellem de irrelevante og det relevante element er. Endvidere vil dalende homogenitet blandt de irrelevante elementer hindre vægtspredning mellem disse, eftersom grupperingsmekanismerne mellem disse elementer er afhængige af den indbyrdes lighed (jvf. gestaltprincipperne).

På samme måde kan modellen beskrive forskellen mellem søgning efter en konjunktion af features sat overfor søgning efter en simple feature (jvf. Treisman & Gelade, 1980). Da det relevante objekt deler flere egenskaber med de irrelevante objekter i søgning efter en konjunktion, er ligheden mellem det relevante og de irrelevante objekter stor. Samtidig er homogeniteten blandt de irrelevante objekter i søgning efter en konjunktion typisk lille, hvorfor det iflg. Duncan og Humphreys model er naturligt at forvente en stor hældning for reaktionstidsfunktionen. Det er således ikke nødvendigt at forudsætte to separate perceptuelle forarbejdningsniveauer, hvor det ene er parallelt og preattentivt, mens det andet er serielt og kræver fokuseret opmærksomhed, som Treisman og kollegaer mener (Kahneman & Treisman, 1984; Treisman, 1988; Treisman & Gelade, 1980). I det følgende afsnit vil yderligere beviser, der taler imod antagelserne i feature integration teorien, blive præsenteret.

20. GUIDED SEARCH

Foruden resultaterne fra Duncan og Humphreys (1989) undersøgelser af lighedsforhold ved det anvendte stimulusmateriale møder feature integration teorien også anden og mere direkte modstand. I den sidste halvdel af 80'erne bliver der publiceret flere artikler med hurtig (parallel) søgning efter en konjunktion af features. Nakayama og Silverman (1986) fandt reaktionstidsfunktioner, som tydede på parallel forarbejdning for søgning efter konjunktioner, hvor bevægelse og stereoskopisk dybde indgik. Det mest vægtige resultat kom dog, da Wolfe, Cave og Franzel (1989) beskrev søgning efter konjunktioner af form og farve med klar indikation af parallel forarbejdning.



Figur N: Guided search modellen (Wolf, Cave & Franzel, 1989).

På baggrund af disse resultater udviklede Wolfe, Cave og Franzel et nyt alternativ til feature integration teorien - *guided search*, som vil blive beskrevet i det følgende. Det skal herunder bemærkes, at også Treisman tager de nye resultater til efterretning og modificerer feature integration teorien i forhold til disse. Den nye teori kaldes *feature inhibition* teorien (Treisman, 1988; Treisman & Sato, 1990). Da denne teori imidlertid i væsenskarakter ligner guided search modellen, vil den ikke blive beskrevet nærmere her. For den interesserede læser kan der henvises til Cave og Wolfe (1990), hvor detaljerede argumenter for og imod henholdsvis guided search og feature inhibition teorien er anført.

Ligesom feature integration teorien består guided search modellen af to forskellige forarbejdningsstrin, hvor processerne foregår parallelt i det første og serielt i det andet. Det første trin er som i feature integration teorien uafhængigt af opmærksomheden (preattentivt), hvorimod det andet trin kræver fokuseret opmærksomhed. Modellen hører derfor også til kategorien af early-selection teorier.

I modsætning til feature integration gør guided search det muligt for opmærksomheden at undersøge de positioner i synsfeltet, hvor sandsynligheden er størst for, at et relevant element er til stede. Wolfe, Cave og Franzel (1989, p. 428) beskriver det ved hjælp af et eksempel, hvor opgaven er at søge efter et rødt X:

One can easily imagine a mechanism that would allow the serial stage to take advantage of this ability of the parallel maps to divide items into distractors and candidate targets. Suppose that each parallel feature map excites all of the spatial locations of candidate targets in a map that embodies the serial, attentional stage of processing. All of the red locations will be excited, all of the X locations will be excited, and the "red X" location (if any) will be doubly excited. If the "spotlight of attention" is directed to the point of maximum excitation, it will find the target without the necessity of conducting a random, serial search.

På figur 14 er dette illustreret med et eksempel, hvor opgaven er at søge efter en sort lodret streg blandt hvide lodrette streger og sorte vandrette streger (altså søgning efter en konjunktion). Stimuli er vist i det første kvadrat, hvor det relevante element er placeret i midten. Tre forskellige egenskaber ved stimuli kodes i tre forskellige kort: Farve, orientering og størrelse⁵. Kortene er ligesom i feature integration teorien retinotopisk opdelt, men koder *ikke* for evidensen for, at en given egenskab er tilstede. I stedet repræsenterer kortene en sum af bottom-up og top-down information, hvor førstnævnte er en funktion af den numeriske forskel i værdien af den sensoriske evidens på den pågældende position og værdierne på alle andre positioner i kortet. Top-down elementet beregnes som en funktion af den numeriske forskel mellem graden af evidensen for en bestemt egenskab, og graden af betydning denne egenskab har for den aktuelle opgave. Hvad der forstås ved et feature-kort i guided search teorien er således væsentligt forskellig fra, hvad der forstås ved ditto i Treismans feature integration teori.

De tre feature-kort aktiverer et fælles opmærksomhedskort proportionalt med deres egen aktivering på specifikke positioner (se det sidste kvadrat). Den position i opmærksomhedskortet med størst aktivitet (i dette tilfælde den midterste) tiltrækker herefter den fokuserede opmærksomhed, således at features ved objektet på den pågældende position kan indkodes i en midlertidig objektrepræsentation (analogt til feature integration teorien). Hvis et relevante element ikke findes på denne position, undersøges efterfølgende den position med næststørst aktivitet osv.

Modellen kan ligesom Duncan og Humphreys (1989) forklare effekter af lighed mellem det relevante og de irrelevante elementer. Hvis de irrelevante elementer deler for mange egenskaber med det relevante element, vil disse træde igennem i feature-kortene og derved fører til aktivitet i opmærksomhedskortet. Denne øgede aktivitet på positioner optaget af irrelevante elementer vil føre til, at sandsynligheden stiger for, at opmærksomheden (fejlagtigt) bliver rettet mod et af disse. Dette vil tvinge forsøgspersonen til at gennemsøge flere elementer, før det relevante element findes, hvorfor søgetiden vil stige mærkbart med det totale antal af elementer i synsfeltet. Derimod forklarer modellen ikke eksplicit indvirkningen af ligheden imellem de irrelevante elementer, idet modellen ikke beskriver grupperingsmekanismer mellem elementer i synsfeltet.

Vi har nu kigget nærmere på forskellige modeller for selektiv visuel opmærksomhed. De har hver især været karakteriseret ved en større eller mindre grad af "sympati" for henholdsvis early- og late-selection, og har anført teoretiske såvel som empiriske argumenter herfor.

⁵ Der vil naturligvis også være andre kort, som dog ikke er vist på figuren af plads hensyn.

Det synes klart, at en diskret opdeling mellem parallel og seriel søgning er for firkantet, hvis man vil opnå en realistisk beskrivelse af virkeligheden. I stedet har både Duncan og Humphreys (1989) samt Wolfe, Cave og Franzels (1989) undersøgelser vist, at lighed indenfor stimulusmaterialet er bestemmende for, hvor "parallel" eller "seriel" søgningen bliver. Omvendt er det stadig uklart, hvilke processer i den visuelle forarbejdning, der kan siges at forløbe parallelt. Schneider og Shiffrin (1977), Shiffrin og Schneider (1977) og Duncan og Humphreys (1989) studier tyder på, at forarbejdningen af bogstaver foregår parallelt, men hvorvidt mere komplekse stimuli kan forarbejdes parallelt, og derved give anledning til opmærksomhedseffekter er stadig uklart.

I de følgende afsnit vil jeg kigge nærmere på en gruppe af modeller for visuel opmærksomhed, som er udviklet ved Psykologisk laboratorium ved Københavns Universitet primært af Shibuya og Bundesen. Disse modeller er i modsætning til de ovenfor beskrevne matematisk kvantitative og derfor at foretrække, idet testbarheden er markant større for denne type af modeller.

21. A THEORY OF VISUAL ATTENTION

I de følgende afsnit vil TVA-modellen - "A Theory of Visual Attention" blive gennemgået nærmere på baggrund af Bundesen (1990). TVA-modellen skal ses i lyset af udviklingen af henholdsvis stokastiske valgmodeller (Bunden, Pedersen & Larsen, 1984; Bundesen, Shibuya & Larsen, 1985) og Fixed-capacity Independent Race Model (FIRM) (Bunden, 1987, 1993; Shibuya 1993a, 1993b; Shibuya & Bundesen, 1988). Valgmodellen og FIRM vil ikke blive gennemgået separat i denne afhandling, da de begge er en integreret del af TVA.

TVA har primært haft partial report paradigmet som empirisk basis. Bogstaver og tal er blevet anvendt som stimulusmateriale efterfulgt af masker for at kontrollere processeringstiden. Denne har typisk være under 200 ms. Teorien kan dog ligeledes forklare resultaterne fra et bredt spekter af eksperimentelle paradigmer foruden partial report paradigmet.

21.1 GRUNDLÆGGENDE ANTAGELSER

Det væsentligste aspekt ved TVA er, at modellen indeholder en samlet mekanisme, der både beskriver selektion og genkendelse/kategorisering af de selekterede elementer. Processen består i at lave perceptuelle kategoriseringer vedrørende elementer i *synsindtrykket*. Kategoriseringerne formuleres på følgende måde: "Det visuelle element x tilhører kategorien i ". Elementet x antages at være indkodet i den visuelle korttidshukommelse (VKH), såfremt en *kategorisering* af elementet er indkodet i VKH. Det er således ikke alle elementets egenskaber, der indkodes i VKH, men *kun* de kategoriseringer, som udvælges. Selektion siges at være sket, når selektionsprocessen af

elementet er tilendebragt, forudsat at VKH ikke er fyldt. Elementer i synsindtrykket opfattes som værende *perceptuelle enheder* i gestaltpsykologisk forstand. Perceptuelle kategorier kan f.eks. være *røde* elementer (farvekategori), elementer af bogstavtypen *A* (formkategori) og elementer placeret til *højre* for fiksationspunktet (spatial kategori).

Da VKH's kapacitet er begrænset, er selektions- og kategoriseringsprocessen naturligvis også begrænset på følgende vis:

- 1) En kategorisering af elementet x kan indkodes i VKH, hvis elementet x i forvejen er repræsenteret ved en anden kategorisering i VKH.
- 2) En kategorisering af et element x , hvor x *ikke* i forvejen er repræsenteret i VKH, kan ske, hvis antallet af elementer, for hvilke der er indkodet kategoriseringer i VKH, ikke er større end K , som angiver VKH's kapacitet. (K antager typisk værdier omkring 4 elementer, jvf. Sperlings eksperimenter i afsnit 16).

Hvis ikke betingelse 1 eller 2 er opfyldt vil kategoriseringen af elementet x gå tabt.

21.2 HAZARDFUNKTIONEN

Ved præsentation af elementer i synsfeltet til $t=0$, hvor t angiver tiden fra stimuluspræsentationens start, vil den perceptuelle kategorisering (x tilhører kategorien i) være tilendebragt til tiden t , hvor $t > 0$. Selektionen/kategoriseringen af forskellige elementer i synsindtrykket regnes for at foregå *parallelt* og *uafhængigt* af hinanden. Hazardfunktionen (dvs. tæthedsfunktionen for den betingede sandsynlighed for, at kategoriseringen sker til tiden t , forudsat at kategoriseringen *ikke* har fundet sted forinden⁶) gives ved $v(x, i)$ eller $v(x, i, t)$, hvis v ændrer sig med tiden. v defineres som:

$$v(x, i) = \eta(x, i) \beta_i \frac{w_x}{\sum_{z \in S} w_z} \quad (\text{A})$$

⁶ Hazardfunktionen beskriver således "sandsynligheden" i et givet øjeblik for, at kategoriseringsprocessen er afsluttet, *forudsat* at kategoriseringen *ikke* allerede er tilendebragt.

- hvor $\eta(x, i)$ er styrken af den *sensoriske evidens*⁷ for, at elementet x tilhører kategorien i ; β_i er den *perceptuelle bias* knyttet til kategorien i ; S er mængden af elementer i synsindtrykket; og w_x og w_z er *opmærksomhedsvægte* for henholdsvis elementerne x og z .

21.3 OPMÆRKSOMHEDSVÆGTE

Opmærksomhedsvægtene udledes fra *pertinensværdier*, der knytter sig til hver perceptuel kategori. Pertinensværdien beskriver den aktuelle vigtighed af at være opmærksom på elementer inden for den givne kategori. For hvert element x i synsindtrykket er opmærksomhedsvægten for dette givet ved:

$$w_x = \sum_{j \in R} \eta(x, j) \pi_j \quad (\text{B})$$

- hvor R er mængden af alle perceptuelle kategorier; $\eta(x, j)$ er styrken af den sensoriske evidens for, at x tilhører kategorien j ; og π_j er *pertinensværdien* for kategorien j .

Fordelingen af pertinensværdierne kommer således til at beskrive det selektionskriterie, der gælder til et givet tidspunkt. Som det ses af ligning 2, er opmærksomhedsvægten, der er knyttet til elementet x , beskrevet ved summen af pertinensværdierne, som knytter sig til alle kategorierne. Pertinensværdierne er hver især vægtet med tilhørende værdier for styrken af den sensoriske evidens for, at elementet x tilhører en given kategori. Af ligning 1 og 2 ses det, at $v(x, i)$ er en funktion af eta-, beta- og pi-værdier.

I de fleste eksperimentelle situationer kan eta-, beta- og pi-værdier regnes for konstante i løbet af stimuluspræsentationen. $v(x, i)$ er da rateparameteren i den *eksponentialfordeling*, der beskriver processeringen af kategoriseringen: Elementet x tilhører kategorien i .

21.4 PROCESSERINGSKAPACITETEN

Processeringskapaciteten C defineres som summen af v -værdier over alle perceptuelle kategorier og alle elementer i synsindtrykket:

$$C = \sum_{x \in S} \sum_{j \in R} v(x, j) \quad (\text{C})$$

C kan ofte regnes for konstant.

⁷Styrken af den sensoriske evidens for, at x tilhører kategorien i , kan evt. antages at fremkomme ved parallel sammenligning af elementerne i synsindtrykket med lagrede *templates* i langtidshukommelsen (*template matching*).

21.5 OPMÆRKSOMHEDSMEKANISMER

Som beskrevet i ovenstående afsnit indeholder TVA en mekanisme både for selektion og kategorisering. De to underliggende mekanismer kaldes ofte henholdsvis *filtrering* (filtering) og *sortering* (pigeonholing). De følgende afsnit vil indeholde en beskrivelse af, hvorledes TVA forholder sig til disse to begreber.

21.5.1 FILTRERING

Filtreringsmekanismen er repræsenteret ved opmærksomhedsvægtene w_x udledt fra π_j -værdierne, hvor sidstnævnte vægtes med styrken af den sensoriske evidens η . Forholdet mellem pertinensværdien for en given kategori og summen af pertinensværdierne for alle kategorier bestemmer således sandsynligheden for, at elementer med egenskaber fra den pågældende kategori selekteres uden samtidig at favorisere en specifik kategorisering af disse. En øget pertinensværdi øger følgelig *alle* kategoriseringer af det pågældende element, idet opmærksomhedsvægten for elementet påvirker enhver kategorisering af dette (jvf. ligning 2).

21.5.2 SORTERING

Ved hjælp af biasværdier er det muligt at vægte forskellige kategoriseringer uden at ændre filtreringen af enkelte elementer i synsindtrykket. I ligning 1 ses det, at biasværdierne (sammen med styrken af den sensoriske evidens) vægter hazardfunktionen $v(x, i)$ for en given *kategorisering*, således at denne kan øges/sænkes alt efter, hvor vigtig en given kategori er for forsøgspersonen. Endvidere ses det, at biasværdierne udelukkende knytter sig til kategorierne og ikke til de enkelte elementer i synsindtrykket.

Filtrering påvirker således sandsynligheden for, at elementet x bliver valgt uden at påvirke den betingede sandsynlighed for, at en bestemt kategorisering i favoriseres, hvis x vælges. Sorteringen påvirker derimod sandsynligheden for, at kategorien i bliver valgt uden at ændre den betingede sandsynlighed for, at elementet x vælges.

Det skal i denne forbindelse bemærkes, at TVA-modellens brug af pertinensbegrebet er væsentligt forskelligt fra det Norman (1968, 1976, kap. 2) anvender. Ved sidstnævntes brug af begrebet rummer dette således, hvad der svarer til *både* pertinens og bias i TVA-modellen. Med ovenstående begrebsdifferentiering sonder TVA-modellen imidlertid mellem et ønske om at udvælge stimuli i omverden ud fra disses objektive egenskaber, mens biasmekanismen på den anden side generelt øger sandsynligheden for en given kategorisering *uden* at tage hensyn til de objektive forhold i omverdenen.

21.6 RELATIONER TIL EARLY- VERSUS LATE-SELECTION

TVA-modellen indeholder elementer, der støtter både early- og late-selection teorier. I forhold til early-selection teorier er tidlig selektion vha. simple egenskaber ved elementerne

(features) i synsindtrykket mulig. Endvidere tabes information, som ikke vægtes med tilstrækkelig opmærksomhed/pertinens. Modellen er tillige åben for tanker omkring visuel opmærksomhed fremført i late-selection teorierne, idet beregningerne af den sensoriske evidens for elementer i synsindtrykket ikke stiller krav om, at disse kun finder sted for simple kategorier, hvilket f.eks. Treismans feature integration teori har som hovedantagelse (jvf. Treisman & Gelade, 1980). Modellen hæver sig således op over en kategorisk diskussion af, hvorvidt udvælgelsen finder sted før eller efter genkendelsen af stimuli, idet genkendelse og udvælgelse bliver to aspekter ved en og *samme* proces. Man kan umiddelbart foranledes til at tro, at TVA modellen er en late-selection teori, idet stimuli sammenlignes med langtidshukommelsen parallelt over hele synsfeltet. Det er dog vigtigt at adskille denne sammenligning fra den egentlige genkendelse, der kun finder sted i og med udvælgelsen i det efterfølgende væddeløb mod den visuelle korttidshukommelse. Sagt med andre ord bliver alle mulige udlægninger af synsindtrykket beregnet ved den første sammenligning med langtidshukommelsen, hvorefter nogle få af disse udvælges/genkendes, således at kun én "løsning" for hver af de op til fire elementerne i korttidshukommelsen står tilbage.

Endvidere er kriterier for kompleksiteten af de kategoriseringer, som pertinensværdierne knytter sig til, ikke fastlagt, hvorfor teorien kan rumme resultater fra undersøgelser, der støtter såvel early- som late-selection teorier. Det er bl.a. kompleksitetsgraden af de kategorier, der kan tillægges pertinens, den resterende del af afhandlingen vil fokusere på. Kan fx ordformer tilskrives pertinens, således at forsøgspersoner kan søge efter ord iblandt tekststrengene sammensat af tilfældige bogstaver eller udvælge ord fra bestemte semantiske kategorier? En lang række undersøgelser har forsøgt at besvare dette spørgsmål, hvoraf nogle eksempler vil blive trukket frem i det følgende.

22. SELEKTIV OPMÆRKSOMHED OG ORDGENKENDELSE

Da bogstaver er blevet anvendt i mange forsøg vedrørende selektiv visuel opmærksomhed, har det været naturligt at anvende ord som stimuli, når interaktionen mellem stimuluskompleksitet og selektiv opmærksomhed skulle undersøges.

Underwood (1976) foreviste forsøgspersoner stregtegninger i venstre del af synsfeltet og præsenterede samtidig irrelevante ord i højre side af dette. Forsøgspersonernes opgave var så hurtigt som muligt at benævne billederne og se bort fra ordene. Ordene var enten approksimationer til engelsk (dvs. ikke gyldige ord, der mht. rækkefølgen af bogstaverne var tilnærmet engelsk), neutrale ord og ord, der var semantisk relateret til billederne. Underwood (1976) fandt, at tiden, det tog at navngive stregtegninger, kun blev forøget, når et af de semantisk relaterede ord blev præsenteret samtidig på den irrelevante position i synsfeltet. I et andet forsøg undersøgte Underwood (1976) endvidere, hvorledes forsøgspersonerne løste opgaven, hvor *delt* opmærksomhed var påkrævet. I stedet for konsekvent at præsentere billederne i venstre side og ordene i højre side skiftede placeringen tilfældigt mellem venstre og højre side af synsfeltet. Forsøgspersonerne var således tvunget til at dele deres opmærksomhed mellem disse to positioner. Ved disse forsøgsbetingelser var reaktionstiden for semantisk relaterede ord igen forøget. Dette gjalt også for neutrale ord, men ikke for approksimationerne til engelsk. Underwood (1976) sandsynliggjorde således, at irrelevante ord bliver perceptuelt forarbejdet, og at graden af denne forarbejdning er afhængig af, i hvor høj grad forsøgspersonerne evner at fokusere deres opmærksomhed.

Broadbent og Gathercole (1990) belyser i en længere række af forsøg, hvorledes irrelevante flankerende ord kan påvirke kategoriseringen af et centralt relevant ord. Forsøgspersonerne fik præsenteret tre ord placeret vertikalt over hinanden og skulle tage stilling til kategorien af det midterste af ordene. Forfatterne varierede tidsintervallet mellem præsentationen af det centrale relevante ord og de flankerende irrelevante ord, således at det centrale ord kom 40 ms før de irrelevante ord i halvdelen af tilfældene og 40 ms efter i den anden halvdel. Resultaterne viste, at de flankerende ord havde den største effekt, når disse blev præsenteret *efter* det centrale ord. Dette strider umiddelbart mod et late-selection perspektiv, hvor de flankerende irrelevante ord vil have størst distraherende effekt, hvis disse præsenteres først. Tankegangen er, at den tidlige præsentation vil bevirke, at forarbejdningen af de irrelevante ord tilvejebringes før det centrale relevante ord, hvorfor interaktionen mellem disse vil øges. Mod forventning viser Broadbent og Gathercole (1990) imidlertid, at det omvendte er tilfældet. Hvis de flankerende ord præsenteres til sidst øges reaktionstiden mest. Dette lidt forvirrende resultat kan imidlertid forklares ved hjælp af Treismans feature integration teori, idet det centrale ord, når dette præsenteres først, aktiverer midlertidige objektrepræsentationer, der efterfølgende aktiverer semantisk

associerede repræsentationer bl.a. for de flankerende ord, hvorfor disse giver anledning til større interferens.

McCann, Folk og Johnston (1992) undersøgte interaktionen mellem ordfrekvenser og spatial opmærksomhed. Forfatterne præsenterede forsøgspersoner for tre forskellige kategorier af tekststreng: Nonsens-ord, ord med lav frekvens og ord med høj frekvens. Forsøgspersonernes opgave var så hurtigt som muligt at tage stilling til, om den præsenterede tekststreng var et ord eller ej. Tekststrengene blev præsenteret tilfældigt til højre og venstre for fiksationspunktet. Kort før hver præsentation blev der præsenteret et signal (cue) enten til højre eller venstre for fiksationspunktet. I 80% af tilfældene blev signalet præsenteret på samme side af fiksationspunktet som det efterfølgende ord (validt signal) og i 20% på den modsatte side (invalidt signal). McCann et al. fandt stærke effekter af validiteten af signalet og det relevante ords type på reaktionstiderne for kategoriseringen af dette. Imidlertid fandt de ingen interaktion mellem ordfrekvens og validiteten af signal. Forfatterne konkluderede derfor, at den spatiale opmærksomhed ikke blev påvirket af leksikale egenskaber ved stimuli (ordfrekvensen).

Overfor resultaterne fra Broadbent og Gathercoles (1990) samt McCann et al. (1992) står imidlertid Fuentes, Carmona, Agis og Catena (1994), der finder primingeffekter fra ord, både når disse præsenteres centralt og perifert (uden for opmærksomheden), endvidere finder Fuentes et al., at der stadig forekommer priming effekter under korte præsentationer (40 ms) med efterfølgende maske, hvor forsøgspersonerne ikke formår at genkende stimuli bevidst.

Johnston et al. har endvidere undersøgt effekten af "nye" ord præsenteret sammen med "gamle" ord (Johnston, Hawley & Farnham, 1993; Johnston, Hawley, Plewe, Elliott & Dewitt, 1990; Johnston, Schwarting, Hawley, 1996 se også Christie & Klein, 1995). Johnston et al. præsenterede forsøgspersoner for fire ord af gangen og bad dem efterfølgende om at angive positionen af et af ordene. Generelt var forsøgspersonerne bedre til at genkalde positionen for ord, de havde set flere gange. Dog var de bedre til at genkalde sig positionen for et ord, de så første gang, hvis dette blev præsenteret sammen med tre andre ord, de havde set flere gange forinden. Samtidig faldt rapporteringsfrekvensen af de tre "gamle" ord. Det lader således til, at „nye“ ord "hopper" ud af stimulusopstillingen, og de „gamle“ ord „synker“ ind - derfor også betegnelserne „novel popout“ og „field sink-in“.

Følgeligt lader det til, at vores opmærksomhed i visse tilfælde rettes mod stimuli på baggrund af deres komplekse egenskaber (i dette tilfælde ordformen). Med TVA's termer lader det til, at ordformer ved de rigtige betingelser er tilskrevet forskellige pertinensværdier. Det er dog stadig usikkert, i hvilket tilfælde dette gælder og specielt for denne afhandlings fokus, om opmærksomheden kan tiltrækkes automatisk af ordformer eller ej: Er visse ord tillagt en statisk høj pertinensværdi, således at de forarbejdningsressourcer, der tillægges disse, er relativt højere/lavere i forhold til andre ord?

I det næste afsnit vil jeg kigge nærmere på undersøgelser og teorier vedr. automatisk tiltrækning af opmærksomheden generelt. Dette hvilket vil lede op til beskrivelsen af to forsøg udført på Psykologisk Laboratorium, Københavns Universitet under vejledning af Claus Bundesen, der direkte undersøgte koblingen mellem automatiske skift af opmærksomheden og ordgenkendelse.

23. AUTOMATISK TILTRÆKNING AF OPMÆRKSOMHEDEN

Inden for de sidste år er flere undersøgelser omkring automatisk tiltrækning af den visuelle opmærksomhed blevet publiceret. I det følgende vil de overordnede konklusioner fra disse blive gennemgået, hvilket vil lede op til afhandlingens empiriske del. Først vil jeg dog give en definition af begrebet, således at dette står klart i læserens bevidsthed inden præsentationen af de eksperimentelle resultater.

Med automatisk tiltrækning af opmærksomheden forstås, at *de perceptuelle forarbejdningsressourcer automatisk tildeles stimuli med særlige egenskaber*. Sagt med andre ord, kan stimuli fx med en distinkt farve eller stimuli, der fremkommer abrupt (pludseligt), tiltrække kapacitetsbegrænsede ressourcer, således at disse forarbejdes hurtigere end andre stimuli, der ikke besidder denne egenskab. Disse fænomener ses *indirekte* på adfærdstiden i form af langsommere reaktionstider og højere fejlratere for genkendelse af stimuli, der ikke skiller sig ud.

23.1 BOTTOM-UP VS. TOP-DOWN

Når man snakker om automatisk tiltrækning af opmærksomheden, er det også naturligt at henvise til forskellen mellem *bottom-up* og *top-down* processering. Som pointeret i de indledende afsnit beskriver denne dikotomi det faktum, at informationsbearbejdningen i centralnervesystemet både er styret af ydre stimuli og indre indstillinger. Da automatisk tiltrækning af opmærksomheden iflg. definitionen knytter sig til egenskaber ved stimuli, er denne ofte blevet kategoriseret som værende betinget af *bottom-up* frem for *top-down* processering. Vi skal dog i det følgende se, at dette er en for kategorisk beskrivelse af fænomenet.

De eksperimentelle undersøgelser, der forsøger at belyse automatisk tiltrækning af opmærksomheden, har primært fokuseret på *spatial cuing* og simple egenskaber ved stimuli (fx farve, orientering, bevægelse). Ved *spatial cuing* forstås en stimulus, som signalerer placeringen af en anden stimulus. Hvis man fx præsenterer en streg i nærheden af den position, hvor et efterfølgende bogstav vil fremtræde eller en centralt placeret pil, der ligeledes angiver positionen, vil forsøgspersoner typisk rapportere bogstavet med større nøjagtighed, idet det antages, at de flytter deres opmærksomhed til denne position, hvorved forarbejdningen af bogstavet forbedres. Ved denne teknik har man fundet, at direkte, men ikke indirekte *cuing*, fører til automatisk allokering af opmærksomheden til stimuli på den

position, som cuet angiver. Betegnelsen direkte cue bruges normalt om en signalstimulus placeret i umiddelbar nærhed af den efterfølgende relevante stimulus (stregen i ovennævnte eksempel), hvorimod et indirekte cue kan være en pil i skærmens midte, der kun ved sin symbolværdi angiver positionen for en efterfølgende relevante stimulus.

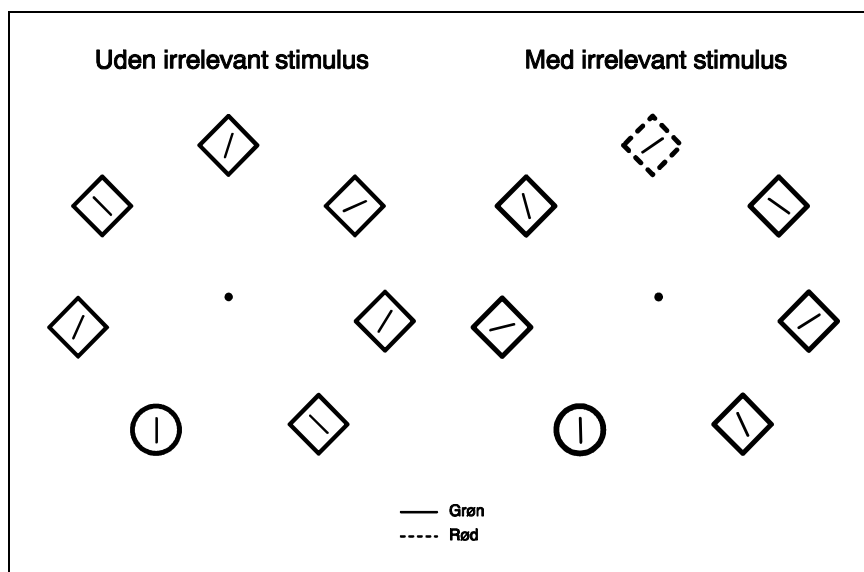
Hvis man fx anvender cues uden reel signalværdi, har et direkte cue stadig en virkning, hvorimod effekten af et indirekte cue forsvinder. Dette sker endvidere på trods af, at forsøgspersonen er blevet gjort opmærksom på den manglende signalværdi før forsøgets start (Jonides, 1981). Yantis og Jonides (1990) har dog vist, at et indirekte cue, der får tid nok til at have sin virkning, kan ophæve effekten af et direkte cue.

De to former for cuing-effekter kan iflg. Yantis (1996) tilskrives to forskellige netværk i hjernen, hvor indirekte cueing er relateret til det anteriore opmærksomhedssystem med tilknytning til den anteriore del af gyrus cinguli og direkte cueing knyttes til det posteriore system centreret omkring parietal cortex (se også Posner & Raichle, 1994).

En intens debat har forløbet i de sidste 5 år vedr. spørgsmålet, om hvorvidt stimuli, der afviger fra deres omgivelser ved et simpelt karakteristika som farve, orientering, bevægelse og abrupt fremkomst, konsekvent tiltrækker opmærksomheden automatisk. Eller med andre ord om afvigelser på visse stimulusdimensioner (kategorier) altid er tilskrevet så høj pertinens, at forsøgspersoner altid vil have en tendens til at kategorisere sådanne elementer frem for andre (jvf. TVA). Yantis og medarbejdere har argumenteret for en mere blød tilgang, hvor simple egenskaber kun tiltrækker sig opmærksomhed i særlige tilfælde, når forsøgsbetingelserne og forsøgspersonernes instillinger tillader dette. Theeuwes står over for dette med et mere bastant synspunkt, hvor afvigelser på forskellige dimensioner fx farve og orientering altid giver anledning til automatiske skift af opmærksomheden.

Sidstnævnte synspunkt er typisk blevet underbygget på baggrund af et forsøgsparadigme, hvor forsøgspersonerne præsenteres for to typer af skærbilleder, hvor der i den ene type optræder en særligt fremtrædende, men *irrelevant* stimulus. Theeuwes (1992) præsenterede fem, syv og ni liniestykker med forskellige orientering spredt jævnt over en imaginær cirkel med centrum i fiksationspunktet (se figur 15). Hvert liniestykke var omsluttet af en simpel geometrisk form i grøn. Formen angav om liniestykket inden i denne var relevant eller irrelevant for forsøgspersonen. Hvis den geometriske form var en ruder var liniestykket irrelevant, hvorimod det var relevant, hvis formen var en cirkel. Forsøgspersonens opgave var så hurtigt og præcist som muligt at bestemme, om liniestykket i cirklen var orienteret horisontalt eller vertikalt. I halvdelen af skærbillederne var en af de ellers grønne ruderformer farvet i en klar distinkt rød farve (angivet med stiplede linier i figur 15). Spørgsmålet var nu, om dette ville påvirke forsøgspersonernes reaktionstider. Resultatet var klart: Forsøgspersonerne var signifikant langsommere til at bestemme orienteringen af liniestykket i cirklen, når en af de irrelevante former var farvet i en anden farve. Theeuwes (1992) tolkede dette som resultatet af, at opmærksomheden automatisk blev draget mod den irrelevante, men fremtrædende stimulus. Theeuwes har endvidere udvidet dette generelle fund i andre undersøgelser af responskompatibilitet (Theeuwes, 1996) og forskellen i effekt af abrupt fremkomst af stimuli ved henholdsvis preattentiv og attentiv forarbejdning (Theeuwes, 1995).

Yantis et al. (se Yantis, 1996) har dog publiceret modstridende data. I eksperimenterne skulle forsøgspersonerne søge efter et relevant bogstav i en matrix af bogstaver, hvor et af disse enten havde en distinkt farve, var lysere end de andre bogstaver eller fremkom abrupt. Kun ved den sidste eksperimentelle manipulation udviste forsøgspersonerne langsommere



Figur O: Eksempel på stimulusopsætning i Theeuwes (1992).

reaktionstider, hvilket står i kontrast til Theeuwes' resultater.

Bacon og Egeth (1994) har foreslået en forklaring på ovenstående forskel i resultater: Stimuli med en irrelevant simpel egenskab kan kun tiltrække forsøgspersonernes opmærksomhed automatisk, hvis forsøgspersonerne benytter en strategi kaldet *singleton-detection mode*. Strategien består i, at forsøgspersonerne lader opmærksomheden styre af kontraster over alle simple karakteristika (fx farve, orientering eller bevægelse). Dette er en god strategi, hvis man søger efter en diskontinuitet i fx farve, når en rød relevant stimulus præsenteres sammen med grønne irrelevante stimuli, men giver dog anledning til u hensigtsmæssige skift af opmærksomheden, når en diskontinuitet på en anden irrelevant dimension ligeledes er tilstede, fx bevægelse eller formforskkel for en af de irrelevante stimuli i eksemplet. Bacon og Egeth (1994) underbyggede deres teori ved at replikere Theeuwes (1992) eksperimenter. Dog ændrede Bacon og Egeth paradigmet, således at antallet af relevante elementer i et forsøg og heterogeniteten blandt de irrelevante elementer i et andet blev øget, hvorefter effekten forsvandt. Bacon og Egeth (1994) argumenterer for, at resultaterne er udtryk for, at forsøgspersonerne tvinges væk fra singleton-detection mode, idet de ikke kan finde det relevante element ved hjælp af en simple diskontinuitet i modulet for form.

Det lader således til, at automatisk tiltrækning af opmærksomheden er afhængig af forsøgspersonernes intentioner og valg af strategi, hvor begge naturligvis er påvirket af den stillede opgave. Folk, Remington og Johnston (1992) har undersøgt dette nærmere i en række eksperimenter, hvor forsøgspersonerne først blev præsenteret for et cue på én dimension fx farve og derefter søgte på en af to forskellige dimensioner, hvor den ene var ens og den anden forskellig i forhold til cue-dimensionen fx farve og abrupt fremkomst. Resultatet var klart: Der optrådte kun en effekt, når cue og det relevante element var defineret på samme dimension. Når et farve-cue blev præsenteret, påvirkede dette kun registreringen af et relevant element, som var defineret ved dets farve. Lige som Bacon og Egeth (1994) argumenterer Folk et al. (1992) derfor for, at forsøgspersonernes intentioner og valg af strategi er afgørende for automatisk tiltrækning af opmærksomheden.

Efter gennemgangen af ovenstående resultater er det naturligt at spørge sig selv, om der er typer af stimuli, som uanset forsøgspersonernes intentioner vil tiltrække deres opmærksomhed. Yantis og medarbejdere har vist, at stimuli, der optræder som nye objekter i forsøgspersonernes synsfelt, har denne egenskab (se Hillstrom & Yantis, 1994; Jonides & Yantis, 1988; Remington, Johnston & Yantis, 1992; Yantis, 1996; Yantis & Hillstrom, 1994). Ved fx at præsenterer forsøgspersoner for stimuli med enten abrupt fremkomst (fx Yantis & Hillstrom, 1994) eller stimuli, der stod frem ved at bevæge sig i forhold til deres baggrund (Hillstrom & Yantis, 1994, eksp. 2), viste forfatterne, at opmærksomheden automatisk tiltrækkes af disse. Hillstrom og Yantis (1994, eksp. 1) viste endvidere, at bevægelse perse ikke er tiltrækkeligt for at tiltrække opmærksomheden automatisk. Forfatterne sammenligner resultatet af Yantis og Hillstrom (1994, eksp. 2) med figur-grund

segregationen, når et kamufleret dyr pludselig bevæger sig i forhold til sine omgivelser, hvilket forårsager, at opmærksomheden automatisk drages mod dette.

For at opsummere lader det således til, at simple irrelevante egenskaber ved stimuli kan virke distraherende, hvis disse optræder, når forsøgspersonen anvender en specifik strategi kaldet *singleton-detection mode*. Visse typer af stimuli, der angiver, at et nyt objekt er fremkommet i synsfeltet, har dog den egenskab stadig at virke forstyrrende på trods af, at forsøgspersonerne ikke er i *singleton-detection mode*.

Det næste spørgsmål, der rejser sig, er, hvorvidt stimuli med mere komplekse egenskaber automatisk kan tiltrække sig opmærksomheden. Med andre ord: Er det kun simple egenskaber som farve, bevægelse eller form, der kan indfange opmærksomheden, eller kan egenskaber som fx bogstavkategori eller leksikal status også påvirke den involuntære del af opmærksomhedsstyringen? Resultatet af Shiffrin og Schneiders (1977) forsøg 4d indikerer, at opmærksomheden lader til at kunne indfanges af tal eller bogstaver, der gennem langvarig træning er blevet lagret som værende relevante i forsøgspersonernes langtidshukommelse (jvf. afsnit 17).

I TVA modellen forklarer Bundesen (1990, pp. 540-542) Shiffrin og Schneiders (1977) resultater ved en gradvis ændring af pertinensværdierne for henholdsvis relevante stimuli og irrelevante stimuli, således at pertinensværdierne stiger for relevante og falder for irrelevante stimuli over træningsperioden. Hvis træningen udføres tilstrækkeligt i lang tid, vil pertinensværdierne være ændret i en sådan grad, at forsøgspersonerne ikke længere kan justere disse tilstrækkeligt med viljens kontrol, hvilket fører til, at de tidligere relevante stimuli tiltvinger sig forsøgspersonens opmærksomhed, og derved forhindrer nye relevante stimuli i at gøre ditto. Ifølge denne forklaring består pertinensværdierne således af to komponenter, hvor den ene er *statisk* og den anden *dynamisk*. Den statiske del svarer til et generelt niveau, hvorom en vis variation er mulig varetaget af den dynamiske del. Den statiske del af pertinensværdien kan kun ændres ved langvarig træning, hvorimod den dynamiske del er under voluntær kontrol og derfor kan ændres inden for ganske kort tid fx ved introduktion af nye forsøgsbetingelser. Man kan herefter spekulere over, om de to komponenter er varetaget af forskellige centre i hjernen. En mulig hypotese kunne være, at den statiske del af pertinensværdierne bliver varetaget af de posteriore dele af hjernebarken herunder specielt parietal cortex. Hvis disse værdier skal ændres, kræver dette lang og konsistent træning, hvorved ændringer i synapserne mellem neuronerne i centrene finder sted, hvilket svarer til en ændring i den statiske komponent af pertinensværdierne. Det posteriore system er imidlertid ikke upåvirkeligt, men kan justeres fra det anteriore opmærksomhedssystem varetaget af bl.a. den anteriore del af gyrus cinguli (jvf. Posner & Raichle, 1994). Dette kan virke modulerende ind på aktiviteten i det parietale

opmærksomhedssystem, hvilket stemmer overens med definitionen af den voluntære dynamiske del af pertinensværdierne.

Efter ovenstående diskussion, kan man yderligere spørge sig selv, om også mere komplekse former end enkelt bogstaver automatisk kan tiltrække sig forsøgspersoners opmærksomhed? I de følgende afsnit vil to eksperimenter blive præsenteret, der belyser denne specifikke problematik, som direkte forbinder diskussionen af early vs. late-selection med automatisk tiltrækning af den visuelle opmærksomhed.

24. NAVNEFORSØG

På baggrund af resultaterne fra Shiffrin og Schneiders (1977) forsøg 4d er det naturligt at spørge sig selv, om også ordformer efter lang tids indlæring automatisk kan tiltrække opmærksomheden? Er ens eget navn tilskrevet en højere statistisk pertinensværdi end andre navne, hvilket bevirker, at man har svært ved at se bort fra det (jvf. Moray, 1959)? Claus Bundesen udviklede på baggrund af disse overvejelser et eksperimentelt design, der sigtede med at besvare dette spørgsmål.

I perioden 1993 til 1995 arbejdede undertegnede i samarbejde med Kristjan J. Houmann og Rune M. Jensen under vejledning af Claus Bundesen med to kognitionspsykologiske forsøg udviklet på baggrund af Claus Bundesens forsøgsdesign. Det første forsøg undersøgte, hvorvidt forsøgspersoners eget navn kunne tiltrække opmærksomheden automatisk, når dette blev præsenteret visuelt. Det andet forsøg fungerede som kontrolforsøg og belyste, hvorvidt forsøgspersonerne læste deres eget navn hurtigere eller havde en bias for at læse det. Forsøgene er publiceret i Bundesen, Kyllingsbæk, Houmann og Jensen (in press). I det følgende vil jeg give en kort skitse af design og resultater.

I det første forsøg fik forsøgspersonerne samtidig forevist fire navne på fire mulige positioner i en korsform rundt om et fikspunkt. Navnene var alle almindelige danske fornavne på fire til seks bogstaver. To af navnene blev vist i rød - de to andre i hvid. Navnene og placeringen af disse blev tilfældigt valgt for hver trial. Efter en kort periode på 150 ms blev de fire navne efterfulgt af fire udfyldte rektangler i samme farve, som slettede forsøgspersonernes synsindtryk. Forsøgspersonernes opgave var efterfølgende at rapportere så mange af de røde navne korrekt og såvidt muligt ignorere de samtidigt præsenterede hvide navne.

Tabel C

Antal korrekt rapporterede navne i det første forsøg om forsøgspersoners eget navn og automatisk tiltrækning af opmærksomheden.

Eget navn relevant		Eget navn som distraktor	Eget navn fraværende
Eget navn	Andet navn		

66,5%	55,0%	55,8%	56,9%
-------	-------	-------	-------

Resultatet af forsøget var klart (se tabel 3). Forsøgspersonerne blev *ikke* distraheret af deres eget navn, idet der ingen forskel var at finde mellem antal af korrekte rapporteringer, når dette var til stede som distraktor (hvidt) eller var fraværende. Endvidere hæmmede forsøgspersonernes eget navn ikke rapporteringen af det andet samtidigt præsenterede relevante navn (i rødt), når forsøgspersonernes eget navn var relevant (rødt). Endelig lod det til, at forsøgspersonerne var bedre til at rapportere deres eget navne, når dette var relevant. Pertinensværdien for eget navn var således *ikke* højere end pertinensværdierne for andre navne, hvorimod den sensoriske evidens (eta-værdien) eller den kategorielle bias (beta-værdien) muligvis var. I det efterfølgende forsøg blev de to sidstnævnte muligheder undersøgt nærmere.

I forsøg 2 fik forsøgspersonerne forevist et navn af gangen og altid i rødt. Forsøgspersonernes opgave var blot at rapportere/læse navnet. Opgaven kan umiddelbar lyde triviell, men kontrasten mellem stimuli og baggrund var særdeles lille og eksponeringstiden kort (83 ms), hvorfor forsøgspersonen i gennemsnit kun rapporterede halvdelen af de præsenterede navne korrekt.

Resultatet var igen klart. Alle forsøgspersoner rapporterede deres eget navn korrekt med større sandsynlighed end for de resterende navne. Endvidere viste nærmere analyser, at dette ikke skyldtes en bias for at læse eget navn, men havde sin årsag i en bedre læseevne hos forsøgspersonerne - eller i TVA's termer: En højere eta-værdi for eget navn (se Bundesen, Kyllingsbæk, Houmann & Jensen, in press).

DEL IV

25. EKSPERIMENTERNE GENERELT

Den umiddelbare konklusion, der følger ovenstående resultater er, at ordformer af fire til seks bogstavers længde sandsynligvis ikke kan tiltrække opmærksomheden automatisk. Komplexitetsgraden af stimuli, der kan tiltrække sig visuel opmærksomhed, må følgelig ligge et sted mellem bogstaver og ordformer på mindre end fire bogstaver, hvorfor det var naturligt undersøge dette nærmere.

I denne forbindelse designede undertegnede tre eksperimenter: Det første var en simplificeret replikation af Shiffrin og Schneiders (1977) eksperiment 4d, hvor forsøgspersonerne under træningen konstant skulle søge efter en bestemt konsonant blandt fem irrelevante konsonanter. Efter træningen blev opgaven ændret, således at et nyt relevant bogstav blev udvalgt blandt de fem tidligere irrelevante bogstaver. Det gamle relevante bogstav fungerede nu som irrelevant bogstav på linie med de resterende fire bogstaver. Når det gamle relevante bogstav optrådte som irrelevant bogstav, skulle dette automatisk tiltrække forsøgspersonernes opmærksomhed, hvilket ville føre til ringere genkendelse af det nye relevante bogstav.

I de to resterende forsøg, blev stimuluskompleksiteten blot ændret, således at farvede geometriske former og bogstavstrengene af tre bogstaver blev anvendt i stedet for konsonanter. Det første forsøg virkede således som en replikation af de gamle resultater fra 1977, hvorimod de to resterende forsøg skulle bibringe egentlig ny viden.

Bogstaverne i det første forsøg blev efter diskussion med Werner X. Schneider udskiftet med fem symboler. De teoretiske overvejelser, som forårsagede denne ændring, vil blive beskrevet under metodegennemgangen af eksperiment 1.

Efter det første forsøg viste det sig, at replikationen af Shiffrin og Schneiders (1977) resultater var mere problematisk end forventet, hvorfor de to sidstnævnte eksperimenter blev udsat, og andre udført i stedet - bl.a. en tæt replikation af forsøg 4d (se eksperiment 3). I de følgende afsnit vil de eksperimentelle design og resultaterne af disse blive diskuteret. Efterfølgende vil jeg drage teoretiske konklusioner og komme med forslag til fremtidige undersøgelser som en afslutning på afhandlingen.

26. EKSPERIMENT 1

Ekspertiment 1 havde som formål at replikere resultaterne fra Shiffrin og Schneiders (1977) forsøg 4d som beskrevet ovenfor. Eksperimentets overordnede idé var som i forsøget fra 1977, først at træne forsøgspersonerne til at se efter en bestemt stimulus blandt andre irrelevante stimuli. Efter fire dages træning blev opgaven ændret, således at forsøgspersonerne nu skulle se efter en af de andre tidligere irrelevante stimuli. Spørgsmålet var nu, hvad der ville ske, når forsøgspersonerne blev præsenteret for den tidligere relevante stimulus, der nu var irrelevant i forhold til den stillede opgave. Ville den gamle stimulus automatisk tiltrække sig forsøgspersonernes opmærksomhed mod deres vilje?

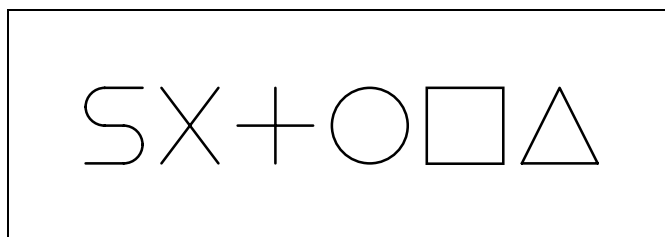
I ekspertiment 4d anvendes et særdeles komplekst forsøgsparadigme med to forskellige opgavetyper før og efter træningen, samt hurtig seriel visuel præsentation. Overfor dette valgte vi et simplere paradigme, hvor forsøgspersonernes opgave under træningen var at søge efter et bestemt symbol blandt fem andre symboler. Efter træningen var opgaven identisk, blot blev et af de irrelevant symboler nu valgt til at være ny relevant stimulus og det gamle relevante symbol blev tildelt karakter af distraktor. Endvidere blev forsøgspersonerne kun præsenteret for et skærbillede for hvert respons.

Symbolerne var valgt således, at de var lette at skelne fra hinanden i håbet om, at forsøgspersonerne hurtigere ville udvikle automatisk forarbejdning af disse. Treisman og Gelade (1980, p. 119-120) har bl.a. argumenteret for, at forsøgspersonerne i Shiffrin og Schneider (1977) måske blot indlærer simple karakteristika som liniers orientering og runde kurver og ikke bogstavernes form. Vi udvalgte derfor bevidst symbolerne således, at disse kunne skelnes på baggrund af sådanne simple formkarakteristika. Dette blev endvidere underbygget i pilotforsøg, hvor søgning efter hvert af symbolerne blandt de resterende symboler ikke afhang nævneværdigt af antallet af præsenterede symboler (jvf. diskussionen af Treismans undersøgelser og teori).

26.1 METODE

Forsøgspersoner. Fire studerende (to kvinder og to mænd) fra Ludwig-Maximilian Universitetet deltog som forsøgspersoner i ekspertimentet. Hver forsøgsperson blev betalt 150 DM for at deltage (cirka 570 kr.). Forsøgspersonernes alder var henholdsvis 32, 33, 34 og 36 år. Alle forsøgspersoner havde normalt syn eller syn, der var korrigeret til normalt syn.

Forsøgsudstyr. Ekspertimentet blev kørt på en IBM-kompatibel computer tilsluttet en VGA-skærm med en opdateringsfrekvens på 70 Hz og en opløsning på 640 x 200. Det ekspertimentelle program blev udviklet i Borlands C++ 3.0.



Figur P: Stimuli anvendt i eksperiment 1.

Stimulusmateriale. Seks symboler (s x + o Δ) blev anvendt som stimuli. Symbolerne var opbygget af liniestykker (se figur 16).

Skærmopsætning. Tre, fem eller otte symboler fremkom på otte mulige positioner spredt homogent, dvs. med lige stor indbyrdes afstand, over en imaginær cirkel med en radius på 46 mm (2,2° synsvinkel). I cirkelns centrum var et fikspunkt placeret bestående af et hvidt (50,3 cd/m²)⁸ kryds (3 mm x 3 mm). Symbolerne var hvide (50,3 cd/m²) på sort baggrund (0,4 cd/m²) og havde en bredde og højde på henholdsvis 15 mm (0,72°) og 15 mm (0,72°).

Procedure. Forsøgspersonerne blev placeret 1,2 m fra skærmen i et rum med dæmpet kunstig belysning. Fikspunktet var konstant synligt i skærmens midte.

Inden eksperimentets start blev et af de seks stimulussymboler udvalgt som værende relevant for hver forsøgsperson. Således forstået, at forsøgspersonen skulle være opmærksom på dette og ignorere de resterende fem symboler under eksperimentet.

Forsøgspersonernes responser blev aflæst vha. computerens tastatur, som var placeret på et bord umiddelbart foran forsøgspersonerne. En knap til venstre på tastaturet markeret med en grøn label og en knap til højre på tastaturet markeret med en rød label blev anvendt.

Halvdelen af forsøgspersonerne responderede med højre pegefingert på den røde knap, hvis de havde set det relevante symbol og med venstre pegefingert på den venstre grønne knap, hvis de ikke havde set det relevante symbol. Den anden halvdel vice versa.

Forsøgspersonernes responser var således balanceret i forhold til højre og venstre hånd.

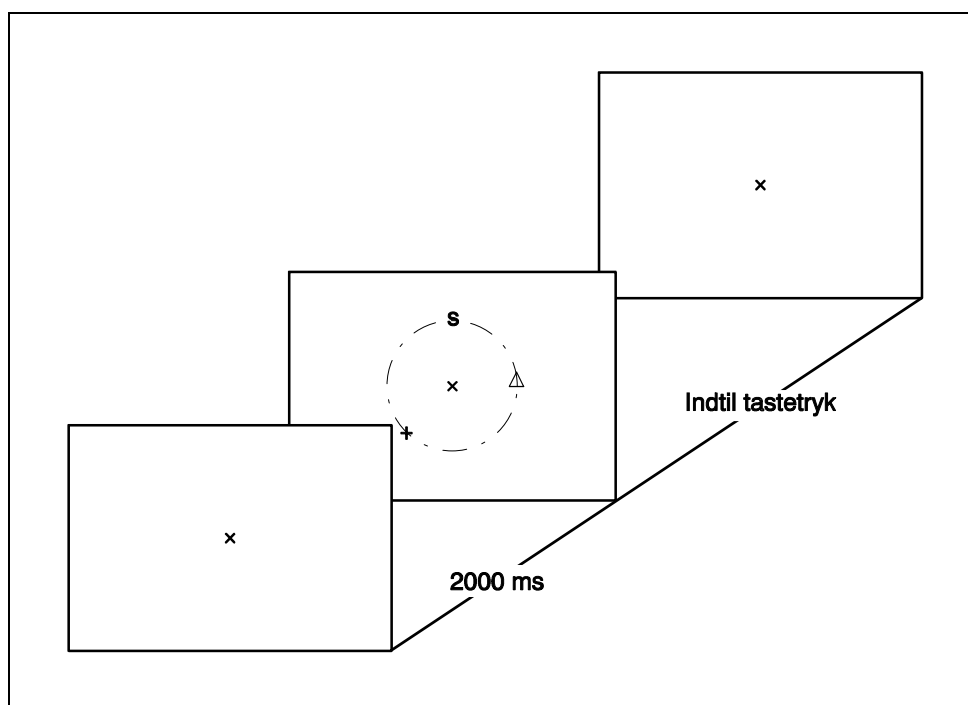
Efter forsøgspersonerne havde fikseret på fikspunktet, startede de hver forsøgsblok ved at trykke på mellemrumstasten. Efter 3 s startede den første trial. Forsøgspersonernes opgave var så hurtigt og så præcist som muligt at vurdere, om det relevante symbol var tilstede på skærmen eller ej ved at respondere som beskrevet ovenfor. Umiddelbart efter forsøgspersonerne havde responderet forsvandt stimuli fra skærmen. Hvis forsøgspersonen respons *ikke* var korrekt blev dette efterfulgt af en kort tone som feedback. Herefter fulgte en pause på 2 s, inden den næste trial begyndte (se figur 17).

⁸ Målt med en Textronix J16 Digital Photometer med en J6503 cd/m² (NITS) måleenhed.

Efter hver stimulusblok havde forsøgspersonerne mulighed for at holde en pause. Den efterfølgende stimulusblok blev startet af forsøgspersonerne ved at trykke på mellemrumstasten, efter de havde fikseret på fikspunktet.

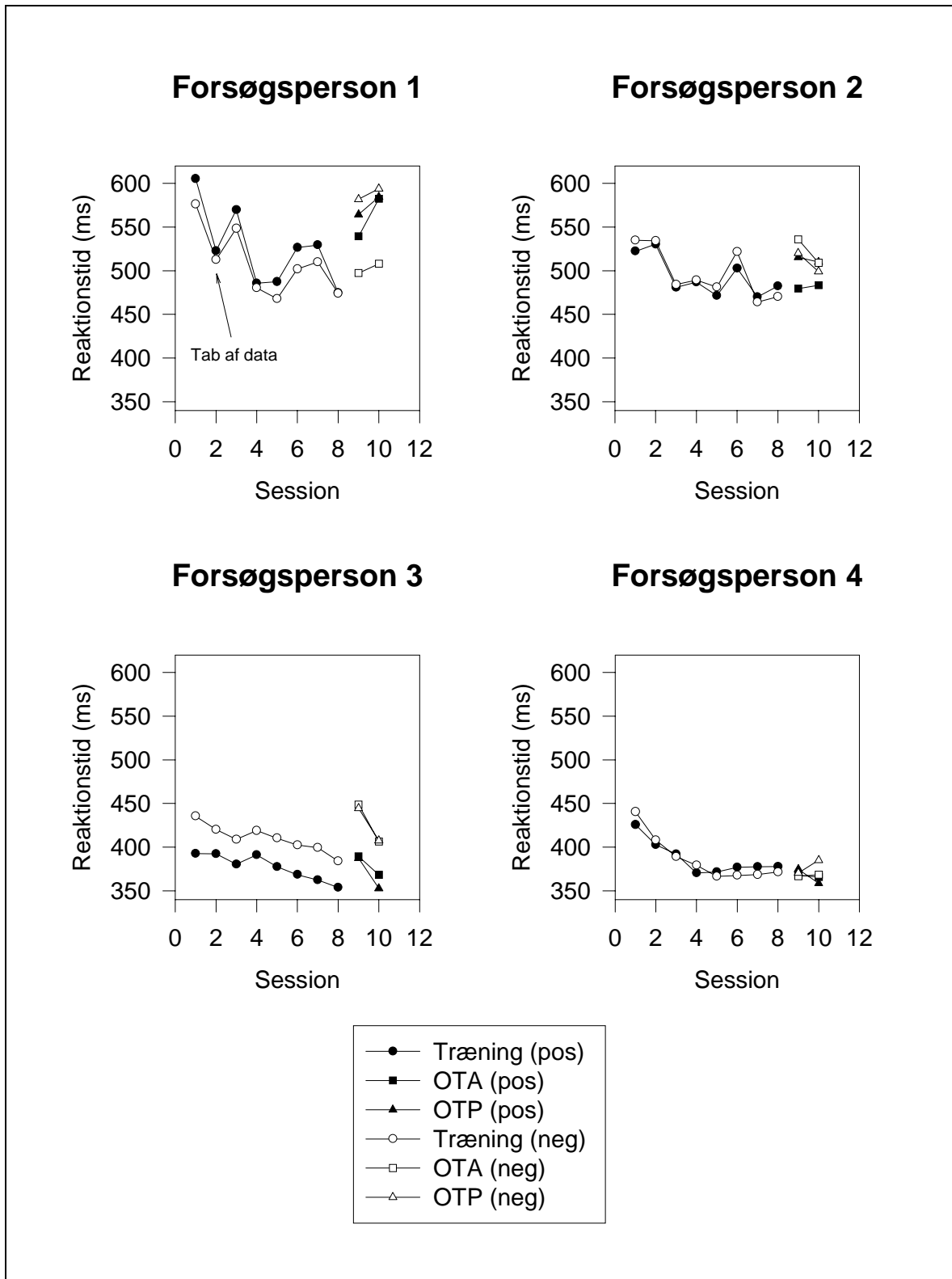
Design. I hver session deltog forsøgspersonerne i to forskellige typer af eksperimenter. I den første type var der 6 stimulusblokke af 20 trials (ialt 120 trials) med varierende antal af symboler (3, 5 og 8). Hver blok blev genereret ved i halvdelen af tilfældene at inkludere det relevante symbol og herefter udvælge irrelevante symboler ved tilfældig trækning med tilbagelægning til de resterende pladser. Herefter blev symbolerne tilfældigt fordelt over de otte mulige positioner på periferien af den imaginære cirkel med centrum i fikspunktet. Dette forsøg blev udført, således at det efterfølgende var muligt at vurdere sammenhængen mellem forsøgspersonernes reaktionstider og antallet af symboler i hvert skærbillede.

Den anden type af forsøg bestod af 44 stimulusblokke med 20 trials i hver (ialt 880 trials), hvor der altid var tre symboler i hvert skærbillede. I dette forsøg blev hver stimulusblok genereret ved tilfældig ordning af de 20 mulige kombination af tre symboler ud af de seks mulige. Ti af de 20 trials indeholdt det relevante symbol, endvidere blev de seks stimulussymboler præsenteret ti gange i løbet af hver stimulusblok. I hver trial blev de tre symboler tilfældigt tildelt tre af de otte mulige positioner på den imaginære cirkel. Hver forsøgsperson deltog i en træningssession af type 1 bestående af seks stimulusblokke (120 trials) for at blive fortrolig med forsøgsudstyret og proceduren, (disse er ikke medtaget i den efterfølgende analyse). Efter træningssessionen deltog forsøgspersonerne i otte forsøgssessioner, der hver bestod af 50 stimulusblokke (1000 trials).



Figur Q: Præsentationsforløb for eksperiment 1.

Efter de første otte forsøgssessioner fik forsøgspersonerne tildelt et *nyt* relevant symbol blandt de fem resterende stimulussymboler. Forsøgspersonernes opgave var nu at være opmærksom på det nye relevante symbol og se bort fra de andre (inkl. det tidligere relevante symbol). Forsøgspersonerne var ikke gjort opmærksom på dette, før de otte første forsøgssessioner var tilendebragt. To forsøgssessioner med det ny relevante symbol blev kørt. Igen bestod hver session af 50 stimulusblokke.

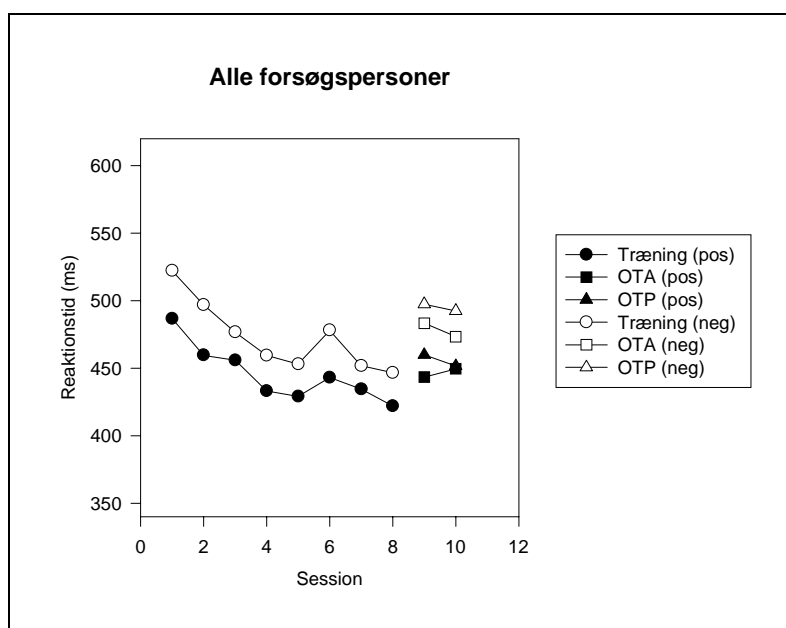


Figur R: Resultater fra de fire forsøgspersoner i eksperiment 1.

De ti forsøgssessioner blev kørt over fem dage (to sessioner pr. dag) spredt over to uger. En session varede ca. 45 min.

26.2 RESULTATER

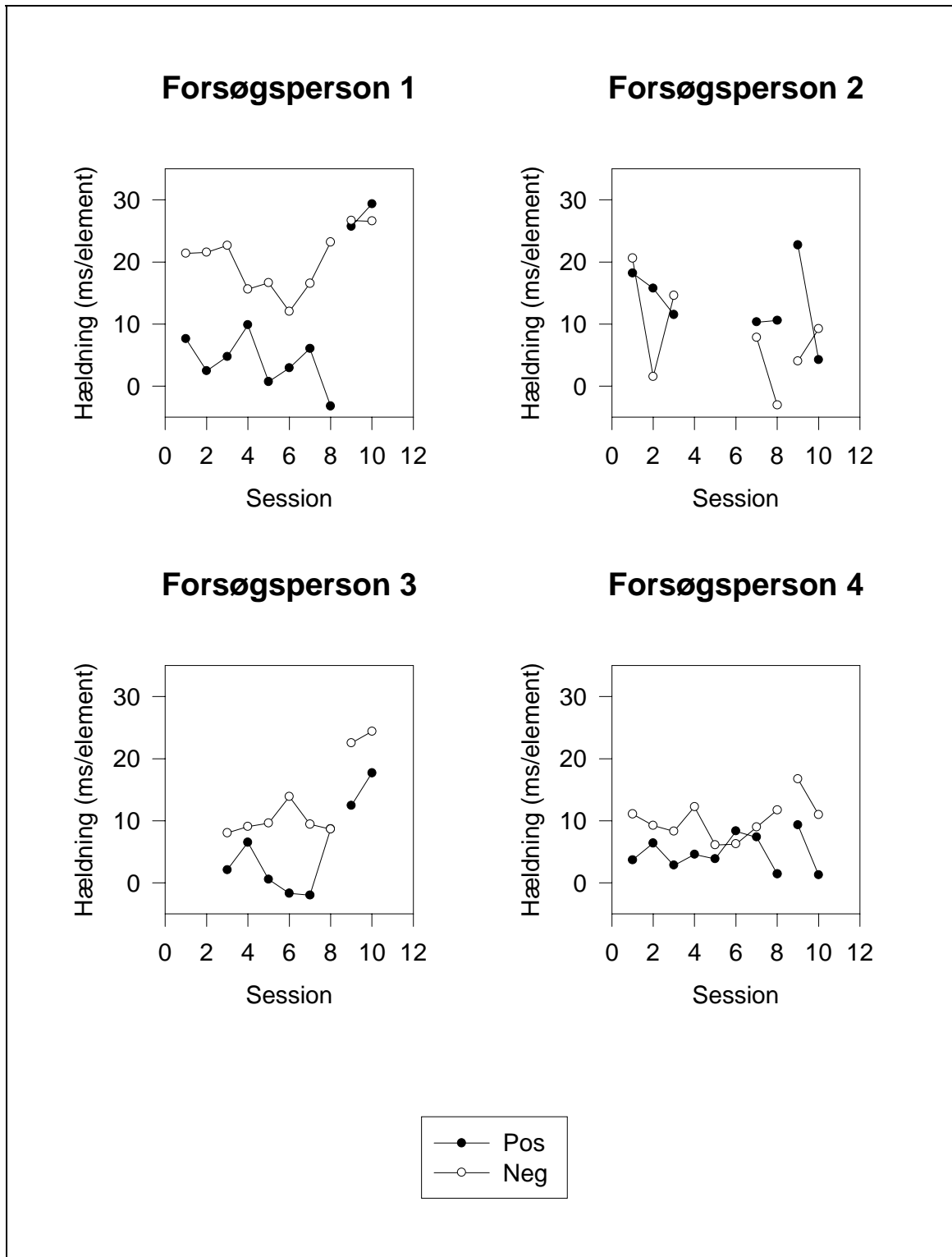
Resultaterne af eksperiment 1 er vist i figur 18, hvor grafer for hver af de fire forsøgspersoners gennemsnitlige reaktionstider er illustreret. Endvidere er de gennemsnitlige data taget på tværs af alle forsøgspersoner vist på figur 19. Det skal bemærkes, at en fejl i forsøgsprogrammets var årsag til tab af data fra de syv første blokke for anden session for forsøgsperson nr. 1, hvorfor middelværdien for de positive og



Figur 19: Gennemsnitligt resultat fra alle fire forsøgspersoner i eksperiment 1.

negative responstider er baseret på 370 i stedet for 440 trials for denne session. Endvidere førte fejlen til tab af data for de første 120 trials med varierende antal stimuli for forsøgsperson 2 (i session 4, 5 og 6) og 3 (i session 1 og 2). Dette er angivet ved udeladte datapunkter i de respektive grafer.

Der ses tydelige træningseffekter, idet reaktionstiden for alle forsøgspersonerne falder i løbet af de fire første dage. Dette er signifikant for alle forsøgspersoner for både positive og negative svar fundet ved almindelig trendanalyse: $F(1,3365)=205,0, p<0,001$ og $F(1,3412)=142,0, p<0,001$ for forsøgsperson 1, $F(1,3445)=144,5, p<0,001$ og $F(1,3471)=204,7, p<0,001$ for forsøgsperson 2, $F(1,3452)=191,9, p<0,001$ og $F(1,3499)=214,0, p<0,001$ for forsøgsperson 3 og endelig $F(1,3384)=147,3, p<0,001$ og $F(1,3380)=196,4, p<0,001$ for forsøgsperson 4. Endvidere var tendensen også signifikant taget på tværs af alle fire forsøgspersoner: $F(1,13652)=359,2, p<0,001$ og $F(1,13768)=476,2, p<0,001$ for henholdsvis positive og negative svar.



Figur T: Hældningsdata for eksperiment 1.

Hældningskoefficienten for positive og negative svar var i gennemsnit -7 ms/session og -8 ms/session.

Reaktionstiderne for positive og negative svar lader endvidere til at have en nøje sammenhæng med hinanden inden for de forskellige sessioner. Endelig er det værd at

bemærke, at forsøgsperson 1 og 2 generelt er væsentligt længere tid om at løse opgaven end forsøgsperson 3 og 4.

Gennemsnitlige fejlratere for de fire forsøgspersoner er angivet i tabel 4. Disse er ganske små og lader ikke til at udvikle sig med antallet af træningssessioner.

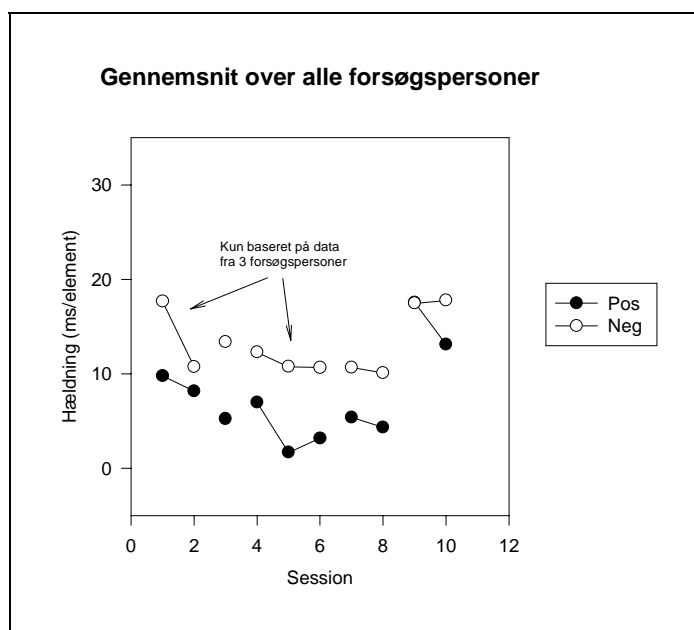
Tabel D
Gennemsnitlige fejlratere for de fire forsøgspersoner i eksperiment 1.

Session	Træning								OTA		OTP	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	9	10
Pos	2%	1%	2%	2%	7%	2%	2%	2%	3%	5%	2%	2%
Neg	1%	1%	1%	2%	5%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	3%

I det følgende vil trials, hvor det gamle relevante symbol optrådte blive givet betegnelsen *Old Target Present* (OTP) og trials, hvor det ikke var til stede *Old Target Absent* (OTA).

Efter træningen, når der skiftes til et nyt relevant element, er billedet mere broget. For forsøgsperson 1 er reaktionstiden for OTP ved de første 880 trials signifikant større end for OTA ($t(424)=2,73, p<0,01$) som forventet ud fra forsøgshypotesen. Endvidere er reaktionstiden for OTP signifikant større end OTA for alle negative svar efter træningen ($t(428)=6,855, p<0,0001$ og $t(419)=5,794, p<0,0001$). For forsøgsperson 2 viser der sig en signifikant effekt på alle positive svar ($t(424)=4,264, p<0,0001$ og $t(426)=2,992, p<0,005$), mens denne forsvinder helt ved de negative svar. For forsøgsperson 3 viser der sig ingen signifikant effekter, og for forsøgsperson 4 er der kun en svag, men signifikant effekt på de sidste 880 trials for de negative svar ($t(437)=1,952, p<0,05$). Taget på tværs af forsøgspersonerne ligner billedet resultaterne fra forsøgsperson 1: Signifikant effekt på de første 880 trials af de positive svar og alle negative trials, $t(1715)=3,20, p<0,001$, $t(1731)=2,30, p<0,05$ og $t(1722)=3,13, p<0,001$ henholdsvis.

I figur 20 er angivet resultatet af de første 120 trials i hver session, hvor antallet af elementer i skærbilledet varierede mellem 3, 5 og 8. Ud fra reaktionstidsdata for



Figur U: Gennemsnitlige data for hældninger tager over alle fire forsøgspersoner i eksperiment 1.

disse trials er hældningen af reaktionstidsfunktionen givet antallet af elementer estimeret ved almindelig lineær regressionsanalyse. Som det ses ligger hældningen under 10 ms/element for alle forsøgspersoner undtagen forsøgsperson 2, hvilket tit tages som en indikator, for at søgeprocessen foregår "parallelt". Ved forsøgsperson 1 og 3 lader det til, at hældningen stiger markant efter træningen, hvorimod det kun lader til at være tilfældet for session 9 for forsøgsperson 2 og 4. I figur 21 er tilsvarende data for gennemsnittet over de fire forsøgspersoner givet. Det skal herunder bemærkes, at datapunkterne for session 1, 2, 4, 5 og 6 kun er beregnet på baggrund af data fra 3 forsøgspersoner. De gennemsnitlige data viser, at der generelt sker en markant stigning i hældningen både for positive og negative trials efter skiftet. Dette er endvidere signifikant ved en almindelig fortegnstest ($p=0,0039$) taget over positive og negative trials i session 9.

26.3 DISKUSSION

Effekterne af det gamle relevante symbol lader til at være små set i lyset af Shiffrin og Schneiders (1977) fund fra eksperiment 4d. På trods af træning med 8000 trials over fire dage udviser forsøgspersonerne kun sporadiske eller ingen effekter. Effekterne viser sig endvidere ikke konstant fx for positive svar, men viser sig hos en forsøgsperson (nr. 1) for både positive og negative svar, for forsøgsperson 2 og 4 kun for henholdsvis positive og negative svar, og for den sidste forsøgsperson (nr. 3) viser der sig hverken effekter på positive eller negative svar. De gennemsnitlige resultater støtter dog forsøgshypotesen om automatisk skift af opmærksomheden til det gamle relevante symbol. Endelig er det værd at bemærke den øgede hældning ved præsentation af forskellige antal elementer i synsfeltet efter træningen. Denne understøtter ligesom de gennemsnitlige resultater forsøgshypotesen. Man kan forestille sig, at forsøgspersonerne tvinges til at bruge en seriel styret søgeproces i et forsøg på at forhindre, at det gamle relevante element automatisk tiltrækker sig opmærksomheden, hvilket bevirker, at hældningerne stiger efter træningen.

En mulig forklaring på de små og forskelligartede effekter kan være, at de fire forsøgspersoner anvender forskellige strategier, når de løser opgaven. Endvidere kan effekter af "respons competition" også indvirke, idet tilstedeværelsen af det gamle relevante element automatisk kan igangsætte et positivt respons. En sådan involuntær proces vil føre til, at positive svar til det nye relevante element vil blive relativt hurtigere, hvis der samtidig er et gammelt element tilstede i synsfeltet. I modsætning til dette vil reaktionstiden for et negativt svar blive relativt forøget, når der er et gammelt relevant element tilstede, idet det negative korrekte respons kommer i konkurrence med det modsatrettede positive svar igangsat af det gamle relevante element. Ifølge dette ræsonnement vil effekter på negative svar forstærkes og effekter på positive svar mindskes, hvilket kan forklare resultaterne for forsøgsperson 1 og 4 og de gennemsnitlige resultater over alle fire forsøgspersoner, men ikke resultaterne fra forsøgsperson 2 og 3.

27. EKSPERIMENT 2

Eksperiment 2 blev designet i håbet om at løse nogle af de uklarheder, resultaterne fra eksperiment 1 havde tilvejebragt. For at undgå effekter af “respons competition” blev fejlratet ved korte eksponeringstider, men med ubegrænset responstid, målt i stedet for reaktionstider. Endvidere ville data fra fire yderligere forsøgspersoner forhåbentligt give et tydeligere billede af, om effekten var reel eller ej. Endelig blev stimulussættet udskiftet med seks konsonanter med stor visuel homogenitet, således at forsøgsdesignet nærmede sig Shiffrin og Schneider (1977) yderligere.

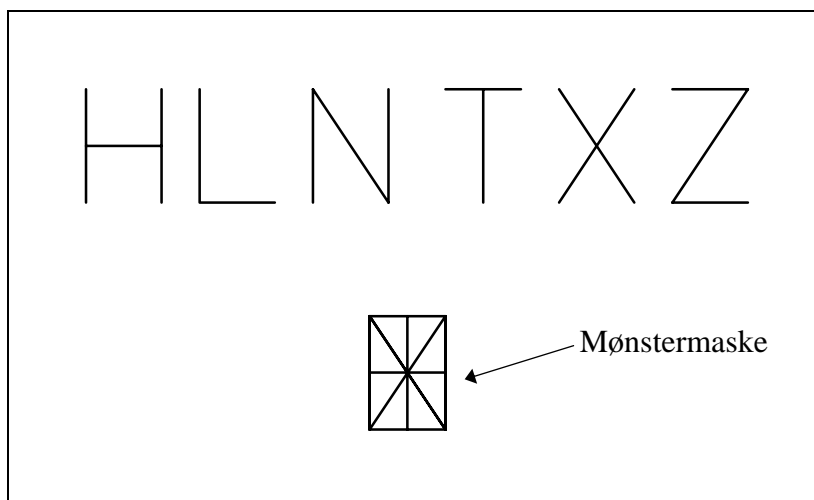
27.1 METODE

Forsøgspersoner. Som i eksperiment 1 deltog fire studerende (to kvinder og to mænd) fra Ludwig-Maximilian Universitetet i forsøget. Hver forsøgsperson blev betalt 150 DM for at deltage (cirka 570 kr.). Forsøgspersonernes alder var henholdsvis 23, 20, 32 og 35 år. Alle forsøgspersoner havde normalt syn eller syn, der var korrigeret til normalt syn.

Forsøgsudstyr. Forsøgsudstyret var identisk med det i eksperiment 1 anvendte.

Stimulusmateriale. . Seks bogstaver (H, L, N, T, X og Z) blev anvendt som stimuli.

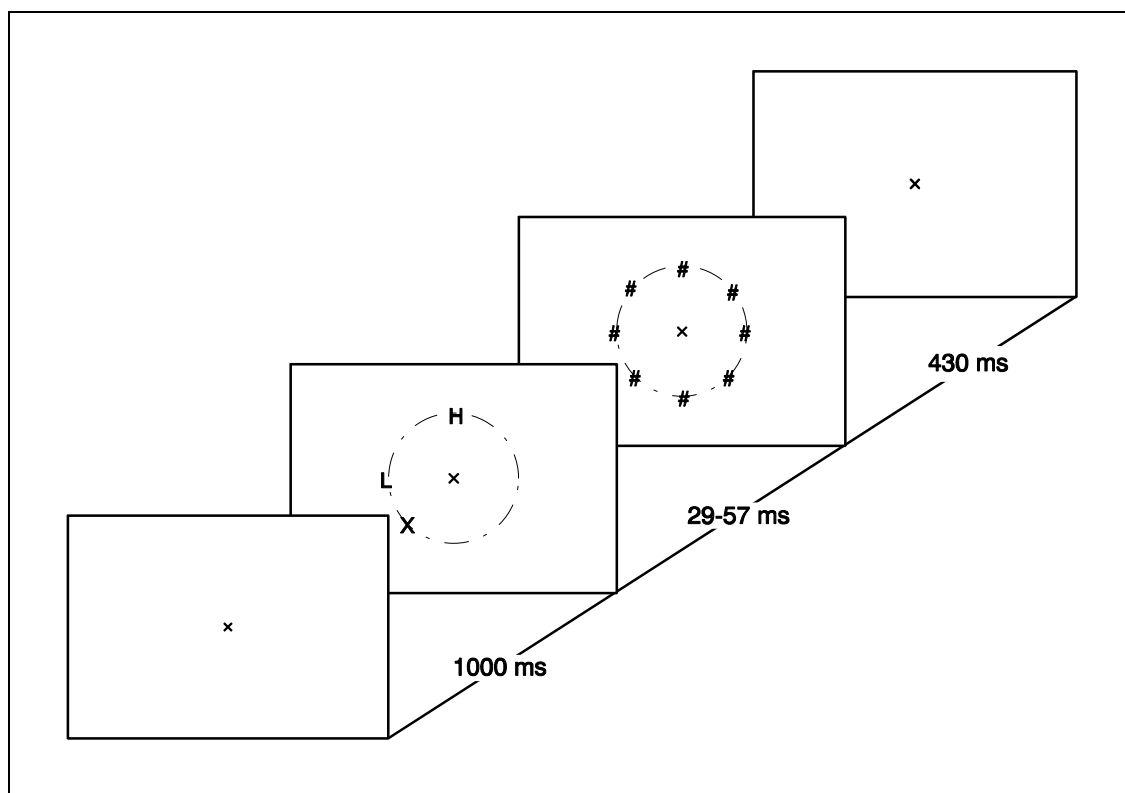
Bogstaverne var opbygget af liniestykker (se figur 22). Stimuli modsvarede således de seks symboler i eksperiment 1.



Figur V: Stimulussæt samt mønstermaske anvendt i eksperiment 2.

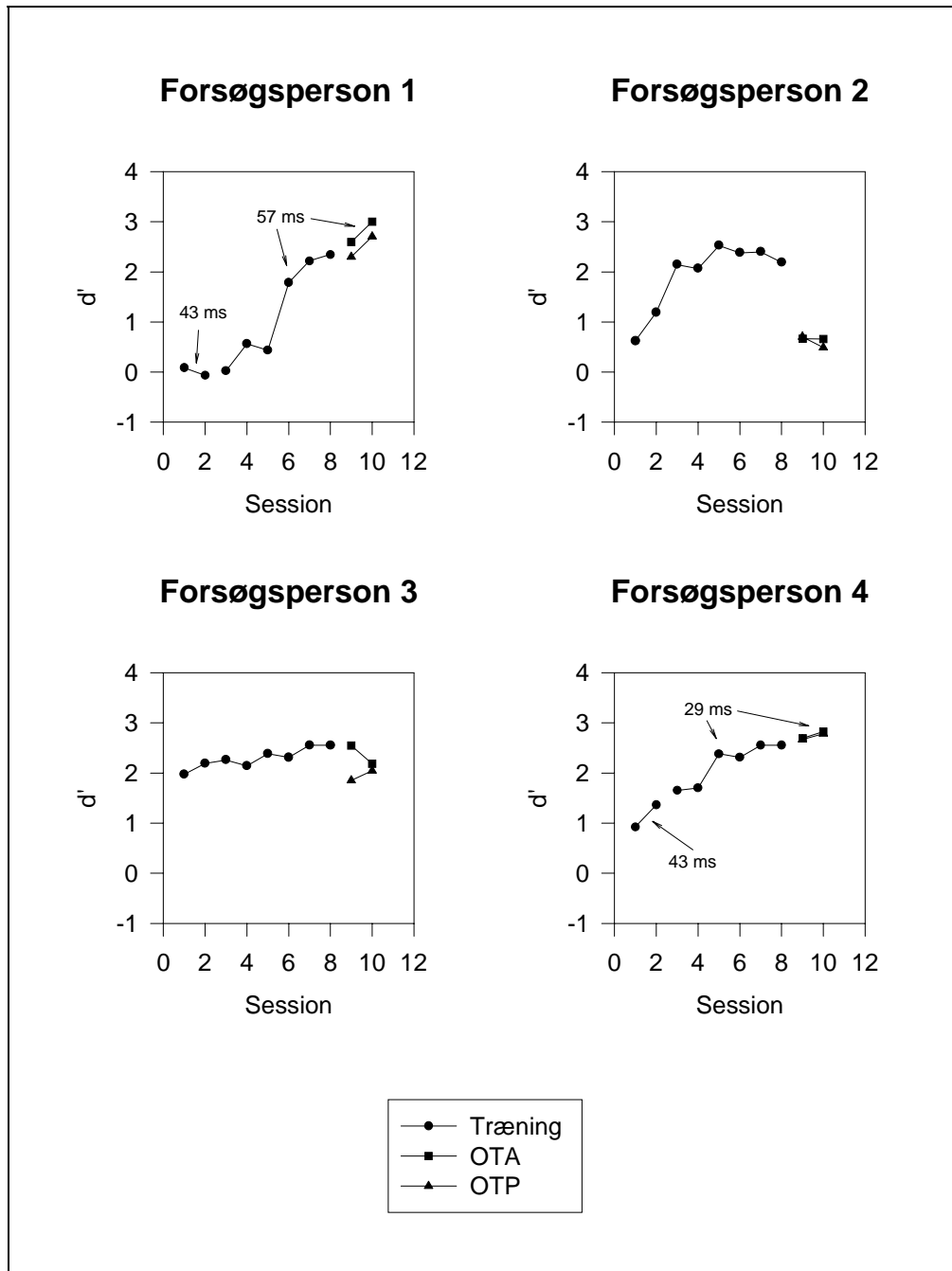
Skærmopsætning. Som i eksperiment 1 blev der i hver trial vist tre, fem eller otte forskellige stimuli på otte mulige positioner homogent fordelt på en imaginær cirkel med radius 46 mm ($2,2^\circ$) og centrum i et fiksationspunkt placeret på midten af skærmen. Bredden og højden af stimuli var 11 mm ($0,53^\circ$) og 15 mm ($0,72^\circ$). Fiksationspunktet bestod igen af et hvidt kors (3 mm x 3 mm). Endvidere blev mønstermasker bestående af alle linieelementerne fra bogstaverne anvendt (se figur 22). Alle stimuli blev som i eksperiment 1 vist i hvid på sort baggrund.

Procedure. Proceduren var identisk med den i eksperiment 1 anvendte med undtagelse af følgende ændringer: I stedet for at måle forsøgspersonernes reaktionstider under ubegrænset eksponeringstid blev korte eksponeringstider anvendt. Kort efter bogstaverne var præsenteret blev disse efterfulgt af masker, som var opbygget af de liniestykker, bogstaverne bestod af. Eksponeringstiden for bogstaverne blev varieret for hver forsøgsperson i intervallet 29-57 ms, således at det hverken var for svært eller for let at løse opgaven. Forsøgsperson 1 kørte de to første sessioner ved 43 ms og de resterende sessioner ved 57 ms. Forsøgsperson 2 og 4 kørte alle sessioner ved 43 ms og forsøgsperson 3 kørte de to første sessioner ved 43 ms og de resterende ved 29 ms. Eksponeringstiden for maskerne var 430 ms (se figur 23). Igen blev en af de seks stimuli tildelt hver forsøgsperson som relevant, således at de resterende fem stimuli skulle ignoreres. Efter præsentationen kunne forsøgspersonerne bruge lige så lang tid, de syntes var nødvendig til at tage beslutningen om, hvorvidt det relevante bogstav havde været tilstede eller ej.



Figur W: Præsentationsrækkefølge i eksperiment 2.

Design. Som i eksperiment 1 bestod hver stimulusblok af 20 trials, hvoraf halvdelen indeholdt det relevante bogstav. Igen blev forsøgspersonerne introduceret til forsøget gennem seks træningsblokke. Hver forsøgssession bestod igen af 50 stimulusblokke, hvoraf de 6 var med varierende antal af bogstaver (3, 5 eller 8) og 44 var med konstant antal bogstaver (3 stk.). Efter otte forsøgssessioner blev en ny relevant stimulus udvalgt og



Figur X: Resultater fra alle fire forsøgspersoner i eksperiment 2. Ændringer i eksponeringstiden for forsøgsperson 1 og 4 er angivet som brud i de respektive grafer.

yderligere to forsøgssessioner udført med denne. Forsøget blev kørt over fem på hinanden følgende dage (to sessioner pr. dag).

27.2 RESULTATER

I stedet for at anvende fejlrat er jeg valgt at analysere data ved hjælp af *signal-detection* teorien, hvilket gør det muligt at adskille sensitivitets og bias effekter fra hinanden (se Levine & Parkinson, 1994; Macmillan & Creelman, 1991).

Lige som i forsøg 1 udviser alle forsøgspersonerne indlæringseffekter under de første fire dages træning (se figur 24). Disse er igen signifikante taget på tværs af alle forsøgspersoner: $F(1,22)=7,69$, $p<0,05$, hvor den gennemsnitlige hældningen for d' estimeres til $0,20 \sigma/\text{session}$ (se figur 25). Analysen er kun udført på baggrund af data fra session 3 til og med session 8, således at eksponeringstiden var konstant for hver af de fire forsøgspersoner. Af graferne på figur 24 ses det, at forsøgspersonernes evne (sensitivitet) til at løse opgaven er meget forskellig, hvorfor det som beskrevet under proceduren var nødvendigt at variere eksponeringstiden efter første forsøg for at undgå floor- eller ceiling-effekter for to af disse.

Efter træningen er det lige som i det forudgående forsøg sparsomt med effekten. Ved statistisk analyse viser denne sig kun at være signifikant i de sidste 880 af de 1760 trials efter træningen ($t(3)=3,036$, $p<0,05$), og dette kun ved 5% niveauet.

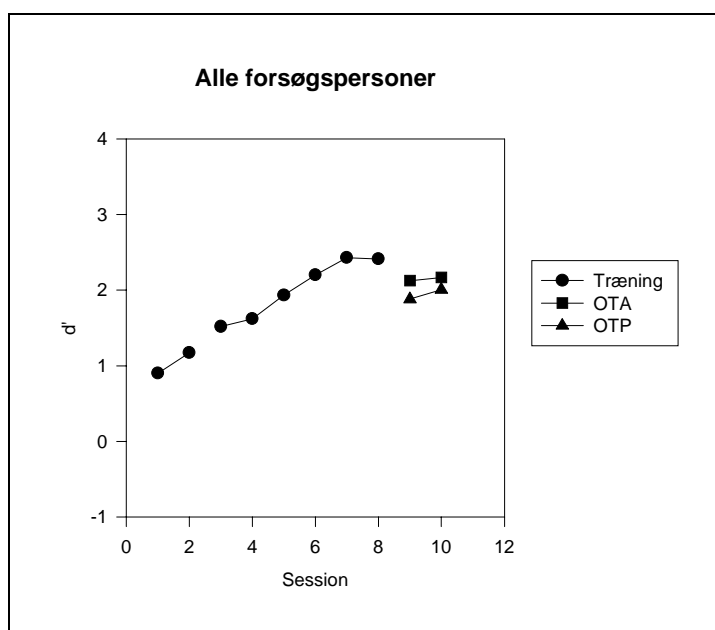
Middelværdien for forskellen mellem sensitiviteten (d') for OTA i forhold til OTP estimeres til $0,16$, hvilket er en lille værdi set i forhold til effekten på $0,69$ i Shiffrin og Schneider (1977, eksp. 4d).

Da dataene for de første 120 trials i hver session med

varierende antal af elementer i synsfeltet ikke viste noget klare tendenser, er disse udeladt af analysen.

27.3 DISKUSSION

Resultaterne fra forsøg 2 peger således i samme retning som resultaterne i forsøg 1. Igen er det ikke muligt at påvise en stærk effekt ved præsentation af det gamle relevante objekt under løsningen af den nye opgave. Effekten udebliver eller er meget lille. At der lader til at være en marginalt signifikant effekt på de sidste 880 trials efter træningen er umiddelbart svært at forklare ud fra den indledende hypotese om automatisk tiltrækning af opmærksomheden. Det modsatte billede, hvor en effekt kun optrådte umiddelbart efter træningen for derefter hurtigt at blive aflært, ville være betydeligt lettere at forsvare.



Figur Y: Gennemsnitligt resultat fra de fire forsøgspersoner i eksperiment 2. Bruddet i grafen mellem session 2 og 3 angiver ændringen i eksponeringstid for forsøgsperson 1 og 4.

28. EKSPERIMENT 3

Da der i eksperiment 1 og 2 kun blev fundet svage effekter af det gamle relevante element, var det naturligt at prøve at eftergøre forsøget fra Shiffrin og Schneider (1977) så præcist som muligt for derigennem at bestemme, hvorvidt effekten var reel eller et tilfælde. I forhold til designet fra 1977 valgte vi dog af teoretiske såvel som praktiske hensyn at ændre følgende: I stedet for to allerede fastlagte kategorier for relevante og irrelevante stimuli (tal og konsonanter) valgte vi at anvende to arbitrært udvalgte stimuluskategorier, som hver bestod af ni konsonanter. Vi sikrede således, at forsøgspersonerne var nødt til at lære disse to kategorier fra grunden for at kunne løse opgaven så effektivt som muligt. Endvidere trænede vi kun over ialt 2400 trials i fire dage, idet forsøget således kunne køres over fem på hinanden følgende dage som i de forudgående eksperimenter.

Træningsmængden var således væsentligt mindre end hos Shiffrin og Schneider (1977), som anvendte over 6000 trials. Endelig anvendte vi mønstermasker i stedet for masker bestående af tilfældigt fordelte punkter.

Da paradigmet er særdeles komplekst, vil jeg kort skitsere de overordnede linier i det følgende: Både under de fire første dages træning og den efterfølgende testning med nye relevante og irrelevante stimuli blev et paradigme med hurtig seriel visuel præsentation benyttet. Under træningen blev to forskellige stimulussæt anvendt, hvor bogstaver fra det ene altid optrådte som relevante (targetsættet) og bogstaver fra det andet altid som irrelevante (distraktorsættet). Træningen foregik således under konsistent sammensætning. Efter træningen blev dette ændret, således at relevante såvel som irrelevante bogstaver alle blev valgt fra det gamle distraktorsæt, altså varieret sammensætning. Endvidere blev der af og til præsenteret et af bogstaverne fra det gamle targetsæt på en irrelevant position. Spørgsmålet var nu, hvorvidt forsøgspersonernes opmærksomhed automatisk ville blive tiltrukket af dette tidligere relevante element, som nu var irrelevant i forhold til den stillede opgave.

28.1 METODE

Forsøgspersoner. Fire studerende (to kvinder og to mænd) fra Ludwig-Maximilian Universitetet deltog som forsøgspersoner i eksperimentet. Hver forsøgsperson blev betalt 150 DM for at deltage (ca. 570 kr.). Forsøgspersonernes alder var henholdsvis 21, 24, 27 og 41 år. Alle forsøgspersoner havde normalt syn eller syn, der var korrigeret til normalt syn.

Forsøgsudstyr. Forsøgsudstyret var identisk med det i eksperiment 1 og 2 anvendte.

Stimulusmateriale. To stimulussæt hvert bestående af ni konsonanter blev anvendt som target- og distraktorsæt. Sæt nr. 1 bestod af R, D, H, Z, N, T, B, G og C. Sæt nr. 2 bestod af P, Q, F, L, X, M, S, K og V. Stimulussættene var udvalgt således, at der såvidt muligt var



Figur Z: Stimulussæt og mønstermaske anvendt i eksperiment 3.

overlap af alle simple karakteristika mellem de to sæt. Alle bogstaverne bestod ligesom i eksperiment 2 af liniestykker. Ligeledes blev mønstermasker bestående af linieelementerne fra bogstaverne anvendt (se figur 26).

Skærmopsætning. Fire positioner, der tilsammen formede hjørnerne i et kvadrat med centrum i fiksationspunktet, udgjorde skærmopsætningen. Afstanden fra fiksationspunktet til kvadratets sider var 75 mm ($3,6^\circ$). Hver stimulus var centreret omkring den givne position og skrevet i hvidt på sort baggrund. Bredden og højden af bogstaverne og maskerne var lige som i det forudgående eksperiment 11 mm ($0,53^\circ$) og 15 mm ($0,72^\circ$). Fiksationspunktet bestod igen af et hvidt kors (3 mm x 3 mm).

To forskellige skærmopsætninger blev anvendt henholdsvis under træningen og efter træningen. Under træningen blev *to* bogstaver præsenteret på to tilfældigt udvalgte positioner af de ialt fire mulige. Mønstermasker blev placeret på de to resterende positioner. Efter træningen blev der præsenteret *fire* bogstaver - et på hver af de fire mulige positioner (se figur 27 og 28).

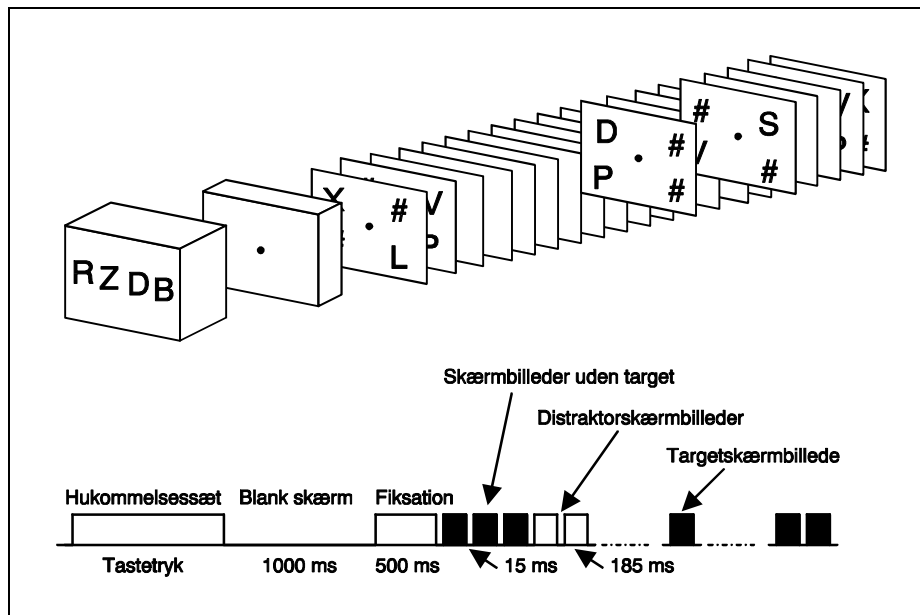
Procedure og design under træningen. Før forsøgets start blev bogstavsæt nr. 1 og nr. 2 tildelt status af henholdsvis *targetsæt* (relevant) og *distraktorsæt* (irrelevant) for forsøgsperson 1 og 4 og vice versa for forsøgsperson 2 og 3. Forsøgspersonerne blev ikke gjort opmærksom på dette.

Ved hver trials start fik forsøgspersonerne først vist fire bogstaver midt på skærmen (hukommelsessættet). Efter forsøgspersonerne havde memoriseret bogstaverne startede de præsentationen ved at trykke på mellemrumstasten. Efter en pause på 1 s fremkom

fiksationspunktet i 500 ms, hvorefter det første skærbillede ud af 20 blev præsenteret i 185 ms. Hvert skærbillede blev afløst af en kort pause på 15 ms, således at den samlede tid mellem hver præsentation ialt blev 200 ms. Efter præsentationen af de 20 skærbilleder responderede forsøgspersonerne, om de havde set et af bogstaverne fra hukommelsessættet i et af de 20 skærbilleder eller ej. Responserne blev aflæst ved hjælp af computerens tastatur som beskrevet i eksperiment 2 (se figur 27).

Træningen foregik under konsistent sammensætning, hvor de relevante og irrelevante bogstaver altid var fra to forskellige stimulussæt. Hver trial blev dannet ved følgende procedure: Et hukommelsessæt blev genereret ved tilfældigt at trække fire bogstaver uden tilbagelægning fra targetsættet. Fem bogstaver fra distraktorsættet, der skulle virke som distraktorer i den pågældende trial, blev herefter tilfældigt valgt uden tilbagelægning. For hvert skærbillede blev to bogstaver ud af de fem valgt uden tilbagelægning og placeret på to tilfældige positioner ud af de fire mulige. Et bogstav blev dog kun valgt såfremt, et tilsvarende bogstav ikke var tilstede på den samme position i det forudgående skærbillede. De resterende to positioner i hvert skærbillede blev udfyldt med masker som beskrevet ovenfor.

Endelig blev et tilfældigt irrelevant element i et af skærbillederne fra nr. 4 til og med skærbillede nr. 18 udskiftet med et relevant element fra hukommelsessættet i halvdelen



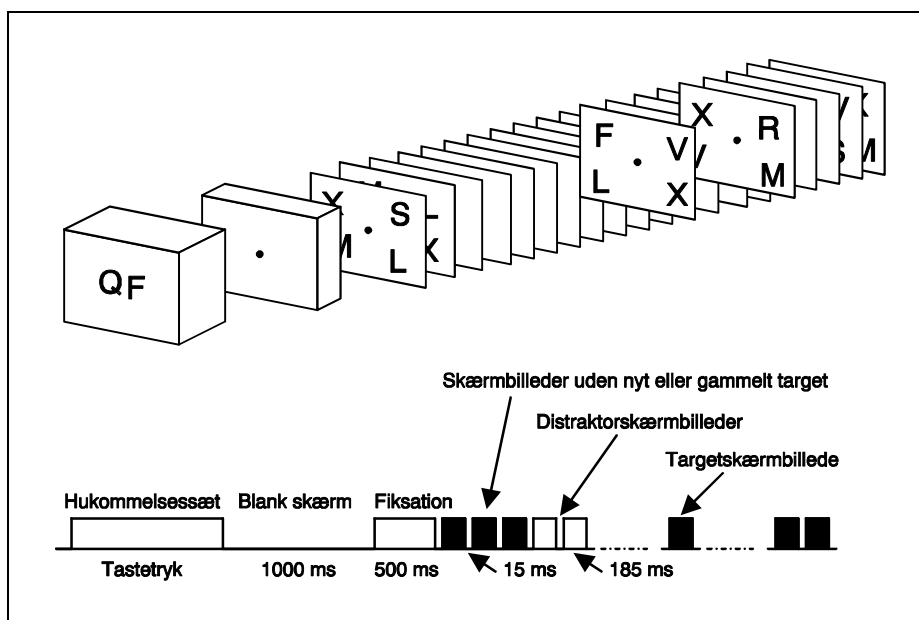
Figur Æ: Præsentationsforløb for én trial under træningen i eksperiment 3.

af alle trials⁹.

⁹ Proceduren for sammensætningen af de enkelte trials kan synes uhensigtsmæssigt kompliceret. Denne er dog betinget af designet fra Shiffrin og Schneider (1977), som vi valgte at følge så præcist som muligt.

Hver stimulusblok bestod af 20 trials, hvoraf halvdelen indeholdt et relevant element. Rækkefølgen af relevante og irrelevante trials blev tilfældigt valgt inden for hver blok. Hver session bestod af 30 stimulusblokke (600 trials). En kort pause blev holdt efter 15 blokke. Hver session varede ca. 2 timer. Fire sessioner blev kørt over fire på hinanden følgende dage.

Procedure og design efter træningen. Efter træningen var hukommelsessættet kun på to bogstaver. I stedet for to bogstaver og to mønstermasker blev der præsenteret bogstaver på alle fire positioner i skærbillederne. Forsøgspersonernes opgave var dog *kun* at være opmærksom på bogstaver, der fremkom på en diagonal bestående af den *øverste venstre* og den *nederste højre* position. Bogstaverne på den anden diagonal skulle blot ignoreres. De to diagonaler vil i det følgende blive benævnt den *relevante diagonal* henholdsvis den *irrelevante diagonal*. I alle andre henseender var proceduren identisk med den tilsvarende under træningen (se figur 28).



Figur Ø: Præsentationsforløb for én trial efter træningen i eksperiment 3.

Forsøgsparadigmet blev endvidere ændret, således at både relevante og irrelevante elementer blev valgt fra det samme sæt af bogstaver. Dette sæt var *distraktorsættet* fra træningen. Forsøgspersonerne skulle således være opmærksomme på bogstaver, der i de fire forudgående dage havde været irrelevante. Da de relevante og irrelevante bogstaver blev valgt fra samme sæt, kunne et bogstav, der var relevant i en trial således være distraktor i den efterfølgende trial og vice versa (varieret sammensætning). Som under træningen afgav forsøgspersonerne deres responser ved hjælp af computerens tastatur.

Hver trial blev genereret ved at vælge et hukommelsessæt på to bogstaver fra det tidligere distraktorsæt (under træningen). Fem af de resterende syv bogstaver blev udvalgt til at være distraktorer i den pågældende trial. Fra disse fem bogstaver blev fire valgt uden

tilbagelægning til hvert af de 20 skærbilleder. Igen var udvælgelsen begrænset således, at et bogstav ikke måtte forekomme på den samme position i to på hinanden følgende skærbilleder. I to tredjedele af alle trials blev en af distraktorerne på den relevante diagonal i et af skærbillederne fra nr. 5 - 17 udskiftet med et af de to bogstaver fra hukommelsessættet.

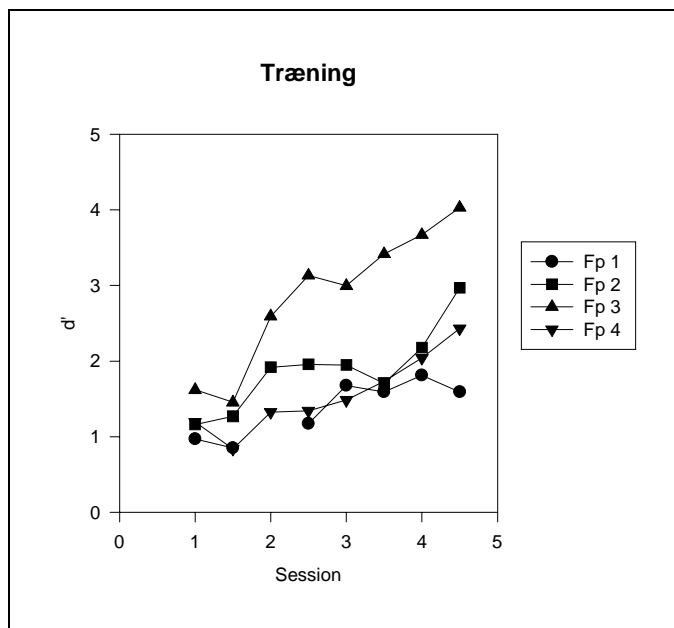
Vigtigst var dog, at bogstaver fra det gamle targetsæt blev anvendt som særligt vildledende distraktorer - såkaldte *foils*. I to tredjedele af alle trials blev en sådan *foil* præsenteret på den *irrelevante* diagonal i et af skærbillederne fra nr. 4 - 18. Hvis der samtidig var et relevant bogstav fra hukommelsessættet i den pågældende trial, blev foilen placeret i skærbilledet umiddelbart før, samtidig eller lige efter dette. Hvis et relevante bogstav derimod ikke var til stede, skete udskiftningen i et tilfældigt valgt skærbillede (fra nr. 4 - 18). De forskellige typer af trials og dermed de forskellige kombinationer af tilstedeværelsen af nye relevante og gamle relevante bogstaver (foils) er vist i tabel 5.

Tabel E
Forskellige typer af forsøgsbetingelser i eksperiment 3.

Type	Nyt target	Foil (Gammelt target)
1	Tilstede	Fraværende
2	Fraværende	Fraværende
3	Tilstede	Tilstede i skærbillede før
4	Tilstede	Tilstede i samme skærbillede
5	Tilstede	Tilstede i skærbillede efter
6	Fraværende	Tilstede

Som det ses, er der en klar ubalance i antallet af trials med nye og gamle relevante bogstaver, hvilket jeg vil vende tilbage til under den generelle diskussion af eksperimenterne.

Efter træningen bestod hver stimulusblok igen af 20 trials. Rækkefølgen af relevante henholdsvis irrelevante trials blev tilfældigt valgt inden for hver 60. trial. Sessionen bestod af 30 stimulusblokke (600 trials). En kort pause blev holdt efter 15 blokke. Sessionen varede ca. 2 timer. En session under disse forsøgsbetingelser blev kørt på femte dagen efter de fire dages træning.



Figur A: Resultater fra træningen i eksperiment 3.

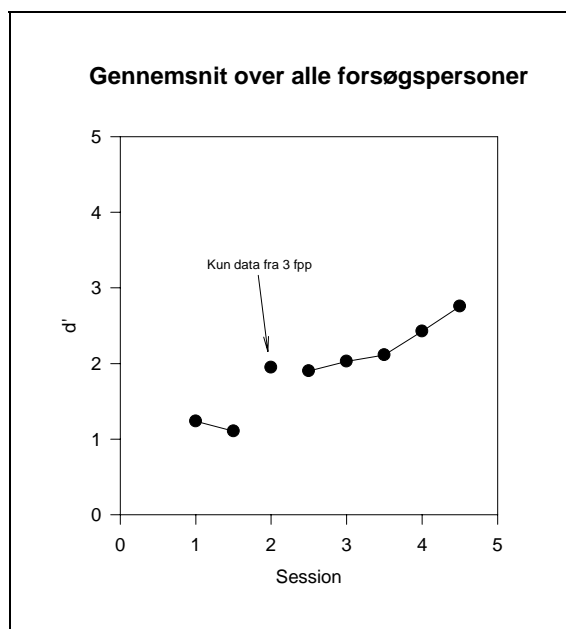
28.2 RESULTATER

Resultaterne fra træningen for alle fire forsøgspersoner er vist i figur 29. Som det ses, ligner disse de tilsvarende fra forsøg 1 og 2, samt hvad Shiffrin og Schneider (1977) generelt finder ved træning under konsistent sammensætning. Som i eksperiment 2 er effekterne signifikante på tværs af de fire forsøgspersoner: $F(1,29)=16,66$, $p<0,001$.

Hældningen blev estimeret til $0,43 \sigma/\text{session}$ (se figur 30). Lige som i de to foregående forsøg er der individuelle forskelle, her ses disse mest på graden af forbedring, som er størst for forsøgsperson 3 og mindst for forsøgsperson 1.

Endvidere skal det bemærkes, at data blev tabt for forsøgsperson 1 i session 2 grundet en hardware fejl i forsøgscomputeren, der efterfølgende blev udskiftet. Det tredje datapunkt er følgelig udeladt og det fjerde kun beregnet på baggrund af 160 trials i modsætning til normalt 300.

I modsætning til de to foregående forsøg er der klare effekter af det gamle relevante element for sensitiviteten (se figur 31). Taget på tværs af alle forsøgspersonerne er d'



Figur AA: Gennemsnitlige data fra træningen i eksperiment 3. Bruddet i grafen angiver, at datapunkt nr. 3 kun er beregnet på baggrund af data fra 3 forsøgspersoner.

signifikant højere, når det gamle relevante element (foilen) *ikke* er til stede (OTA) i forhold til når det gamle relevante element bliver vist henholdsvis i skærbilledet lige før $t(3)=9,218, p<0,005$ (OTP -1), samtidig, $t(3)=4,388, p<0,05$ (OTP 0) eller lige efter det nye relevante element, $t(3)=3,318, p<0,05$ (OTP +1). Den estimerede middelforskel mellem sensitiviteten, når det gamle relevante element er fraværende og tilstede er henholdsvis 0,500, 0,432 og 0,342 i de tre forsøgsbetingelser.

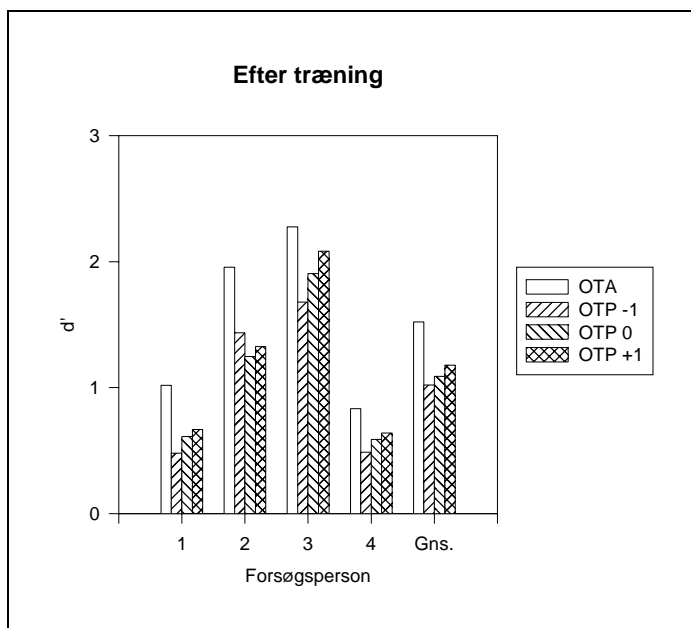
Tilsvarende finder Shiffrin og

Schneider (1977) følgende værdier efter omregning fra antal korrekte til forskelle i d' : 0,079, 0,69 og 0,26, hvor kun de to sidste værdier er signifikant større end 0.

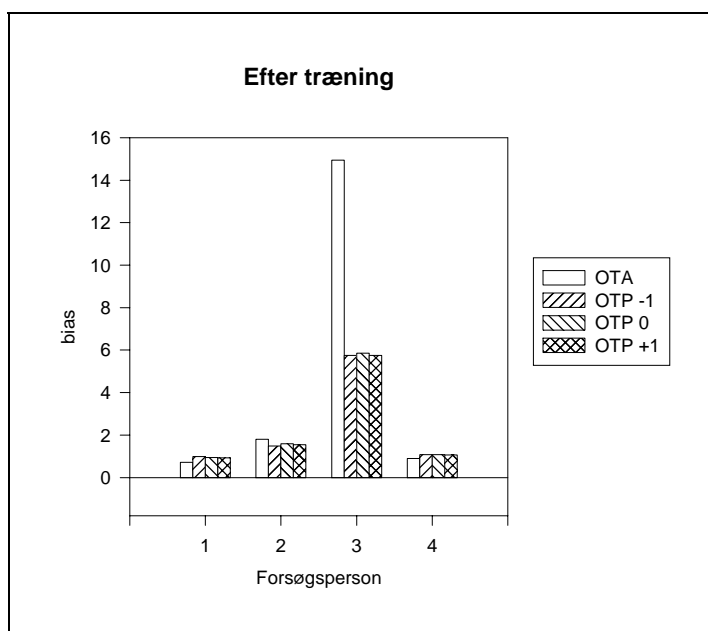
I figur 32 er vist bias værdier, som modsvarer de tilsvarende mål for sensitiviteten for hver forsøgsperson. Som det ses, er der store individuelle forskelle, idet forsøgsperson 3 udviser en stærk bias til at svare 'nej', når det gammel relevante element er fraværende i forhold til, når dette er tilstede. Bias effekten er så stærk for denne forsøgsperson, at denne helt overskygger sensitiviteten, hvis man blot kigger på antallet af korrekte inden for de forskellige forsøgsbetingelser, hvilket taler stærkt for valget af signal-detection teorien, som grundlag for analysemetoden.

28.3 DISKUSSION

Ovenstående viser tydeligt, at resultaterne fra Shiffrin og Schneider (1977, eksp. 4d) kan replikeres. Ydermere kan omfanget af effekten udvides, idet denne er signifikant for alle tre forsøgsbetingelser og ikke kun, når det gamle relevante element optræder samtidig eller i



Figur BB: Sensitivitetsforskelle efter træningen i eksperiment 3.



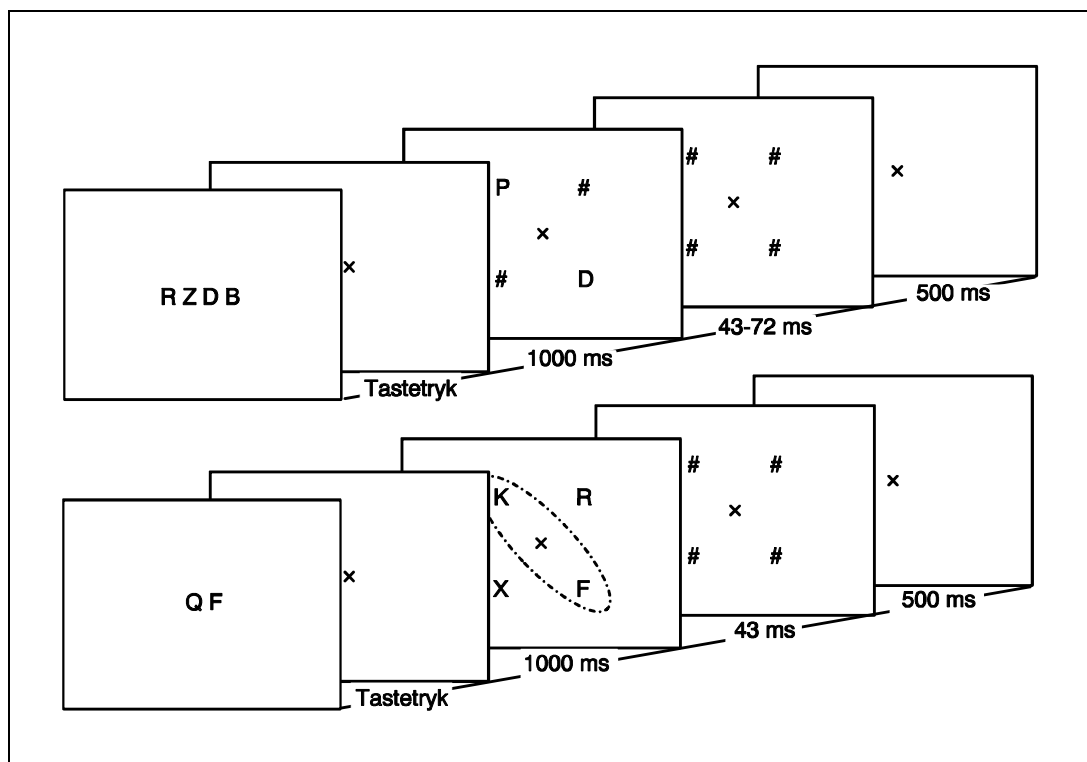
Figur CC: Forskelle i bias efter træningen i eksperiment 3.

skærbilledet umiddelbart efter det nye relevante element. Dette skal endvidere ses i lyset af, at forsøgspersonerne kun trænede i 2400 trials, hvor Shiffrin og Schneider (1977) trænede over 6000 trials.

29. EKSPERIMENT 4

På baggrund af den succesfulde replikation af Shiffrin og Schneiders (1977) forsøg 4d og den stærkt reducerede effekt i eksperiment 1 og 2, kunne det tænkes, at effekten enten skyldes den hurtige serielle præsentation eller, at forsøgspersonerne under og efter træningen skal søge efter flere end et bogstav (hukommelsessættets størrelse).

I eksperiment 4 undersøgte vi dette ved igen at replikere Shiffrin og Schneiders forsøg 4d, dog kun med præsentation af et skærbillede efterfulgt af masker. Hvis effekten igen optræder, må det være belastningen af arbejds-/korttidshukommelsen fra det større hukommelsessæt, der er den nødvendige betingelse. Hvis effekten derimod forsvinder, er det muligt, at denne har sin årsag i den hurtige serielle præsentation.



Figur DD: Præsentationsforløb under træning (øverst) og efter træning (nederst) i eksperiment 4.

29.1 METODE

Forsøgspersoner. Fire studerende (to kvinder og to mænd) fra Ludwig-Maximilian Universitetet deltog som forsøgspersoner i eksperimentet. Hver forsøgsperson blev betalt 150 DM for at deltage (ca. 570 kr.). Forsøgspersonernes alder var henholdsvis 23, 21, 21 og 23 år.

Alle forsøgspersoner havde normalt syn eller syn, der var korrigeret til normalt syn.

Forsøgsudstyr. Forsøgsudstyret var identisk med det i eksperiment 1, 2 og 3 anvendte.

Stimulusmateriale og skærmopsætning. Stimulusmaterialet og skærmopsætningen var identisk med de tilsvarende i eksperiment 3.

Procedure. Den eneste forskel fra eksperiment 3 var, at forsøgspersonerne kun fik forevist et skærbillede pr. trial. Hvert skærbillede blev som i eksperiment 2 vist ved korte eksponeringstider (43-72ms) efterfulgt af mønstermasker. Forsøgsperson 1 og 2 blev kørt med en eksponeringstid på 72 ms i første og anden session og i de resterende sessioner ved 43 ms. Forsøgsperson 3 og 4 blev kørt med 43 ms under alle sessioner.

Design. Under træningen blev hver trial tilvejebragt ved følgende procedure: Et hukommelsessæt blev generet ved tilfældigt at trække fire bogstaver uden tilbagelægning fra targetsættet. For hver trial blev to bogstaver valgt fra distraktorsættet uden tilbagelægning. Hvis den pågældende trial skulle indeholde et relevant element, blev et af de to irrelevante elementer udskiftet med et sådan tilfældigt valgt fra hukommelsessættet. Hver stimulusblok bestod af 20 trials, hvoraf 10 indeholdt et relevant element.

Rækkefølgen af trials blev tilfældigt valgt inden for hver blok. Hver session bestod af 100 stimulusblokke (2000 trials). En kort pause blev holdt efter 50 blokke. Hver session varede ca. 2 timer. Fire sessioner blev kørt over fire på hinanden følgende dage.

Efter de fire første sessioner blev opgaven ændret, således at både relevante og irrelevante elementer blev valgt fra det samme sæt af bogstaver - distraktorsættet fra træningen.

Variert sammensætning blev således anvendt ligesom i eksperiment 3. Forsøgspersonerne skulle igen kun være opmærksomme på bogstaver, der lå på den relevante diagonal gående fra øverste venstre til nederste højre hjørne (markeret med en stiplellipse i figur 33).

Hver trial blev genereret ved at vælge et hukommelsessæt på to bogstaver fra det tidligere distraktorsæt. Fra de resterende syv bogstaver blev der til hver af de fire positioner udvalgt et bogstaver uden tilbagelægning. I halvdelen af alle trials blev en distraktor på enten den øverste venstre eller den nederste højre position udskiftet med et tilfældigt valgt bogstav fra hukommelsessættet. Endvidere blev der i halvdelen af alle trials med og uden et relevant element udskiftet en af distraktorerne på den *irrelevante* diagonal med et af bogstaverne fra det gamle targetsæt (en foil). Som i de foregående forsøg blev to sessioner kørt under disse forsøgsbetingelser på femte dagen efter de fire dages træning.

29.2 RESULTATER

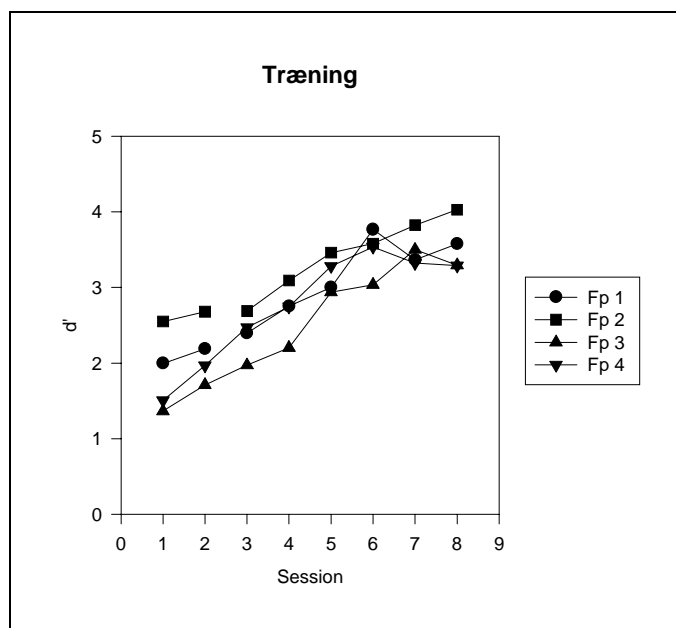
For alle forsøgspersonerne ses klare indlærings effekter gennem de første 8 sessioner, hvilket således følger tilsvarende data fra forsøg 1 til 3 (se figur 34 og 35). Igen er dette signifikant på tværs af de fire forsøgspersoner: $F(1,22)=41,46$, $p<0,001$. Hældningen estimeres til $0,24 \sigma/\text{session}$. Analysen er som i eksperiment 2 kun udført på baggrund af session 3 til 8, hvor eksponeringstiden blev holdt

konstant for alle forsøgspersoner. Endvidere lader der ikke til at være nogle nævneværdige individuelle forskelle i modsætning til i de andre forsøg.

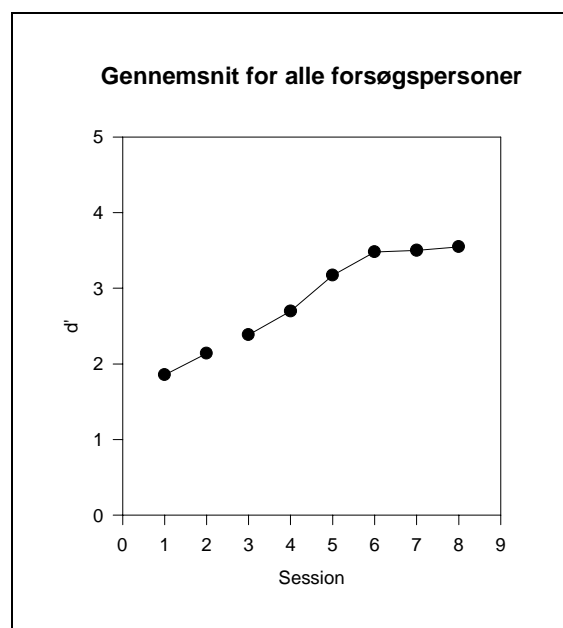
Hvis man ser på forsøgspersonernes sensitivitet efter træningen, viser der sig *ingen* signifikant effekt på de første 1000 trials (a), hvorimod en sådan er at finde på de sidste 1000 trials (b) ($t(3)=2,676$, $p<0,05$). Hvis man ser på alle 2000 trials (T) er effekten igen signifikant ($t(3)=4,217$, $p<0,05$). Begge disse forhold er illustreret i figur 36. Den gennemsnitlige forskel i d' værdier for de trials, hvor det gamle relevante element er fraværende henholdsvis tilstede, estimeres til 0,233 og 0,130 taget over henholdsvis de sidste 1000 og samtlige 2000 trials efter træningen.

29.3 DISKUSSION

Resultaterne af forsøg 4 viser en marginal effekt, der ikke som ventet optræder lige efter træningen, men først slår igennem i de sidste 1000 trials. Den er dog så stærk, at den set over alle 2000 trials efter træningen stadig er signifikant på et 5% niveau.

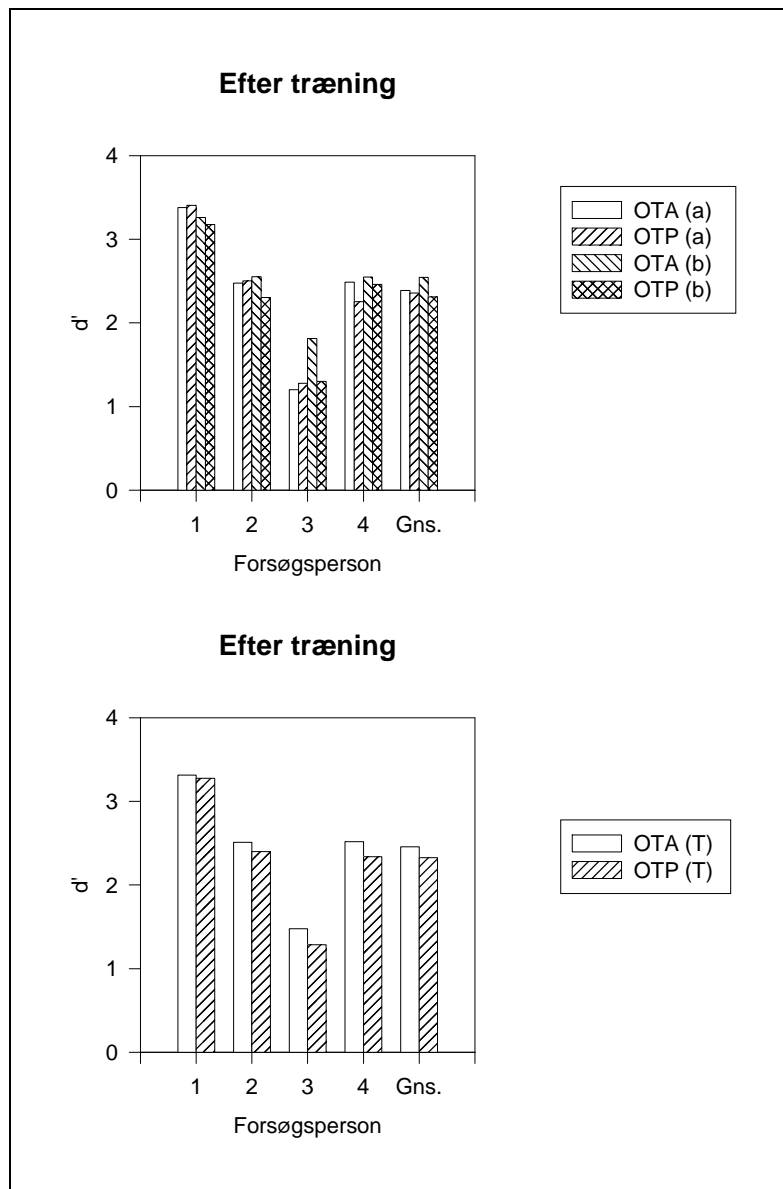


Figur FF: Resultater fra træningen i eksperiment 4. Skiftet i eksponeringstid for forsøgsperson 1 og 2 er angivet med et brud i graferne mellem session 2 og 3.



Figur EE: Gennemsnitlige resultater af træningen i eksperiment 4. Bruddet i grafen angiver skiftet i eksponeringstid for forsøgsperson 1 og 2.

På baggrund af disse resultater er det følgelig muligt at konkludere, at effekten af det



Figur GG: Resultater efter træningen i eksperiment 4 opdelt i de to halvdele (øverst) og total (nederst). I den øverste graf repræsenterer (a) de første 1000 trials og (b) de sidste 1000 trials. I den nederste graf repræsenterer (T) alle 2000 trials efter træningen.

gamle relevante element igen reduceres stærkt, når antallet af skærbilleder begrænses fra 20 til 1.

30. GENEREL DISKUSSION

For kort at opsummere de fundne tendenser viste resultaterne af eksperiment 1 og 2, at effekterne af opmærksomhedstiltrækning til indlærte stimuli mindskes stærkt, når man anvender et paradigme, hvor forsøgspersonerne kun skal være opmærksom på en enkelt stimulus, og hvor der kun præsenteres et skærbillede pr. respons. I eksperiment 3 viste vi, at Shiffrin og Schneiders (1977) forsøg 4d kan replikeres. Endvidere kan resultatet endda udvides til at omfatte alle tre forsøgsbetingelser, hvor det gamle relevante bogstav præsenteres før, samtidig eller efter det nye relevante bogstav. Endelig viste resultaterne af det sidste forsøg, at effekten stadig mindskes, hvis man undlader den hurtige serielle præsentation og kun anvender præsentation af et enkelt skærbillede - dog med bibeholdelse af større hukommelsessæt som i Shiffrin og Schneider (1977).

I lyset af disse resultater må konklusionerne fra Shiffrin og Schneider (1977) tages op til genovervejelse, hvilket ikke bliver mindre interessant af, at disse resultater er en af hovedhjørnestene i argumentationen for late-selection som beskrevet i teoriafsnittene. Der viser sig tre umiddelbare årsager til den mindskede effekt, som bør undersøges: 1) konfundering (sammenblanding) af valget af antallet af forskellige typer trials og den stillede forsøgshypotese, 2) den hurtige serielle præsentation og endelig 3) sværhedsgraden eller mere præcist belastningen af arbejdshukommelsen (se nærmere definition nedenfor). I det følgende vil disse tre problemstillinger blive uddybet.

Som beskrevet i metodesektionen for eksperiment 3 blev der anvendt ialt seks forskellige typer af trials. For overskuelighedens skyld har jeg valgt, at repetere tabellen nedenfor.

Tabel F: Forskellige typer af forsøgsbetingelser i eksperiment 3.

Type	Nyt target	Foil (Gammelt target)
1	Tilstede	Fraværende
2	Fraværende	Fraværende
3	Tilstede	Tilstede i skærbillede før
4	Tilstede	Tilstede i samme skærbillede
5	Tilstede	Tilstede i skærbillede efter
6	Fraværende	Tilstede

Som det ses af tabellen, er der for det første en stærk overvægt af trials (4/6), hvor det nye relevante element optræder i forhold til antallet af trials, hvor det ikke optræder. Dette vil naturligvis give forsøgspersonerne en bias til at svare 'ja' frem for 'nej'. Endvidere er der for de trials, hvor det gamle relevante element er til stede som foil, en overvægt af trials (3/4), hvor det nye relevante element er tilstede. Hvis man endelig ser på den temporale

dimension, opdager man yderligere en skæv fordeling, siden det gamle relevante element tidligt altid optræder i nærheden af det nye relevante element.

De to sidstnævnte forhold bevirker i al sin enkelthed, at forsøgspersonerne kan benytte det gamle relevante element som signal for det nye. Dette kan naturligvis ske ubevidst såvel som bevidst, men faktum er, at dette forhold er en særdeles grov konfusion af forsøgshypotesen om *automatisk* tiltrækning af opmærksomheden og signalværdien af det gamle relevante element. Det er derfor ikke umiddelbart muligt på baggrund af forsøgsresultaterne at vide om de påviste effekter skyldes automatisk tiltrækning af opmærksomheden eller mere eller mindre bevidst udnyttelse af den information, som det gamle relevante element bibringer.

En naturlig opfølgning på denne problematik er at eliminere denne ubalance, hvilket var tilfældet i eksperiment 4, hvor præsentation af det nye og det gamle relevante element var ukorreleret med hinanden. Ydermere kunne det være interessant at replikere Shiffrin og Schneider (1977, eksp. 4d), hvor denne balance ligeledes var opretholdt for den tidlige dimension. Dog vil dette naturligvis kræve, at antallet af successive skærbilleder reduceres, således at eksperimentets omfang holdes på et rimeligt niveau. Et sådan eksperiment er påtænkt udført i efteråret 1997.

Den anden hovedforklaring for effekten er den hurtige serielle præsentationsform. Hvis det er denne, der er den bagvedliggende årsag til, hvad der i resultaterne tolkes som automatisk tiltrækning af (den spatiale) opmærksomhed, vil det være interessant at replikere forsøget med hurtig seriel præsentation af enkelt bogstaver, som er et paradigme flere forskere i den senere tid har benyttet sig af i undersøgelsen af det såkaldte "opmærksomhedsblink" (se fx Shapiro & Raymond, 1994; Shapiro, Raymond & Arnell, 1994). Dette fænomen optræder, når forsøgspersoner under successiv præsentation af bogstaver får til opgave at løse to opgaver: At identificere et hvidt bogstav og dernæst at bestemme om et sort *X* optræder eller ej. De resterende irrelevante stimuli er alle sorte bogstaver. Et typisk billede er, at forsøgspersonernes sensitivitet for det sorte *X* i perioden 180-450 ms efter præsentationen af det hvide bogstav falder dramatisk. Et eksperiment, der skal belyse denne forklaringsmulighed, er ligeledes planlagt udført i efteråret 1997.

Endelig vil det være interessant at kigge nærmere på betydningen af den generelle belastning af arbejdshukommelsen. Med arbejdshukommelsen menes et centralt placeret midlertidig lager, hvor information kan manipuleres eller blot fastholdes i bevidstheden i kortere perioder typisk målt i sekunder og minutter (for en nærmere uddybning se Baddeley, 1986; Nairne, 1996). Nyere hjernescanningsstudier har vist, at arbejdshukommelsens styrende dele sandsynligvis er lokaliseret i pandelapperne (se fx Cohen, Perlstein, Braver, Nystrom, Noll, Jonides & Smith, 1997; Courtney, Ungerleider, Kell & Haxby, 1997).

En mulig forklaring på, hvorfor effekten forsvinder med de ændringer, vi har foretaget i forhold til det oprindelige paradigme, kan være, at belastningen af arbejdshukommelsen er en nødvendig forudsætning for, at effekten opstår. Hvis arbejdshukommelsen ikke belastes nok under såvel som efter træningen, kan dette medføre, at effekten reduceres stærkt. Man kan forestille sig, at arbejdshukommelsen, når denne ikke er belastet af andre opgaver, virker styrende ind på det perceptuelle system, og således bestemmer selektionsprocesserne i dette. Arbejdshukommelsen er så stærk, at den næsten suverænt styrer den perceptuelle forarbejdning, hvorfor stimuli med forhøjet pertinens grundet tidligere indlæring får ringe mulighed for at indvirke på udvælgelsen. Med de fra TVA udledte betragtninger om pertinensværdierne kan man sige, at den dynamiske komponent er meget stærk set i forhold til den statiske komponent, hvorfor indflydelsen af sidstnævnte mindskes drastisk.

Hvis arbejdshukommelsen derimod er belastet af andre opgaver samtidig med, at den skal virke styrende ind på de perceptuelle processer, kan den grundet kapacitetsbegrænsninger ikke udføre alle opgaverne optimalt, hvorfor det perceptuelle system bliver "holdt i en løsere snor" end normalt. Dette bevirker, at indlæringsbaserede forhøjelser af pertinensværdierne for visse stimuli kan få en effekt, hvilket på adfærdssiden resulterer i højere fejlratere og længere reaktionstider. Eller med andre ord, hvis den dynamiske del af pertinensværdierne bliver sat ud af spillet, får den statiske komponent friere råderum, hvilket udmønter sig i automatiske skift af opmærksomheden i en retning, som ikke følger den stillede opgave.

I eksperiment 1 og 2 har arbejdshukommelsen særdeles gunstige forhold, idet den kun har én opgave at løse: At fastholde et *enligt* relevante element og hermed styre selektionsprocessen i det perceptuelle system. Dette får den konsekvens, at indlæring (ændring af pertinensværdier) sandsynligvis svækkes, idet denne ikke er strengt nødvendig for at løse opgaven. Hvis indlæringen alligevel finder sted, træder det dog kun svagt igennem efter træningen, idet arbejdshukommelsens greb om det perceptuelle system er så stærkt, at effekterne mindskes betydeligt.

Man kan så spørge sig selv, hvorfor effekten ikke igen forøges i eksperiment 4, hvor arbejdshukommelsen er belastet, idet forsøgspersonerne ser efter flere bogstaver samtidig. Et muligt svar er, at forsøgspersonerne kun præsenteres for to og fire bogstaver af gangen, hvorfor de blot kan indkode disse i den visuelle korttidshukommelse og bagefter tage stilling til, om det relevante bogstav er til stede eller ej. Med andre ord er det ikke nødvendig at være selektiv, idet kapaciteten af korttidshukommelsen ikke bliver en flaskehals i forarbejdningen (jvf. diskussionen af Sperlings forsøg). I eksperiment 3 bliver forsøgspersonerne imidlertid præsenteret for ca. 80 irrelevante elementer pr. trial, hvorfor de ikke kan anvende ovennævnte strategi. Hvis forsøgspersonerne lod de perceptuelle processer forløbe uden nogen form for selektionskriterie, ville deres visuelle

korttidshukommelse hurtigt være fyldt op med irrelevante bogstaver, hvorved det ville være umuligt at løse den stillede opgave.

Kombinationen af den hårdere belastning af arbejdshukommelsen sammen med det store antal af irrelevante elementer er måske den nødvendige betingelse for, at effekten optræder. Denne fortolkning af resultaterne kræver naturligvis ikke hurtig seriel præsentation, hvorfor det kunne være interessant at udføre et eksperiment med et design, der ligner det anvendte i eksperiment 4 blot med præsentation af et væsentligt større antal irrelevante elementer.

31. AFSLUTTENDE BEMÆRKNINGER OG OPSUMMERING

Efter den generelle diskussion af resultaterne fra de fire forsøg, er det på nuværende tidspunkt rimeligt at prøve at sætte disse i direkte sammenhæng med afhandlingens teoretiske overvejelser vedrørende early- vs. late-selection.

For kort at opsummere ligger hovedproblematikken i spørgsmålet om, hvorvidt udvælgelsen af information sker *før* eller *efter* genkendelsesprocesserne. Early-selection teoretikerne hævder, at førstnævnte hypotese er sand, hvorimod late-selection teoretikerne har det modsatte synspunkt. Af vigtig evidens for det sidste synspunkt har bl.a. været (ufrivillige) skift af opmærksomheden på baggrund af abstrakte karakteristika ved stimuli. Tre eksempler blev præsenteret: Morays (1959) fund vedr. forsøgspersoners eget navn, Gray og Wedderburns (1953) fund af semantisk styring af opmærksomheden og endelig Shiffrin og Schneiders (1977) undersøgelser af, hvorledes opmærksomheden automatisk blev tiltrukket af indlærte bogstaver eller tal. Den "røde tråd" i disse tre undersøgelser er, at komplekse egenskaber ved stimuli så som semantik eller alfanumerisk kategori kan ligge til grund for skiftene i opmærksomheden. Dette er et stærkt argument til fordel for late-selection, idet de præsenterede stimuli må være forarbejdet til et højt abstraktionsniveau, hvis egenskaber på det pågældende niveau skal kunne påvirke udvælgelsen. Genkendelse sker således *før* udvælgelse. Dette gør det naturligvis svært at fastholde et strengt early-selection synspunkt, idet opmærksomhedens hovedopgave ifølge disse teorier er at udvælge en del af den indkomne information for videreforarbejdning og genkendelse, som beskrevet i afhandlingens begyndelse.

Hvorledes ser problematikken ud i forhold til de nye resultater? Umiddelbart synes Shiffrin og Schneiders (1977) fund fra forsøg 4d at være svækket, idet resultaterne er svære at generalisere ved hjælp af de tre nye forsøgsparadigmer. På den anden side var det muligt at replikere resultaterne i eksperiment 3, hvorfor effekten må forventes at være reel. Årsagen kan logisk set stadig ligge i den beskrevne konfundering af forsøgshypotesen og balanceringen af forsøgsbetingelserne, men dette er som beskrevet i sidste afsnit muligt at teste eksperimentelt. Endvidere må det formodes, at effekten *er* reel, idet den optræder i alle de tre resterende forsøg (omend svagere end i eksperiment 3). Det bliver følgelig

vigtigt at finde frem til de forsøgsbetingelser, hvor effekten er stærkest for derigennem at kunne beskrive dens natur bedre. Her synes det oplagt, at arbejdshukommelsens indflydelse er særdeles vigtig for forståelsen af fænomenet, som beskrevet i sidste afsnit. Dette faktum peger i en generel retning, som bl.a. den eksplosive vækst af positron emission tomografi (PET) og funktionel magnetisk resonans billeddannelse (fMRI) har ført med sig. Generelt må det siges, at de frontale strukturer i hjernen har fået en langt mere prominent plads i beskrivelsen af den perceptuelle forarbejdning herunder især på opmærksomhedsmæssige aspekter af denne. Den indre styring eller top-down elementet i vores forståelse af hjernen har således vist sig i en større og stærkere grad, end i den noget diffuse diskussion, som har kendetegnet beskrivelsen af denne inden for kognitionspsykologien. Forventninger, intentioner eller med TVA's termer pertinensværdier og biasværdier har fået et mere konkret fundament i og med denne udvikling.

Essensen af dette bliver således, at man er nødt til at undersøge interaktionen mellem de styrende (dynamiske) frontale centre i hjernen og de perceptuelle og måske mere statiske posteriore centre for at nå til en fuld forståelse af processerne i sidstnævnte.

Efter en bestemmelse af effekternes natur vil det endvidere være af stor betydning at afprøve andre hypoteser vedr. automatisk tiltrækning af opmærksomheden fra indlærte stimulussæt, eftersom disse antageligt bedst vil kunne undersøges under særlige forsøgsbetingelser. Under den generelle beskrivelse af eksperimenterne berørte jeg kort to andre design, som ikke blev udført, idet replikationen af Shiffrin og Schneider (1977) blev mere besværlig end forventet. Efter en bestemmelse af effektens karakter vil det naturligvis være særdeles interessant at omformulere disse to paradigmer, således at det bliver muligt at teste, hvorvidt de effekter, som kan vises for bogstaver og tal, også kan overføres til sammensætninger af form og farve samt små tekststreng.

Man kan afslutningsvis spørge sig selv: Har resultaterne af de fire eksperimenter bidraget til en løsning af konflikten mellem early- og late-selection teorierne? Umiddelbart kan man sige, at resultaterne hovedsageligt har været til fordel for early-selection, idet det naturligvis havde været et stærkere bevis for late-selection, hvis effekterne i skift af opmærksomheden var lige store over forskellige eksperimentelle paradigmer. Overfor dette står naturligvis, at det var muligt at replikere forsøg 4d, og at resultaterne af de tre resterende eksperimenter viste effekter i den forudsagte retning, omend disse var små.

Konklusionerne fra Shiffrin og Schneiders (1977) eksperiment 4d står derfor stadig fast: Pertinensværdier kan efter alt at dømme tilskrives egenskaber ved stimuli, der har et kompleksitets niveau som er at sammenligne med tal og bogstaver. Dette er endvidere i tråd med en række af neurofysiologisk undersøgelser (se Kobatake & Tanaka, 1994; Oram & Perrett, 1994; Tanaka, 1993; Tanaka, Saito, Fukada & Moriya, 1991), hvor neuroner i den inferiore temporale cortex hos markakaber responderer specifikt på komplekse

egenskaber ved visuelle stimuli. Hvorvidt udvælgelse på baggrund af mere komplekse egenskaber er muligt er dog stadig et empirisk spørgsmål, der venter på at blive afklaret.

32. LITTERATURLISTE

- Averbach, E., & Coriell, A. S. (1960). Short-term memory in vision. *The Bell System Technical Journal*, 40, 309-328.
- Bacon, W. F., & Egeth, H. E. (1994). Overriding stimulus-driven attentional capture. *Perception and Psychophysics*, 55(5), 485-496.
- Baddeley, A. (1986). *Working Memory*. Oxford: Oxford University Press.
- Broadbent, D. E. (1954). The role of auditory localization in attention and memory span. *Journal of Experimental Psychology*, 47(3), 191-196.
- Broadbent, D. E. (1956). Successive responses to simultaneous stimuli. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 8(4), 145-152.
- Broadbent, D. E. (1957). Immediate memory and simultaneous stimuli. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 9(1), 1-11.
- Broadbent, D. E. (1958). *Perception and Communication*. Oxford: Oxford University Press.
- Broadbent, D. E., & Gathercole, S. E. (1990). The processing of non-target words: Semantic or not? *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 42A, 1, 3-37.
- Bundesen, C. (1987). Visual attention: Race models for selection from multielement displays. *Psychological Research*, 49, 113-121.
- Bundesen, C. (1990). A theory of visual attention. *Psychological Review*, 97(4), 523-547.
- Bundesen, C. (1993). The relationship between independent race models and Luce's choice axiom. *Journal of Mathematical Psychology*, 37, 446-471.
- Bundesen, C., Kyllingsbæk, S., Houmann, K. J., & Jensen, R. M. (in press). Is visual attention automatically attracted by one's own name? *Perception & Psychophysics*.
- Bundesen, C., Pedersen, L. F., & Larsen, A. (1984). Measuring efficiency of selection from briefly exposed visual displays: A model for partial report. *Journal of Experimental Psychology: Human Performance & Perception*, 10, 3, 329-339.
- Bundesen, C., Shibuya, H., & Larsen, A. (1985). Visual selection from multielement displays: A model for partial report. I M. I. Posner & O. S. M. Marin (Eds.), *Attention and Performance XI* (pp. 631-649). Hillsdale, NJ: Earlbaum.
- Cave, K. R., & Wolfe, J. M. (1990). Modeling the role of parallel processing in visual search. *Cognitive Psychology*, 22, 225-271.
- Cherry, E. C. (1953). Some experiments on the recognition of speech, with one and with two ears. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 25(5), 975-979.
- Christie, J. & Klein, R. (1995). Familiarity and attention: Does what we know effect what we notice? *Memory & Cognition*, 23(5), 547-550.

- Cohen, J. D., Perlstein, W. M., Braver, T. S., Nystrom, L. E., Noll, D. C., Jonides, J., & Smith, E. E. (1997). Temporal dynamics of brain activation during a working memory task. *Nature*, 386, 604-608.
- Courtney, S. M., Ungerleider, L. G., Kell, K., & Haxby, J. V. (1997). Transient and sustained activity in a distributed neural system for human working memory. *Natur*, 386, 609-611.
- Czerwinski, M., Lightfoot, N., & Shiffrin, R. M. (1992). Automatization and training in visual search. *American Journal of Psychology*, 105(2), 271-315.
- Deutsch, J. A., & Deutsch, D. (1963). Attention: Some theoretical considerations. *Psychological Review*, 70(1), 80-90.
- Duncan, J. (1980). The locus of interference in the perception of simultaneous stimuli. *Psychological Review*, 87(3), 272-300.
- Duncan, J., & Humphreys, G. W. (1989). Visual search & stimulus similarity. *Psychological Review*, 96(3), 433-458.
- Duncan, J., Humphreys, G. W., & Ward, R. (in press). Competitive brain activity in visual attention. *Current Opinion in Neurobiology*.
- Eysenck, M. W., & Keane, M. T. (1995). *Cognitive Psychology: A Student's Handbook* (3. ed.). Hove, UK: Earlbaum.
- Farah, M. J. (1991). *Visual agnosia: Disorders of object recognition and what they tell us about normal vision*. MA: MIT Press.
- Folk, C. L., Remington, R. W., & Johnston, J. C. (1992). Involuntary covert orienting is contingent on attentional control settings. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 18(4), 1030-1044.
- Fuentes, L. J., Caromona, E., Agis, I. F., & Catena, A. (1994). The role of anterior attention system in semantic processing of both foveal and parafoveal words. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 6(1), 17-25.
- Gray, J. A., & Wedderburn, A. A. I. (1960). Grouping strategies with simultaneous stimuli. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 12, 180-184.
- Hillstrom, A. P., & Yantis, S. (1994). Visual motion and attentional capture. *Perception and Psychophysics*, 55, 399-411.
- Howarth, C. I., & Ellis, K. (1961). The relative intelligibility threshold for one's own name compared with other names. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 13, 236-239.
- Humphreys, G. W., & Bruce, V. (1991). *Visual cognition: Computational, experimental and neuropsychological perspectives*. London: Erlbaum.
- James, W. (1890). *The Principles of Psychology*. Holt & Co.

- Johnston, W. A., Hawley, K. J., & Farnham, J. M. (1993). Novel popout: Empirical boundaries and tentative theory. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 19(1), 140-153.
- Johnston, W. A., Hawley, K. J., Plewe, S. H., Elliott, J. M. G., & Dewitt, M. J. (1990). Attention capture by novel stimuli. *Journal of Experimental Psychology: General*, 119, 397-411.
- Johnston, W. A., Schwarting, I. S., & Hawley, K. J. (1996). Novel pop-out, perceptual inhibition, and the stability-plasticity dilemma. I A. F. Kramer, M. G. H. Coles, & G. D. Logan (Eds.), *Converging Operations in the Study of Visual Selective Attention* (pp. 315-335). Washington, DC: APA.
- Jonides, J. (1981). Voluntary versus automatic control over the mind's eye's movement. In J. Long, & A. Baddeley (Eds.), *Attention and Performance IX* (pp. 187-203). Hillsdale, New Jersey: LEA.
- Jonides, J., & Yantis, S. (1988) Uniqueness of abrupt visual onset in capturing attention. *Perception and Psychophysics*, 43, 346-354.
- Kahneman, D., & Treisman, A. M. (1984). Changing views of attention and automaticity. In R. Parasuraman & D. R. Davies (Eds.), *Varieties of attention* (pp. 29-61). New York: Academic Press.
- Kobatake, E., & Tanaka, K. (1994). Neuronal selectivities to complex object features in the ventral visual pathway of the macaque cerebral cortex. *Journal of Neurophysiology*, 71(3), 856-867.
- Levine, G., & Parkinson, S. (1994). *Experimental Methods in Psychology*. Hillsdale, New Jersey: LEA.
- Macmillan, N. A., & Creelman, C. D. (1991). *Detection Theory: A User's Guide*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Marr, D. (1982). *Vision*. New York: W. H. Freeman and et al.
- Mathiasen, K. (ISBN 87-7501-172-7). *Larousse: Psykologi Leksikon*. København, Danmark: Skandinavisk Bogforlag A/S.
- McCann, R. S., Folk, C. L., & Johnston, J. C. (1992). The role of spatial attention in visual word processing. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 18(4), 1015-1029.
- McClelland, J. L., & Rumelhart, D. E. (Eds.). (1986). *Parallel Distributed Processing: Explorations in the Microstructure of Cognition Volume 2: Psychological and Biological Models*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Moray, N. (1959). Attention in dichotic listening: Affective cues and the influence of instructions. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 9, 56-60.

- Nairne, J. S. (1996). Short-term/working memory. I E. L. Bjork, & R. A. Bjork (Series Eds.) & E. C. Carterette, & M. P. Friedman (Vol. Eds.), *Handbook of Perception and Cognition: Memory* (2nd ed., pp. 101-126). San Diego: Academic Press.
- Nakayama, K., & Silverman, G. H. (1986). Serial and parallel processing of visual feature conjunctions. *Nature*, 320, 264-265.
- Neumann, O. (1984). Automatic processing: A review of recent findings and a plea for an old theory. In W. Prinz, & A. F. Sanders (Eds.), *Cognition and Motor Processes* (pp. 256-293). Berlin: Springer-Verlag.
- Norman, D. A. (1968). Toward a theory of memory and attention. *Psychological Review*, 75(6), 522-536.
- Norman, D. A. (1976). *Memory and cognition* (2. ed.). London: John Wiley and Sons.
- Oram, M. W., & Perrett, D. I. (1994). Modeling visual recognition from neurobiological constraints. *Neural Networks*, 7(6/7), 945-972.
- Posner, M. I., & Raichel, M. E. (1994). *Images of mind*. New York: Scientific American Library.
- Remington, R. W., Johnston, J. C., & Yantis, S. (1992). Involuntary attentional capture by abrupt onsets. *Perception and Psychophysics*, 51(3), 279-290.
- Rubin, E. (1924). Opmærksomhed. I Chr. Blangstrup (Ed.), *Salmonsens Konversationsleksikon 18 (XVIII)*, 2. udg. (pp. 538-539). København, Danmark: J. H. Schultz' Forlagsboghandel A/S.
- Schneider, W. (1985). Toward a model of attention and the development of automatic processing. I M. I. Posner & O. S. M. Marin (Eds.), *Attention and performance IX* (pp. 475-492). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Schneider, W., Dumais, S. T., & Shiffrin, R. M. (1984). Automatic and control processing and attention. In R. Parasuraman & D. R. Davies (Eds.), *Varieties of attention* (pp. 1-27). New York: Academic Press.
- Schneider, W., & Fisk, A. D. (1982). Degree of consistent training: Improvements in search performance and automatic process development. *Perception and Psychophysics*, 31(2), 160-168.
- Schneider, W., & Shiffrin, R. M. (1977). Controlled and automatic human information processing: I. Detection, search and attention. *Psychological Review*, 84(1), 1-66.
- Schneider, W. X. (1995). WAM: A neuro-cognitive model for visual attention control of segmentation, object recognition and space-based motor action. *Visual Cognition*, 2(2), 331-375.
- Shapiro, K. L., Raymond, J. E., & Arnell, K. M. (1994). Attention to visual pattern information produces the attentional blink in rapid serial visual presentation. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 20(2), 357-371.

- Shapiro, K. L., & Raymond, J. E. (1994). Temporal allocation of visual attention: Inhibition or interference? I D, Dagenbach, & T. H. Carr (Eds.), *Inhibitory Processes in Attention, Memory and Language* (pp. 151-188). San Diego: Academic Press.
- Shibuya, H. (1993a). Efficiency of visual selection in duplex and conjunction condition in partial report. *Perception & Psychophysics*, *54*, 716-732.
- Shibuya, H. (1993b). Selective attention in vision: Constraints and time course. 1-27.
- Shibuya, H., & Bundesen, C. (1988). Visual selection from multielement displays: Measuring and modeling effects of exposure duration. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception & Performance*, *14*(4), 591-600.
- Shiffrin, R. M., & Czerwinski, M. P. (1988). A model of automatic attention attraction when mapping is partially consistent. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, *14*(3), 562-569.
- Shiffrin, R. M., & Dumais, S. T. (1981). The development of automatism. I J. R. Anderson (Ed.), *Cognitive skills and their acquisition* (pp. 111-140). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Shiffrin, R. M., Dumais, S. T., & Schneider, W. (1981). Characteristics of automatism. I J. Long & A. Baddeley (Eds.), *Attention and performance IX* (pp. 223-238). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Shiffrin, R. M., & Schneider, W. (1977). Controlled and automatic human information processing: II. Perceptual learning, automatic attending, and a general theory. *Psychological Review*, *84*(2), 127-190.
- Sperling, G. (1960). The information available in brief visual presentations. *Psychological Monographs: General and Applied*, *74*, *11*, 1-29.
- Sperling, G. (1963). A model for visual memory task. *Human Factors*, 19-31.
- Sperling, G. (1967). Successive approximations to a model for short term memory. *Acta Psychologica*, *27*, 285-292.
- Tanaka, K. (1993). Neuronal mechanisms of object recognition. *Science*, *262*, 685-688.
- Tanaka, K., Saito, H. Fukada, Y., & Moriya, M. (1991). Coding visual images of objects in the inferotemporal cortex of the macaque monkey. *Journal of Neurophysiology*, *66*(1), 170-189.
- Theeuwes, J. (1992). Perceptual selectivity for color and form. *Perception and Psychophysics*, *51*, 599-606.
- Theeuwes, J. (1995). Temporal and Spatial Characteristics of Preattentive and Attentive Processing. *Visual Cognition*, *2*(2), 97-100.
- Theeuwes, J. (1996). Perceptual selectivity for color and form: On the nature of the interference effect. I A. F. Kramer, M. G. H. Coles, & G. D. Logan (Eds.), *Converging Operations in the Study of Visual Selective Attention* (pp. 297-314). Washington, DC: APA.

- Townsend, J. T., & Ashby, F. G. (1983). *The stochastic modelling of elementary psychological processes*. Cambridge, England: Cambridge University Press.
- Treisman, A. M. (1964). Verbal cues, language, and meaning in selective attention. *American Journal of Psychology*, *77*, 206-219.
- Treisman, A. M. (1988). Features and objects: The fourteenth Bartlett memorial lecture. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, *40A*(2), 201-237.
- Treisman, A. M. (1993). The perception of features and objects. I A. Baddeley, & L. Weiskrantz (Eds.), *Attention: Selection, awareness & control* (pp. 5-35). Oxford: Oxford University Press.
- Treisman, A. M., & Gelade, G. (1980). A feature-integration theory of attention. *Cognitive Psychology*, *12*, 97-136.
- Treisman, A. M., & Sato, S. (1990). Conjunction search revisited. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, *16*(3), 459-478.
- Treisman, A. M., & Schmidt, H. (1982). Illusory conjunctions in the perception of objects. *Cognitive Psychology*, *14*, 107-141.
- Underwood, G. (1976). Semantic interference from unattended printed words. *British Journal of Psychology*, *67*(3), 327-338.
- Van der Heijden, A. H. C. (1992). *Selective attention in vision*. London: Routledge.
- Van der Heijden, A. H. C. (1993). The role of position in object selection in vision. *Psychological Research*, *56*, 44-58.
- Wolfe, J. M., Cave, K. R., & Franzel, S. L. (1989). Guided search: An alternative to the feature integration model for visual search. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception & Performance*, *15*(3), 419-433.
- Yantis, S. (1996). Attention capture in vision. I A. F. Kramer, M. G. H. Coles, & G. D. Logan (Eds.), *Converging Operations in the Study of Visual Selective Attention* (pp. 45-76). Washington, DC: APA.
- Yantis, S., & Hillstrom, A. P. (1994). Stimulus-driven attentional capture: Evidence from equiluminant visual objects. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception & Performance*, *20*(1), 95-107.
- Yantis, S., & Jonides, J. (1990). Abrupt visual onsets and selective attention: Voluntary versus automatic allocation. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception & Performance*, *16*(1), 121-134.
- Zeki, S. (1993). *A vision of the brain*. Oxford: Blackwell Scientific Publications.