



**AALBORG UNIVERSITY**  
DENMARK

**Aalborg Universitet**

## **Hukommelse II: Ekspertise og korttidshukommelses begrænsninger**

Dall, Jonas Olsen; Sørensen, Thomas Alrik

*Published in:*

Psykologi information : Medlemsinformation for psykologilærerforeningen

*Publication date:*

2018

*Document Version*

Også kaldet Forlagets PDF

[Link to publication from Aalborg University](#)

*Citation for published version (APA):*

Dall, J. O., & Sørensen, T. A. (2018). Hukommelse II: Ekspertise og korttidshukommelses begrænsninger. *Psykologi information : Medlemsinformation for psykologilærerforeningen*, 18-25.

### **General rights**

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal -

### **Take down policy**

If you believe that this document breaches copyright please contact us at [vbn@aub.aau.dk](mailto:vbn@aub.aau.dk) providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

# Hukommelse II: Ekspertise og korttidshukommelsens begrænsninger

af Jonas Olsen Dall Cand.Psych. & Thomas Alrik Sørensen Cand. Psych., Ph.D., begge Center for kommunikation og psykologi, Aalborg Universitet

Når vi sanser verden omkring os, så har vi en både rig og detaljeret oplevelse af vores omgivelser. Dette står imidlertid i klar kontrast til den stærkt begrænsede kapacitet, som korttidshukommelsen har når denne måles i laboratoriet. Omkring kognitionspsykologiens etablering, blev denne foreslået, som en fælles begrænsning hen over en række modaliteter – med en begrænsning på omkring 7 plus minus to objekter (Miller, 1956). Det magiske antal på 7 objekter har været vidt udbredt, og er noget, der har spredt sig langt uden for videnskabens rækker. Miller forsøgte dengang at finde en rød tråd i en række forskellige undersøgelser, som alle lod til at have 7 som deres fællesnævner (Cowan, 2015). Faktisk starter hans berømte artikel med





sætningen: "Mit problem er, at jeg bliver forfulgt af et heltal" – og det tal var tallet 7, som lod til at dukke op i mere eller mindre grad på tværs af forskellige studier (Miller, 1956). Senere studier har siden hen demonstreret, at begrænsningen nok var for optimistisk, og i realiteten nok nærmere et sted omkring 4 objekter (Cowan, 2001). Faktisk viste George Sperling (1960) på meget smukt vis, at begrænsningen for visuel korttidshukommelse var på mellem 3 og 4 bogstaver – en flaskehals, der kom efter de sensoriske lagre, som reelt set ikke lod til at have samme begrænsning som korttidshukommelsen. Men hvordan forholder det sig med andet materiale end lige bogstaver – er begrænsningen defineret af den kategorisering der laves, når objekter indkodes i korttidshukommelsen, eller fylder nogle objekter mere i korttidshukommelsen end andre? Fx indeholder et "A" langt færre elementer, end et ansigt eller en computer, og det er uklart, hvor meget vi skal generalisere ud fra studier som fx Sperlings.

Efter de tidlige 70ere svandt interessen i dette spørgsmål, men omkring år 2000 genvandt området fornyet interesse. Særligt ét studie, hvor man undersøgte, hvorvidt antallet af egenskaber i et objekt påvirker kapaciteten af korttidshukommelsen, blev centralt for at genoplive dette forskningsspørgsmål. Her fandt Luck og Vogel (1997), at begrænsningen lod til at være uafhængig af antallet af enkeltegenskaber, man skulle holde styr på. Det eneste, der betyder noget, var antallet af objekter. Selvom studiet var både veludført og klart, skabte det imidlertid en del debat, da andre forskere ikke kunne replicere hovedresultaterne fra deres studie (Wheeler & Treisman, 2000). Ligeledes kunne man også kritisere Luck og Vogel for at bruge meget basalt stimuli, som ikke reelt set adskilte sig meget fra hinanden, så Alvarez og Cavanagh (2004) undersøgte forskellige typer af kompleksitet, og hvordan det fx påvirker hukommelses kapaciteten mellem farver (som Luck og Vogel benyttede), bogstaver (som Sperling brugte), og en række andre kategorier, som kinesiske tegn, simple stregtegninger, osv. Her fandt man, at i takt med, at en stimulus øger kompleksiteten, så mindskes kapaciteten i korttidshukommelsen også. Med andre ord, så tager det mere plads at repræsentere information fra et komplekst objekt, sammenlignet med et simpelt objekt. Dette virker som et meget naturligt og intuitivt resultat, men ser man nærmere på studiet, så er det desværre også mindre klart om denne konklusion reelt set kan drages ud fra deres undersøgelse. Først og fremmest er de forskellige typer af stimuli, som testes, ikke entydigt sammenlignelige. De "mest komplekse" figurer var nogle tredimensionelle terninger med forskellige kontrast på de tre overflader forsøgspersonerne kunne se, men samlet set, så er det meget nemt at forveksle de forskellige terninger med hinanden. Ligeledes, så har vi ikke nogen tillært kategori for disse terninger, hvilket vi har for en del af de andre typer stimuli (fx farver, bogstaver, og tegninger), som typisk også var nemmere at huske i forsøget. Endeligt, så var der også en forskel imellem de forskellige grupper, hvor nogle grupper i højere grad lignede hinanden i deres globale konstruktion (fx terningerne, eller de aflange objekter i stregtegningerne), medens andre (fx kinesiske tegn) havde en mindre global lighed mellem de forskellige stimuli.

Hovedparten af de studier, der undersøgte kapacitetsbegrænsningerne i korttidshukommelsen, benytter sig af et såkaldt change detection paradigme. Her viser man forsøgsdeltagere en række stimuli, herefter de fjernes igen, og efter en periode (ofte 900 ms) vises der igen et display med stimuli. Det er nu deltagerens opgave at afgøre om der er sket en ændring i elementerne fra det første til det sidste display, hvilket er tilfældet i halvdelen af delforsøgene. Når vi viser få objekter (fx to bogstaver) så rapporterer folk rigtigt næsten hele tiden, men i takt med, at vi øger antallet af elementer, så klarer folk sig dårligere og dårligere. Her lader det til, at man kan indkode 3-4 af objekterne, og vises flere elementer så misser vi det, hvis ændringen kommer i en af de ikke-indkodede bogstaver/objekter. Denne type antagelse hviler på en tærskel-model, hvor vi enten har indkodet objekter eller ikke har indkodet dem (Suchow, Fougny, Brady, & Alvarez, 2014) – men kunne man ikke forestille sig, at vi havde delvist indkodet information, som nogle gange kunne være tilgængeligt i forskellige grader?

Efter en del år med fokus på at lære mere om, hvorledes korttidshukommelsen var begrænset af et særligt antal objekter, eller magisk antal (Miller, 1956; Cowan, 2001), skiftede fokus sig i retning af, hvor godt information var repræsenteret i hukommelsen. Fremfor at se, hvor mange elementer vi kan vise ad gangen, inden folk begynder ikke længere at kunne rapportere alt, så kunne man jo også spørge ind til, hvor præcist en observatør kan svare på opgaven. Viser vi først tre firkanter med forskellige farver, for herefter at fjerne dem igen således, at man skal fastholde dem i hukommelsen, så kan vi frem for at spørge om, hvorvidt der er en ændring, kunne vi markere én af de tre objekter og her bede folk på et farvehjul, rapportere præcis den farve, som netop denne firkant havde (Wilken & Ma, 2004). Logikken er, at hvis man ikke har indkodet objektet, vil man blot gætte tilfældigt på farvehjulet. Men alt efter hvor "klar" en repræsentation man har, des tættere vil man også kunne være på den oprindelige farve. Denne type undersøgelser peger typisk på, at korttidshukommelsen er langt mere fleksibel end fx Luck og Vogel (1997) argumenterede for – måske i en grad, at hukommelsesressourcer kan tildeles fleksibelt på tværs af objekter (van den Berg, Shin, Chou, George, & Ma, 2012). Dette er imidlertid ikke et spørgsmål, som er endeligt afgjort, og forskere lader stadig til overbevisende, at kunne finde evidens for, at





# 9

hukommelsen repræsenterer information i samlede objekter (Adam, Vogel, & Awh, 2017). Man kunne også spekulere over, hvorvidt de to opgaver besidder nogle grundlæggende forskelle, som påvirker de resultater man finder: I en change detection opgave har vi oftest med diskrete svarkategorier (fx farver, bogstaver, eller billeder), hvor et resolution design benytter sig af kontinuere svarkategorier (fx den specifikke nuance af en farve, eller en bestemt orientering af et objekt).

Om ressourcerne er fleksible eller bundet i objekter, så ændrer det imidlertid ikke ved den overraskende ensartethed i kapaciteten – husk på det heltal der forfulgte George Miller. Det virker lidt underligt, når vi fra litteraturen kender en række eksempler på, at graden af træning kan påvirke vores kognitive evner, fx har i en række studier vist, at det er muligt at træne talspændvidden (altså antallet af tilfældige tal man kan fastholde i korttidshukommelsen) til over det dobbelte af normalen på 7-9, og der findes endda eksempler SF med en spændvidde på 82 og DD som kunne huske over 100 tilfældige tal (Ericsson & Lehmann, 1996). Denne type træning begrænser sig dog typisk til det specifikke træningsmateriale (fx tal), er afhængigt af specifikke hukommelsesstrategier (fx sportstider), og lader ikke til at påvirke hukommelsen bredt. Ligeledes ser det ud til at være specifikt for auditiv hukommelse og ikke visuel hukommelse. Her har en række tidligere studier bl.a. undersøgt hukommelseskapaciteten, og om det er muligt at øge den gennem træning, dog uden positivt resultat (fx Olson & Jiang, 2004). Sidstnævnte lader til at underbygge tesen om, at kapacitetsbegrænsningen antager en nærmest magisk kvalitet på tværs af forskellige modaliteter. Men måske er det et spørgsmål om mængden af træning? Populært siges ofte, at det kræver 10000 timer for at opnå ekspertise inden for et område (se fx Ericsson & Lehmann, 1996), derfor er der måske en begrænsning i, at disse tidligere studier ikke har trænet nok til at forskere har kunne se en forskel. Faktisk, har vi siden hen demonstreret, at træning påvirker visuel korttidshukommelsen således, at antallet af elementer man kan fastholde i hukommelsen, er betinget af den erfaring vi har med den bestemte kategori (Sørensen & Kyllingsbæk, 2012; Dall, Watanabe, & Sørensen, 2016). Sørensen og Kyllingsbæk (2012) viste, at hukommelseskapaciteten for bogstaver øges systematisk fra børnehaveklasse og til voksenalderen, medens kapaciteten for simple stregtegninger, som ikke yderligt trænes, forbliver stabil over tid. Effekten kunne måske

også være et udslag for almindelig udvikling, men da vi ikke så en forskel for stregtegninger, så reflekterede ændringerne med høj sandsynlighed den træning i at læse, der er mellem de forskellige grupper. Senere lavede Dall og kollegaer (2016) en replikation i grupper af voksne med forskellige grader af ekspertise for japanske skrifttegn, som derfor klart demonstrerer, at den mængde af information, vi kan repræsentere, afhænger af den viden eller ekspertise man besidder.

Hvilke praktiske konsekvenser har det, at korttidshukommelsen nok ikke helt kan beskrives som et magisk tal, hverken 7 (Miller, 1956) eller 4 (Cowan, 2001)? Måske kan det lære os noget nærmere om, hvad det vil sige at være indkodet – eller repræsenteret i korttidshukommelsen. Vi mener, at det indikerer en højere grad af samarbejde mellem forskellige hukommelsessystemer, som vi måske typisk behandler isoleret fra hinanden. Ofte ligger der en idé om, at information processeres igennem en række stadier eller forskellige hukommelseslagre, fx kunne information gå gennem sanserne, til korttidshukommelsen, og herefter til langtidshukommelsen (Atkinson & Shiffrin, 1968), men selvom dette forløb virker intuitivt, kan man også argumentere for, at forholdet er anderledes; at information først processeres i forhold til langtidshukommelsen og kun herefter repræsenteres i korttidshukommelsen (se artiklen Hukommelse I tidligere i bladet). Såfremt information fra omgivelserne sammenlignes med repræsentationer i vores langtidshukommelse, og det mest relevante af disse er de, der vinder et kapløb for at blive indkodet og repræsenteret i korttidshukommelsen (Bundesen, 1990), så må styrken af repræsentationerne i langtidshukommelsen også spille en rolle for indkodningen i korttidshukommelsen. Med andre ord, jo stærkere eller bedre en repræsentation er i langtidshukommelsen, des færre ressourcer må der bruges på at indkode og fastholde denne i korttidshukommelsen.

Vi har i et helt nyt studie (Sørensen, Wang, Cai, Chan, & Dall, 2017) undersøgt indkodningen i korttidshukommelsen ved at undersøge processeringen af kinesiske tegn. Her har vi en mulighed for at manipulere to aspekter af informationsindhold i objekterne (de kinesiske tegn), dels kan vi variere antallet af strøg der skal bruges for at tegne tegnet, og dels kan vi se på hvor almindeligt tegnet er. Vi kan antage, at tegn, der er meget almindelige, også har en bedre mental repræsentation i vores langtidshukommelse end tegn, vi sjældent bruger. Ligeledes kan vi også se på om tegn med få strøg huskes bedre end tegn med mange strøg. Overraskende, så lader det til, at det udelukkende betyder noget, hvor godt vi kender objekterne, uanfægtet af om der er få eller mange streger i dette. Disse data bakker op om ideen om, at information først sammenlignes med langtidshukommelsen, og først herefter indkodes i korttidshukommelsen.



馬  
龍





#### Kilder

- Adam, K. C., Vogel, E. K., & Awh, E. (2017). Clear evidence for item limits in visual working memory. *Cognitive Psychology*, 97, 79-97.
- Alvarez, G. A., & Cavanagh, P. (2004). The capacity of visual short-term memory is set both by visual information load and by number of objects. *Psychological Science*, 15(2), 106-111.
- Atkinson, R. C., & Shiffrin, R. M. (1968). Human memory: A proposed system and its control processes. *Psychology of Learning and Motivation*, 2, 89-195.
- Bundesen, C. (1990). A theory of visual attention. *Psychological Review*, 97(4), 523-547.
- Cowan, N. (2001). The magical number 4 in short-term memory: A reconsideration of mental storage capacity. *Behavioural and Brain Sciences*, 24(1), 87-114.
- Cowan, N. (2015). George Miller's magical number of immediate memory in retrospect: Observations on the faltering progression of science. *Psychological Review*, 122(3), 536-541.
- Dall, J. O., Watanabe, K., & Sørensen, T. A. (2016). Category Specific Knowledge Modulate Capacity Limitations of Visual Short-Term Memory. In International Conference on Knowledge and Smart Technology (pp. 275-280). IEEE.
- Ericsson, K. A., & Lehmann, A. C. (1996). Expert and exceptional performance: Evidence of maximal adaptation to task constraints. *Annual Review of Psychology*, 47(1), 273-305.
- Luck, S. J., & Vogel, E. K. (1997). The capacity of visual working memory for features and conjunctions. *Nature*, 390(6657), 279-281.
- Miller, G. A. (1956). The magical number seven, plus or minus two: Some limits on our capacity for processing information. *The Psychological Review*, 63, 81-97.
- Olson, I. R., & Jiang, Y. (2004). Visual short-term memory is not improved by training. *Memory & Cognition*, 32, 1326-1332.
- Suchow, J. W., Fournie, D., Brady, T. F., & Alvarez, G. A. (2014). Terms of the debate on the format and structure of visual memory. *Attention, Perception, & Psychophysics*, 76(7), 2071-2079.
- Sperling, G. (1960). The information available in brief visual presentations. *Psychological Monographs: General and Applied*, 74(11), 1-29.
- Sørensen, T. A., & Kyllingsbæk, S. (2012). Short-term storage capacity for visual objects depends on expertise. *Acta Psychologica*, 140(2), 158-163.
- Sørensen, T. A., Wang, Y., Cai, X., Chan, R. C., & Dall, J. O. (2017). What modulate attentional parameters, familiarity or features? *Journal of Vision*.
- van den Berg, R., Shin, H., Chou, W. C., George, R., & Ma, W. J. (2012). Variability in encoding precision accounts for visual short-term memory limitations. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 109(22), 8780-8785.
- Wheeler, M. E., & Treisman, A. M. (2002). Binding in short-term visual memory. *Journal of Experimental Psychology: General*, 131(1), 48-64. <http://dx.doi.org/10.1037/0096-3445.131.1.48>
- Wilken, P., & Ma, W. J. (2004). A detection theory account of change detection. *Journal of Vision*, 4(12), 1120-1135.