

BØRNS LÆSEFORSTÅELSE FORBEDRES IKKE VED ARBEJDHUKOMMELSESTRÆNING: EN SYSTEMATISK FORSKNINGSOVERSIGT

Hanne B. Søndergaard Knudsen¹ & Kristine Jensen de López²

At kunne læse og forstå det, man læser, er en kompleks proces, som tager børn mange år at mestre. For de fleste børn er det let at forstå, hvad de læser, mens andre børn har svært ved det. Til denne artikel blev det undersøgt, hvorvidt arbejdshukommelsestræning kan styrke børns læseforståelse. Der præsenteres resultater fra en systematisk søgning af publiceret forskningslitteratur om arbejdshukommelsestræning med computerbaserede og ikke-computerbaserede træningsprogrammer, der har til hensigt at styrke læseforståelsen. Der blev identificeret i alt ni studier. Der sås forskellige metodiske problemer i de identificerede studier, og det konkluderes, at der ikke findes overbevisende evidens for, at typisk udviklede børn eller kliniske børnegrupper forbedrer deres læseforståelse efter at have deltaget i arbejdshukommelsestræning. Resultaterne diskuteres i relation til teorier om læseforståelse.

Introduktion

I de forløbne år har forskning i sammenhængen mellem arbejdshukommelse og en række skolerelaterede færdigheder været i kraftig vækst (se fx Gathercole & Pickering, 2000). Når det drejer sig om læsning, ses der endvidere sammenhæng mellem kognitive færdigheder som for eksempel kognitiv fleksibilitet og læseforståelse (Engel de Abreu et al, 2014; Colé, Duncan, & Blaye, 2014; Cartwright, Marshall, Dandy, & Isaac, 2010; Knudsen, Jensen de López, & Archibald, 2018; Nouwens, Groen, & Verhoeven, 2016).

Studier, der har undersøgt, hvorvidt børns læseforståelse kan forbedres ved hjælp af en specifik type træningsindsats, har vist en effekt af træning indenfor områder, der indgår i læseforståelse som fx afkodning (McArthur et al., 2012), men også sprogbrug og sprogforståelse (Clarke, Snowling,

1 Lærer, cand.psych.aut., ph.d. Hun er ansat som adjunkt på Institut for Kommunikation og Psykologi, CeDAPS, og er supervisor på Børnesprogklinikken, Aalborg Universitet. Email: hannebsk@hum.aau.dk

2 Cand.psych., ph.d. Hun er professor i udviklingspsykologi ved Institut for Kommunikation og Psykologi, Aalborg Universitet samt leder af CeDAPS og Børnesprogklinikken. Email: kristine@hum.aau.dk

Truelove, & Hulme, 2010). Indenfor den senere tid har der fra forskere såvel som fra praktiserende været en forøget interesse for, om arbejdshukommelsestræning kan støtte børns læseudvikling. Interessen ses fx i tilgængeligheden af kommercielle computertræningsprogrammer, der blandt andet skal facilitere, at man, ved at træne sine kognitive færdigheder, bliver bedre til bl.a. at lære (Cogmed, 2018), eller at opmærksomhedsforstyrrelser reduceres ved at træne med programmerne (Klingberg et al., 2005).

Resultater fra studier, der har undersøgt effekten af arbejdshukommelsestræning for forskellige vanskeligheder, er i de senere år blevet analyseret og samlet i to større metaanalyser. I 2013 publicerede Melby-Lervåg og Hulme den første metaanalyse baseret på 23 træningsstudier med kontrolgrupper, og hvor træningen blev afprøvet på kliniske grupper, typiske børn og voksne. Forfatterne konkluderede, at der bl.a. på deltagernes ordafkodning ikke var nogen effekt af arbejdshukommelsestræningen.

Tre år senere afdækkede Melby-Lervåg, Redick og Hulme (2016) forskningsfeltet i den anden og mere omfattende metaanalyse, der nu omfattede 87 arbejdshukommelsestræningsstudier med børn og voksne, for effekten af computertræningsprogrammer på læseforståelse, ordafkodning, matematik, samt verbal og visuo-spatial arbejdshukommelse. Her fandt Melby-Lervåg et al., (2016) en lille signifikant gennemsnitlig effektstørrelse for læseforståelse på $g = 0.15 [0.03, 0.27]^*$ for 19 studier med børn og voksne med aktive kontrolgrupper. Forfatterne konkluderede atter en gang, at arbejdshukommelsesprogrammer ganske vist giver korttidsforbedringer men at effekten delvis forsvinder efter få måneder. Der sås ikke evidens for en overbevisende effekt, der kunne generaliseres til verbale eller non-verbale færdigheder, ordafkodning, læseforståelse eller matematik.

Selv om resultaterne fra disse to metaanalyser virker overbevisende, er der blevet rejst kritik af studierne i forhold til metodiske og teoretiske aspekter, som forfatterne ikke tager højde for i deres analyser og fortolkninger. Nutley og Söderqvist (2017) peger på, at spørgsmålet om, hvorvidt arbejdshukommelsestræning har en effekt på læsning, bør belyses i forhold til, at læsning er en kompleks og kumulativ proces, som barnet tilegner sig over flere år. Det er derfor vigtigt at have in mente, når man undersøger effekten af læsestræning, hvornår det præcis er i barnets læseudvikling man undersøger effekten, og at der tages højde for dette i valg og operationalisering af de aspekter af læsning, som er udvalgt til undersøgelse. Er det for eksempel barnets tidlige afkodning af ord, læsehastighed, læseforståelse eller måske et helt andet aspekt, som man ønsker at indfange? Ift. tolkningen af resultater peger forfatterne på, at det vigtigt at være opmærksom på, hvorvidt der ved baseline og i analyserne er kontrolleret for evt. udviklingspsykologiske udfordringer indenfor områder relateret til læsning, fx generel opmærksomhed. Endelig foreslår Nutley og Söderqvist, at en eventuel effekt af arbejdshukommelsestræningen, ud over en direkte effekt på læsning, også kunne ses

som en effekt af barnets læringskapacitet (dvs. mere generelt, indirekte og over tid).

Kritik af de to metanalyser er ligeledes rejst af Shinaver, Entwistle og Søderqvist (2014), der giver en neuroplastisk forklaring på, at træning med arbejdshukommelsestræningsprogrammet Cogmed kunne tænkes at have en effekt på skolerelaterede færdigheder generelt. Forfatterne anfægter endvidere konklusionerne fra metaanalyserne for at bygge på selektiv rapportering af resultaterne fra de forskellige studier, hvor signifikante resultater af træningseffekter, fx visuo-spatiale færdigheder, opmærksomhed men også læseforståelse, er overset.

I nærværende artikel bidrager vi med en systematisk forskningsoversigt af arbejdshukommelsestræningsstudier, der til forskel fra eksisterende systematiske reviews afgrænses til udelukkende at omfatte effekten af arbejdshukommelsestræning på *børns læseforståelse*. I modsætning til de to allerede omtalte metaanalyser inddrager vi i vores søgning også de ikke-computerbaserede træningsprogrammer – det vil sige programmer, der involverer arbejdshukommelsestræning, som leveres direkte af en person i samarbejde med barnet. Afslutningsvis diskuteres træningsstudiernes fund i lyset af teorier om læseforståelse.

Rationale for arbejdshukommelsestræning

Arbejdshukommelse indebærer at kunne holde information i tankerne, mens man arbejder mentalt med det. Man kan også sige, at der er tale om, at man arbejder med information, som ikke længere er perceptuelt tilstede (Diamond, 2013). Én af de mest berømte teorier om arbejdshukommelse blev fremsat af Baddeley og Hitch tilbage i 1974. I deres model forstås arbejdshukommelse som et begrænset domænegenerelt system, med en central styringsenhed, der støttes af to domænespecifikke slavesystemer: den fonologiske sløjfe og den visuo-spatiale skitseblok (Baddeley, 2000). Arbejdshukommelse har vist sig som en prædiktor for læsning, selv når der er kontrolleret for individuelle forskelle i intelligens (Gathercole, Alloway, Wills, & Adams, 2006), og den forudsiger i nogle tilfælde læring bedre end intelligens gør (Alloway & Alloway, 2010). Endvidere relateres arbejdshukommelse ikke til faktorer, som ofte influerer intelligenstests, såsom socio-økonomisk status (Alloway, Alloway, & Wootan, 2013).

En række studier viser en sammenhæng mellem arbejdshukommelse og kognitive færdigheder såsom læsning (Christopher et al., 2012), og især læseforståelse (Cain, Oakhill & Bryant, 2004; Carretti, Borella, Cornoldi, & De Beni, 2009; Chrysochoou, Bablekou & Tsigilis, 2011; Gathercole & Pickering, 2000; Leong, Tse, Loh, & Hau, 2008). Når det kommer til at kunne forklare disse sammenhænge, har forskere foreslået, at arbejdshukommelsens rolle i læseforståelsen grundlæggende er domænegenerel, idet den er stærkt influeret af opmærksomhedskontrol delen i arbejdshukommelsesopgaver (Engle, Tuholski, Laughlin, & Conway, 1999; Kane et al., 2004).

Andre forskere foreslår, at forholdet mellem arbejdshukommelse og læseforståelse hænger sammen med domænespecifikke faktorer (Carretti et al., 2009). Eksempelvis ses der sammenhæng mellem verbale arbejdshukommelsesbårde tests som *Reading Span Test* (Daneman & Carpenter, 1980) og læseforståelse, mens der ikke er sammenhæng mellem visuo-spatiale tests og læseforståelse (Daneman & Tardif, 1987). I en metaanalyse påpeges det, at opgaver, som er krævende mht. opmærksomhedskontrol, og som kræver verbal processering, er bedre til at skelne mellem børn, der har problemer med læseforståelse, og børn, der ikke har problemer (Carretti et al., 2009). Dette kunne indikere, at der både er domæne-specifikke og generelle faktorer involveret i arbejdshukommelse, at begge bidrager til færdigheder indenfor læseforståelse, samt at læseforståelse afhænger af sproglige færdigheder.

To nyere metaanalyser peger imidlertid på, at det er tvivlsomt, hvorvidt sammenhængen mellem arbejdshukommelse og læseforståelse kan forstås som kausal. Quinn og Wagner (2018) konkluderer, at kognitive komponenter, såsom arbejdshukommelse, ikke kan forklare signifikant varians i læseforståelse, når der er kontrolleret for afkodning og sproglig forståelse; mens Peng et al. (2018, s. 60) finder en moderat sammenhæng mellem læsning og arbejdshukommelse, som er relateret til børnenes klassetrin. Før 4. klasse er *forskellige* domæner indenfor arbejdshukommelse relateret til læsning mens der efter 4. klasse er en stærkere relation mellem verbal arbejdshukommelse og læsning, end der er mellem visuo-spatial arbejdshukommelse og læsning. Hvis man antager et domænegenerelt synspunkt på arbejdshukommelse, så bør forholdet mellem læsning og arbejdshukommelse imidlertid ikke være betinget af, hvilket domæne af arbejdshukommelsen, der måles (Peng et al., 2018) og evt. trænes. Dette understreger ligeledes vigtigheden af at have udgangspunkt i en forståelse af læseudvikling som en proces, der finder sted over en lang række år og i samspil med barnets øvrige udvikling, særligt den sproglige udvikling. Et domænegenerelt synspunkt implicerer, at træning og øgning af arbejdshukommelsen bør kunne vise en transfereffekt til utrænede opgaver, fordi den *domænegenerelle* opmærksomhedskapacitet er nødvendig for udførelsen af forskellige opgaver (Melby-Lervåg & Hulme, 2013).

Man taler i denne forbindelse om nær- og fjernttransfer. Nærtransfer refererer til forbedringer på opgaver, der i høj grad ligner de opgaver, hvormed træningen fandt sted, fx hvis træning af verbal arbejdshukommelse giver forbedringer på andre områder af arbejdshukommelse (fx visuo-spatial arbejdshukommelse). Ved fjernttransfer menes forbedring på områder, der ikke er af samme slags, som deltagerne har trænet, og som eksempelvis kan fremkomme efter at træningen er afsluttet, fx IQ, læsning, matematik eller kontrol af adfærd (Melby-Lervåg & Hulme, 2013). Det, der er vigtigt i forbindelse med forståelsen af fjernttransfer, er antagelsen om, at forskellige opgaver deler og trækker på en fælles *underliggende* processeringskomponent (fx hukommelsesopdatering eller opmærksomhedskontrol) (Shipstead, Redick,

& Engle, 2012), der kan trænes og forbedres og som har en slags *afsmittende* effekt.

Læseforståelse

Centralt for læseudviklingen er forståelsen af sammenhængen mellem tale- og skriftsprog samt evnen til at koble det læste ord med tilhørende lyde – det vil sige den fonologiske opmærksomhed, der kræves for at kunne afkode. En bredt accepteret og anvendt teori om læsning er Goughs og Tunmers teori fra 1986 (Gough & Tunmer, 1986), der på engelsk kendes som “The Simple View of Reading” (SVR) (Den enkle model om læsning). Ifølge SVR-modellen antages det, at læsning er produktet af et samspil mellem afkodning og sproglig forståelse. Relationen mellem afkodning og sprogforståelse hos typisk udviklede børn ændres gennem læseudviklingen, og i begyndelsen af læseudviklingen er afkodning og sproglig forståelse ikke relateret. I denne tidlige fase korrelerer begge områder med læsning, men stærkest for afkodning. I takt med at barnets læsefærdigheder forbedres, vil forholdet mellem sproglig forståelse og læsning blive vigtigere, hvilket også hænger sammen med, at de tekster, der læses, bliver sværere (Hoover & Gough, 1990, Velutino, Tunmer, Jaccard, & Chen, 2007). Adskillige empiriske studier understøtter SVR-modellen for læsning for engelsktalende/-læsende børn (Kendeou, Broek, Helder, & Karlsson 2009; Catts, Adlof, & Weismer 2006; Harlaar et al., 2010), for minoritetsbørn (Mancilla-Martinez, Kieffer, Biancarosa, Christodoulou, & Snow, 2011), for norske børn (Høien-Tengesdal, 2010) og for svenske børn (Gustafson, Samuelsson, Johansson, & Wallmann, 2013). SVR-modellen kan blandt andet forklare, hvorfor en person, der sagtens kan afkode ordene i en tekst, men er udfordret i forhold til elementer i den sproglige forståelse, har problemer med at læse, som det for eksempel nogle gange ses indenfor gruppen af børn med sproglige vanskeligheder (Snowling & Hulme, 2012).

Nogle forskere har imidlertid sat spørgsmålstegn ved, om SVR er *for* simpel, og eftersom modellen kan forklare 45-80 % af variansen i læsning, er der stadig 20-55 %, der bør kunne forklares af andre variable (Høien-Tengesdal, 2010). Joshi og Aaron (2000) fandt eksempelvis i et studie med amerikanske børn, at SVR-modellen kunne forklare 48 % af variansen i læseforståelse, og at yderligere 10 % kunne forklares af processeringshastighed som en tredje faktor.

Foorman, Koon, Petscher, Mitchell og Truckenmiller (2015) undersøgte for nylig i en faktoranalyse hvilke elementer af sprog og læsning, der forudsiger læseforståelse blandt børn og unge fra 4.-10. klasse. Deres analyser viser, at sproglige færdigheder kunne forudsige 72-99 % af variansen af læseforståelse, hvilket naturligvis ikke levner meget plads til elementer som eksempelvis arbejdshukommelse. Imidlertid må resultaterne fra denne undersøgelse tolkes med forsigtighed, idet forskerne bl.a. anvendte delopgaven “Sætnings-gentagelse” fra Clinical Evaluation of Language Fundamentals-4

(Semel, Wiig, & Secord, 2003) til at teste sproglige færdigheder, der bl.a. kræver, at deltageren gør brug af arbejdshukommelsen.

Andre læseforskere indenfor en mere kognitiv og socialkognitiv tilgang til læseforståelse har peget på, at elementer som fx fleksibilitet (Cartwright et al., 2010; Knudsen, Jensen de López & Archibald, 2018) samt baggrundsviden og viden om verden (Perfetti & Stafura, 2014; Snow, 2002) også er vigtige for den samlede læseforståelse. I det følgende ses nærmere på, hvad der findes af empirisk evidens ift. arbejdshukommelsestræningens indflydelse på børns læseforståelse.

Metode

Inklusionskriterier for forskningsoversigten

Som omtalt i introduktionen har forskere i en årrække haft en antagelse om, at arbejdshukommelsen er betydningsfuld for læseforståelsen, og at denne kan trænes og effekten undersøges eksperimentelt. I relation til dette følger imidlertid overvejelser over hvilke design- og metodemæssige krav, der bør stilles til studier, som søger at be- eller afkræfte, hvorvidt en bestemt træning har effekt. Indenfor evidensforskning er der en række metodiske og designmæssige kriterier, der skal være opfyldt for at træningsstudier kan anses som valide og generaliserbare. Studiet bør for det første indeholde et prætest-posttest-kontrolgruppe-design med tilfældig fordeling af deltagerne i henholdsvis kontrol- og træningsgruppe. Det er dog ikke tilstrækkeligt blot at inkludere en kontrolgruppe, som er passiv – kontrolgruppen skal behandles så ens med træningsgruppen som muligt for at undgå en Hawthorne-effekt (Melby-Lervåg & Hulme, 2013).

I nærværende studie blev der udført en systematisk søgning af publiceret forskningslitteratur om arbejdshukommelsestræning for børn i forhold til læsefærdigheder. Inklusion af studier var baseret på følgende kriterier: designet skulle indeholde en kontrolgruppe, som enten kunne være aktiv eller passiv, deltagerne skulle være børn eller unge under 18 år, træningen kunne foregå som enkeltmandstræning eller i gruppe, og den kunne være computerbaseret eller ansigt-til-ansigt. Først blev der søgt i databaserne PsychInfo (51 studier) og PubMed (85 studier) med følgende søgeord “working memory training”, “reading comprehension”, “children”. Søgningen omfattede studier, publiceret frem til og med den 16. august 2018. Der undersøgte yderligere fire titler fra referencelister så i alt gav søgningen 140 resultater³. Heraf ekskluderedes 131 studier af forskellige årsager: var ikke peer-reviewed (dvs. at ph.d.-afhandlinger blev udtaget) omfattede ikke resultater for arbejdshukommelsestræning eller læseforståelse, manglede kontrolgruppe, omfattede

3 inklusiv dubletter

en sammenblanding af to træningsformer, hvor resultaterne af arbejdshukommelse ikke kunne identificeres, eller omfattede børn og unge med traumatisk hjerneskade. Tilbage var der ni studier, som måler effekten af arbejdshukommelsestræning på læseforståelse.

Resultater

Tabel 1 følger PICO-modellen, der anvendes i systematiske litteratur-reviews (Moher, Liberati, Tetzlaff, Altman, & The PRISMA Group, 2009). Denne indeholder information om deltagerne i studiet, træningen, designet, og om hvilken gruppe, træningsgruppen blev sammenlignet med (hvilken type kontrolgruppe og evt. aktivitet) samt resultat af studiet. Otte af de ni studier var randomiserede, og syv studier havde aktive kontrolgrupper. De inkluderede studier blev udført i Sverige, Spanien, England, USA, Canada samt Australien og omfattede både børn i almindelige klasser (García-Madruga et al., 2013; Henry, Messer, & Nash, 2014; Hitchcock & Westwell, 2017; Rode, Robson, Purviance, Geary, & Mayr, 2014), samt børn med ADHD og børn med lav arbejdshukommelse (Bigorra, Garolera, Guijarro, & Hervás, 2016; Chacko et al., 2014; Dahlin, 2011; Dunning, Holmes, & Gathercole, 2013; Gray et al., 2012). Børnenes alder var mellem 5 og 17 år og seks af studierne var baseret på Cogmed-træning. Alt i alt viste resultaterne fra tre af studierne en statistisk signifikant fremgang på læseforståelse for den gruppe, der havde modtaget arbejdshukommelsestræning (se Tabel 1).

Blot to studier omfattede ansigt-til-ansigt-træning, og begge disse studier viste statistisk signifikant fremgang for læseforståelse (Garcia-Madruga et al., 2013; Henry et al., 2014). Det ene studie, af Garcia-Madruga et al. (2013), integrerede arbejdshukommelsestræning i læseforståelsesopgaver, men her var der ingen senere opfølgning på resultaterne, så det er ikke muligt at afgøre, om effekten for den trænede gruppe var af vedvarende karakter. Det andet studie (Henry et al., 2014) målte kun læseforståelse ved opfølgning og således ikke i udgangspunktet, så her er det ikke muligt at vide, om træningsgruppen var bedre end kontrolgruppen før start.

Kun tre af de ni studier havde opfølgning på læseforståelse, nemlig computer-trænings studierne af Dahlin (2011), Bigorra et al. (2016), samt Dunning et al. (2013), der havde opfølgning efter 6-7 og 12 mdr., og her viste kun resultaterne fra Dahlin (2011) en signifikant og stor effektstørrelse. Studiet havde dog metodiske udfordringer, da der blev anvendt forskellige kontrolgrupper til de psykologiske mål i udgangspunktet (arbejdshukommelse og nonverbal IQ) og ved mål af læsning og arbejdshukommelse i tilknytning til træningen og senere. Alt i alt sås således metodiske udfordringer ved at konkludere på robustheden i resultaterne på tværs af de inkluderede studier.

Ud over de studier, som er fremkommet gennem søgningen, er der for nyligt udført et dansk træningsstudie, som del af en ph.d.-afhandling i psy-

kologi (Knudsen, 2015), som er under fagfælle vurdering (Knudsen & Jensen de López, [under review] 2018). Studiet blev udført med børn i tredje og fjerde klasse og omfattede ansigt-til-ansigt træning. Resultaterne viste ingen signifikant stigning på arbejdshukommelse for træningsgruppen sammenlignet med kontrolgruppen ved opfølgning 17 måneder senere og ingen effekt på børnenes læseforståelse.

Tabel 1. Arbejdshukommelsestræningsstudier og resultater for læseforståelse.

Studie	Deltagere, alder, gruppe	Intervention, varighed	Design, kontrolgruppe	Effekt ^a på læseforståelse
1) Bigorra et al., (2016), Spanien	N = 64, 7-12 år med ADHD	Cogmed i hjemmet N = 34 opfølgning efter 6 mdr.: N = 28	Randomiseret Aktiv kontrolgruppe, N = 30, opfølgning efter 6 mdr.: N = 27	NS, <i>d</i> = - 0.13 (lille). Ved opfølg.: NS, <i>d</i> = - 0.10 (lille)
2) Chacko et al., (2014), USA	N = 85, 7-11 år ADHD	Cogmed i hjemmet 30-45 min. i 5 uger (25 dage) N = 44	Randomiseret Aktiv kontrolgruppe, N = 41	NS, <i>d</i> = .31 (lille)
3) Dahlin (2011), Sverige	N = 57, 9-12 år spec. uv. behov, ADHD opmærksomhedsvansk.	Cogmed i skolen 30-40 min. i 5 uger (20-25 dage), N = 41, opfølgning efter 6-7 mdr.	Ikke randomiseret Passiv kontrolgruppe, N = 15	Sign. <i>p</i> = .01, <i>d</i> = 0.88 (stor). Ved opflg. Sign. <i>p</i> = .05, <i>d</i> = 0.91 (stor)
4) Dunning et al. (2013), England	N = 7-9 år, 94 børn med lav arbejdshukommelse	Cogmed i skolen, 30-45 min, 20-25 dage. N = 34, opfølgning 12 mdr. senere: N = 14	Randomiseret, Aktiv kontrolgruppe: N = 30, opfølg. 12 mdr. senere: N = 14. Passiv kontrolgruppe N = 30 (ikke med i opfølg. efter 12 mdr.)	NS, <i>d</i> = .45, passiv kontrol (medium). NS, <i>d</i> = .40, aktiv kontrol (medium). Ved 12 mdr. opfølg., NS, <i>d</i> = .00
5) García-Madruga et al., (2013), Spanien	N = 31, 8-9 år Uspecificerede	Arbejds.huk. træning integreret i læseforståelsesopg. i skolen 50 min. i 4 uger (12 lek.), N = 15	Randomiseret Aktiv kontrolgruppe, N = 16	Sign. <i>p</i> = .032, <i>d</i> = .72 (medium/stor)
6) Gray et al. (2012), Canada	N = 60, 12-17 år Indlæringsvanskeligheder og ADHD	Cogmed 45 min, 4-5 dage om ugen i 5 uger i skolen, N = 36	Randomiseret N = 24, Aktiv: matematik træning	NS, $\eta^2 = .00$
7) Henry et al., (2014), England	N = 36, 5-8 år typisk udviklede	Ansigt-til-ansigt træning i skolen, 10 min., i 6 uger (18 dage), N = 18	Randomiseret Aktiv kontrolgruppe, N = 18 Opflg. efter 12 mdr. (læseforståelse kun testet ved 12 mdr. opflg.)	Sign. <i>p</i> = .01, <i>d</i> = 0.98 (stor)
8) Hitchcock & Westwell (2017), Australien	N = 148, 12 år Ingen eksklusionskriterier	Cogmed i skolen 45 min. i 5 uger (25 dage), N = 54	Randomiseret Aktiv kontrolgruppe, N = 45 Passiv kontrolgruppe, N = 49	NS (ingen effektstørrelse, LME analyse)
9) Rode et al. (2014), USA	N = 282, 3. kl. Uspecificerede	Adaptiv computer træning i skolen, 20-30 min. 5 dage om ugen i 4 uger. N = 156	Randomiseret. Passiv kontrol. N = 126	NS, <i>d</i> = .17

^aSign. = Statistisk signifikant, positive effektstørrelser er til fordel for træningsgruppen
NS = Ikke statistisk signifikant

Diskussion

Ved en systematisk gennemgang af studier om arbejdshukommelsestræning og læsning hos børn blev der identificeret ni studier, der omhandlede læseforståelse. Studierne blev vurderet i forhold til, om de havde et prætest-posttest kontrolgruppe-design, var randomiserede, og – for at undgå en mulig Hawthorne-effekt – om kontrolgruppen var aktiv (Melby-Lervåg & Hulme, 2013). I lighed med resultaterne fra de tidligere systematiske litteraturgennemgange og metaanalyser (Melby-Lervåg & Hulme, 2013; Melby-Lervåg et al., 2016) viser vores systematiske søgning for både computerbaserede og ikke-computerbaserede træningsprogrammer anvendt med typisk udviklede børn og med kliniske børnegrupper, at arbejdshukommelsestræning ikke ser ud til at bedre børns læseforståelse på tværs af de

inkluderede studier. Det skal dog her anføres, at der er metodiske forbehold forbundet med at konkludere på ni studier. Ud over det lave antal studier er en anden begrænsning, at studierne indeholder forskellige typer børnegrupper så som børn med ADHD, typiske børn, og børn med specialpædagogiske behov.

De fleste af studierne er udført med et computertræningsprogram, der i sagens natur vil være baseret på visuo-spatiale færdigheder, og som tidligere anført i introduktionen, så ses der sammenhæng mellem verbal arbejdshukommelse (Daneman & Carpenter, 1980) og læseforståelse, mens der ikke er sammenhæng mellem visuo-spatiale tests og læseforståelse (Daneman & Tardif, 1987), hvorfor man formodentlig ikke kan forvente en træningseffekt på læseforståelse ved at træne visuo-spatiale opgaver. Ifølge Peng et al., (2018) vil man, hvis man antager et domænegenerelt synspunkt på arbejdshukommelse, forvente, at forholdet mellem læsning og arbejdshukommelse ikke er influeret af, hvilket domæne af arbejdshukommelsen, der måles; og som konsekvens bør også visuo-spatial arbejdshukommelsestræning kunne fremme læseforståelse. Dette ser imidlertid ikke ud til at være tilfældet, idet der ses lave effektstørrelser ved størstedelen af de computerbaserede træningsstudier.

Som tidligere nævnt er læsning en kompleks færdighed, der udvikles gennem flere år, og hvor forskellige kognitive færdigheder spiller centrale roller afhængigt af, hvor man er i sin læseudvikling. Et grundlæggende spørgsmål vedrørende sammenhængen mellem arbejdshukommelsestræning og læseforståelse drejer sig om, hvorvidt det giver mening at antage, at arbejdshukommelsestræning kan føre til signifikante forbedringer i læseforståelse – set i lyset af forskellige læseteorier. Kognitive og neuro-kognitive teorier antyder ganske vist, at en svag læseforståelse kan skyldes svag arbejdshukommelse eller svage dele af de eksekutive funktioner (Cartwright et al., 2010; Perfetti & Stafura, 2014; Carretti et al., 2009).

Som tidligere omtalt er en af de mest anvendte læsemodeller Goughs og Tunmers SVR-teori, der antager, at man for at kunne læse skal være i stand til både at afkode lyde og ord fra skriftsprog og til at forstå sprog. Et træningsstudie af Clarke et al. viser da også, at børns læseforståelse forbedres, når de arbejder systematisk med sprogbrug og sprogforståelse (Clarke et al., 2010). En stor del af forskningsdebatten indenfor læseforståelse synes imidlertid at omhandle, hvordan sprogforståelsesdelen af SVR-modellen skal forklares og operationaliseres. Eksempelvis har sprogforståelsesdelen i Perfettis & Stafuras tilgang udgangspunkt i en neuropsykologisk og formelt semantisk forståelsesramme i forhold til betydningen af det enkelte ord, mens empiriske afprøvninger af SVR-modellen typisk anvender lytteforståelsesopgaver (evnen til at forstå en hel sætning, der læses op) og ordforrådsforståelsesopgaver (se blandt andet Mancilla-Martinez et al., 2011).

Andre forskere har set på de mere pragmatiske områder af sproget, såsom forståelse af en tekst eller en fortælling eller evnen til at danne inferenser,

ligesom personens hverdagsviden også ofte indgår i studier om læseforståelse. Mange af disse færdigheder er tæt korreleret med generelt ordforråd, der igen er tæt korreleret med omfanget og kvaliteten af det ordforråd, som barnet hører i sin nærmeste omverden. Denne tilgang til sprogforståelse er overensstemmende med en interaktionistisk og sociokulturel model for sprogtilegnelse – et udviklingsområde, som læseforskeren Snow understreger, spiller en vigtig rolle for en helhedsorienteret forståelse af den tidlige læseudvikling, herunder læseforståelse (Snow, 2002).

I Snows helheds- og holistiske teori, som er rettet mod anvendelse af læsning til at opbygge viden, beskrives læseforståelse som en aktiv proces, hvor læseren på én og samme tid udleder og konstruerer tekstens mening (Snow, 2002). Læseforståelse består her af tre centrale elementer, nemlig af læseren, der skal forstå teksten, af teksten, som skal forstås, og af selve aktiviteten, som læsningen finder sted indenfor. Det er læserens sociokulturelle kontekst (socioøkonomisk såvel som kulturelt) der medierer læserens erfaring som læser, og disse erfaringer spiller ligeledes en vigtig rolle for, hvor hurtigt et barn lærer at læse samt for, hvor god en læser barnet bliver. Snows (2002) teori er en modpol til læseforståelsesteorier, som hos fx Perfetti og Stafura (2014), der antager, at læseren allerede besidder bestemte afgrænsede repræsentationer for ordenes betydninger indlejret i hovedet inden og under læseprocessen, og en modpol til de teorier der udelukkende ser på sproglig forståelse som ordforråd, sætningsgentagelse (Foreman et al., 2017), eller reducerer læserens rolle som værende lig en “informationsprocesseringsmaskine”.

I lighed med Snow peger Perfetti & Stafura (2014) imidlertid på betydningen af personens viden om verden for læseforståelsen, og til trods for, at læseforståelse afhænger af en effektiv processering, anses den også for at være influeret af viden om eksempelvis konteksten (verden). I forlængelse heraf kan man hævde, at arbejdshukommelsestræning influerer på en meget *begrænset* del af læseforståelsen, nemlig på processeringsdelen, men at dette ikke ser ud til at være tilstrækkeligt til at vise en fremgang for træningsgrupperne. Læseforståelse omfatter mange aspekter, som er afgørende for, om et barn forstår et skrevet budskab eksempelvis barnets erfaringer med at bruge sproget i hverdagssammenhænge og konteksten, som det læste skal forstås inden for (Snow, 2002).

Et generelt spørgsmål i forhold til hvorvidt – og i så fald hvordan – eventuelle forbedringer i børns læseforståelse vil kunne skabes gennem træning af arbejdshukommelse, og som er rejst af Caretti et al. (2009), er, om der mon findes specifikke arbejdshukommelsesstrategier, der kan støtte læseprocessen, og eventuelt mindske den kognitive overload hos børn med en svag læseforståelse. Her er vores bud, at man med fordel kunne anvende dynamisk udredning, som er en dyadisk og Vygotsky-inspireret interventionsform, der anvendes til både at finde personens udviklingspotentiale, udviklingsbegrænsninger og øge personens læring (Jensen de López, 2018).

Den systematiske gennemgang af arbejdshukommelsesstudier her giver ikke overbevisende evidens for, at arbejdshukommelsestræning bedrer børns læseforståelse, og spørgsmålet er imidlertid, om man så bør fortsætte med at udføre studier af lignende karakter. Ud over at der ikke ses overbevisende evidens for, at træningen har en effekt, har de fleste af studierne fundet sted indenfor barnets normale skoletid, således at barnet kan være gået glip af anden vigtig undervisning eller socialt samvær. Som det fremgik af oversigten, var der få studier, der specifikt rettede sig mod børn, der i forvejen havde svag arbejdshukommelse, og man kan derfor stille sig spørgsmålet, om man så kan forvente, at børnene bliver bedre, når de i forvejen ligger indenfor det gennemsnitlige område (se Archibald, 2017 for en diskussion heraf). De fleste positive resultater (på trods af metodeproblemer) ses imidlertid indenfor gruppen med typiske børn.

Opsummerende kan der konkluderes, at i lighed med resultaterne fra de tidligere systematiske litteraturgennemgange og metaanalyser (Melby-Lervåg & Hulme, 2013; Melby-Lervåg et al., 2016) viser det samlede resultat af vores systematiske forskningsoversigt for både computerbaserede og ikke-computerbaserede træningsprogrammer anvendt med typisk udviklede børn og kliniske børnegrupper, at arbejdshukommelsestræning ikke ser ud til at bedre børnenes læseforståelse.

Referencer

- Alloway, T.P., & Alloway, R.G. (2010). Investigating the predictive roles of working memory and IQ in academic attainment. *Journal of Experimental Child Psychology, 106*, 20-29. doi.org/10.1016/j.jecp.2009.11.003
- Alloway, T.P., Alloway, R.G., & Wootan, S. (2013). Home sweet home: Does where you live matter to working memory and other cognitive skills? *Journal of Experimental Child Psychology, 124*, 124-131. doi.org/10.1016/j.jecp.2013.11.012
- Archibald, L., M.D. (2017). Working memory and language: A review. *Child Language Teaching and Therapy, 33*(1), 5-17. DOI: 10.1177/0265659016654206
- Baddeley, A. (2000). The episodic buffer: a new component of working memory? *Trends in Cognitive Sciences, 4*(11), 417-421. doi.org/10.1016/S1364-6613(00)01538-2
- Bigorra, A., Garolera, M., Guijarro, S., & Hervás, A. (2016). Long-term far-transfer effects of working memory training in children with ADHD: a randomized controlled trial. *European Child & Adolescent Psychiatry, 25*(8), 853-867. doi:10.1007/s00787-015-0804-3
- Cain, K., Oakhill, J., & Bryant, P. (2004). Children's reading comprehension ability: concurrent prediction by working memory, verbal ability, and component skills. *Journal of Educational Psychology, 96*(1), 31-42. doi:10.1037/0022-0663.96.1.31
- Carretti, B., Borella, E., Cornoldi, C., & De Beni, R. (2009). Role of working memory in explaining the performance of individuals with specific reading comprehension difficulties: A meta-analysis. *Learning and Individual Differences, 19*, 246-251. doi:10.1016/j.lindif.2008.10.002
- Cartwright, K.B., Marshall, T.R., Dandy, K.L., & Isaac, M.C. (2010). The development of graphophonological-semantic cognitive flexibility and its contribution to reading

- comprehension in beginning readers. *Journal of Cognition and Development*, 11(1), 61-85. doi:10.1080/15248370903453584
- Catts, H.W., Adlof, S.M., & Weismer, E. (2006). Language deficits in poor comprehenders: a case for the Simple View of Reading. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 49, 278-293. doi:10.1044/1092-4388(2006/023)
- Chacko A., Bedard, A.C., Marks, D.J., Feirsen, N., Uderman, J.Z., Chimiklis, A., ... Ramon, M. (2014). A randomized clinical trial of Cogmed Working Memory Training in school-age children with ADHD: a replication in a diverse sample using a control condition. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 55(3), 247-255. doi:10.1111/jcpp.12146
- Christopher, M. E., Miyake, A., DeFries, J. C., Wadsworth, S. J., Willcutt, E., Keenan, J. M., ... Olson, R. K. (2012). Predicting word reading and comprehension with executive function and speed measures across development: a Latent Variable Analysis. *Journal of Experimental Psychology: General*, 141(3), 470-488. doi:10.1037/a0027375
- Chrysochoou, E., Bablekou, Z., & Tsigilis, N. (2011). Working memory contributions to reading comprehension components in middle childhood children. *American Journal of Psychology*, 124(3), 275-289. doi.org/10.5406/amerjpsyc.124.3.0275
- Clarke, P.J., Snowling, M.J., Truelove, E., & Hulme, C. (2010). Ameliorating children's reading-comprehension difficulties: A randomized controlled trial. *Psychological Science*, 21(8), 1106-1116. doi:10.1177/0956797610375449
- Cogmed (2018). *How it Works. There is no mystery behind Cogmed training effects – this is how it works.* Tilgæet den 31-10-2018 på: <https://www.cogmed.com/how-it-works>
- Colé, P., Duncan, L.G., & Blaye, A. (2014). Cognitive flexibility predicts early reading skills. *Frontiers in Psychology*, 5, 565. Tilgæet den 31-10-2018 på: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4052802/pdf/fpsyg-05-00565.pdf>
- Dahlin, K.I.E. (2011). Effects of working memory training on reading in children with special needs. *Reading & Writing*, 24, 479-491. doi:10.1007/s11145-010-9238-y
- Daneman, M. & Carpenter, P. (1980). Individual differences in working memory. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 19, 450-466. doi:10.1016/S0022-5371(80)90312-6
- Daneman, M., & Tardif, T. (1987). Working memory and reading skills re-examined. I: Coltheart, M. (red.), *Attention and performance XII: The psychology of reading* (491-508). Hillsdale, NJ, US: Lawrence Erlbaum Associates.
- Diamond, A. (2013). Executive Functions. *Annual Review of Psychology*, 64, 135-168. doi:org/10.1146/annurev-psych-113011-143750
- Dunning, D.L., Holmes, J., & Gathercole, S.E. (2013). Does working memory training lead to generalized improvements in children with low working memory? A randomized controlled trial. *Developmental Science*, 16(6), 915-925. DOI: 10.1111/desc.12068
- Engel de Abreu, P.M.J., Abreu, N., Nikeado, C., Puglisi, M., Tourinho, C., Miranda, M., ... Martin, R. (2014). Executive functioning and reading achievement in school: a study of Brazilian children assessed by their teachers as "poor readers". *Frontiers in Psychology*, 5, article 550, 1-14. doi: 10.3389/fpsyg.2014.00550
- Engle, R.W., Tuholski, S.W. Laughlin, J.E., & Conway, A.R.A., (1999). Working memory, short-term memory, and general fluid intelligence: A latent-variable approach. *Journal of Experimental Psychology: General*, 128(3), 309-331. doi:10.1037/0096-3445.128.3.309
- Foorman, B.R., Koon, S., Petscher, Y., Mitchell, A., & Truckenmiller, A. (2015). Examining general and specific factors in the dimensionality of oral language and reading in 4 th-10th grades. *Journal of Educational Psychology*, 107, 884-899. doi:10.1037/edu0000026

- Garcia-Madruga, J., Elosua, M. R., Gil, L., Gómez-Veiga, I., Vila, J.O. Orjales, I., ... Melero, M. A. (2013). Reading comprehension and working memory's executive process: An intervention study in primary school students. *Reading Research Quarterly*, 48(2), 155-174. doi:10.1002/rrq.44
- Gathercole, S.E. & Pickering, S.J. (2000). Working memory deficits in children with low achievements in the national curriculum at 7 years of age. *British Journal of Educational Psychology*, 70, 177-194. doi:10.1348/000709900158047
- Gathercole, E.S., Alloway, T.P., Willis, C. & Adams, A. (2006). Working memory in children with reading disabilities. *Journal of Experimental Child Psychology*, 93, 265-281
- Gough, P.B. & Tunmer, W.E. (1986). Decoding, reading, and reading disability. *Remedial and Special Education*, 7(1), 6-10. doi:10.1177/074193258600700104
- Gray, S.A., Chaban, P., Martinussen, R., Goldberg, R., Gotlieb, H., Kronitz, R., ... Tannock, R. (2012). Effects of a computerized working memory training program on working memory, attention, and academics in adolescents with severe LD and comorbid ADHD: a randomized controlled trial. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 53(12), 1277-1284. doi/10.1111/j.1469-7610.2012.02592.x
- Gustafson, S., Samuelsson, C., Johansson, E., & Wallmann, J. (2013). How simple is the Simple View of Reading? *Scandinavian Journal of Educational Research*, 57(3), 292-308. doi/10.1080/00313831.2012.656279
- Harlaar, N., Cutting, L., Deater-Deckard, K., DeThorne, L.S., Justice, L.M., Schatschneider, C., ... Petrill, S.A. (2010). Predicting individual differences in reading comprehension: a twin study. *Annals of Dyslexia*, 60, 265-288. doi:10.1007/s11881-010-0044-7
- Henry, L.A., Messer, D.J., & Nash, G. (2014). Testing for near and far transfer effects with a short, face-to-face adaptive working memory training intervention in typical children. *Infant and Child Development*, doi:10.1002/icd.1816 Library.
- Hitchcock, C. & Westwell, M.S. (2017). A cluster-randomised, controlled trial of the impact of Cogmed working memory training on both academic performance and regulation of social, emotional and behavioral challenges. *Journal of child psychology and psychiatry*, 58(2), 140-150. doi:10.1111/jcpp.12638
- Hoover, W.A. & Gough, P.B. (1990). The Simple View of Reading. *Reading and Writing: An Interdisciplinary Journal*, 2, 127-160. doi:10.1007/BF00401799
- Høien-Tengesdal, I. (2010). Is the simple view of reading too simple? *Scandinavian Journal of Educational Research*, 54(5), 451-469. DOI: 10.1080/00313831.2010.508914
- Jensen de López, K. (2018). Dynamisk udredning af læringspotentialer i rehabilitering. I: Glintborg, C., *Rehabiliteringspsykologi: En introduktion i teori og praksis* (47-64). Aarhus, Aarhus Universitetsforlag.
- Joshi, R.M. & Aaron, P.G. (2000). The component model of reading: Simple view of reading made a little more complex. *Reading Psychology*, 21(2), 85-97. doi:10.1080/02702710050084428
- Kane, M.J., Tuholski, S.W., Hambrick, D.Z., Wilhelm, O., Payne, T.W., & Engle, R.W. (2004). Working memory capacity: A latent-variable approach to verbal and visuospatial memory span and reasoning. *Journal of Experimental Psychology* 133(2), 189-217. doi: 10.1037/0096-3445.133.2.189
- Kendeou, P., Broek, P., Helder, A., & Karlsson, J. (2009). A cognitive view of reading comprehension: implications for reading difficulties. *Learning Disabilities Research & Practice*, 29(1), 10-16. doi/10.1111/ldrp.12025
- Klingberg, T., Fernell, E., Olesen, P.J., Johnson, M., Gustafsson, P., Dahlstrom, K., ... Westerberg, H. (2005). Computerized Training of Working Memory in Children With ADHD—A Randomized, Controlled Trial. *Journal of the American Academy of Child & Adolescent Psychiatry*, 44(2), feb. 2005, 177-186. doi:10.1097/00004583-200502000-00010

- Knudsen, H.B.S. (2015). *Reading comprehension and executive functions - the case of Danish children*. Ph.d.- afhandling. Aalborg Universitet.
- Knudsen, H.B.S., Jensen de López, K., & Archibald, L.M.D. (2018). The contribution of cognitive flexibility to children's reading comprehension – the case for Danish. *Journal of Research in Reading*, 1-19. doi:10.1111/1467-9817.12251
- Knudsen, H.B.S. & Jensen de López, K. (2018). Face-to-face working memory training does not enhance children's reading comprehension – a pilot study with Danish children [Artikel under review].
- Leong, C.K., Tse, S.K., Loh, K.Y., & Hau, K.T. (2008). Text comprehension in Chinese children: relative contribution of verbal working memory, pseudoword reading, Rapid Automatized Naming, and onset-rime phonological segmentation. *Journal of Educational Psychology*, 100(1), 135-149. doi.org/10.1037/0022-0663.100.1.135
- Mancilla-Martinez, J., Kieffer, M.J., Biancarosa, G., Christodoulou, J.A., Snow, C. (2011). Investigating English reading comprehension growth in adolescent language minority learners: some insights from the simple view. *Read Writ*, 24, 339-354. doi:10.1007/s11145-009-9215-5
- McArthur, G., Castles, A., Kohonen, S., Larsen, L., Jones, K., Anandakumar, T., & Banales, E. (2012). Phonics training for English-speaking poor readers. *Cochrane Database Syst. Rev*, 12.
- Melby-Lervåg, M. & Hulme, C. (2013). Is working memory training effective? A meta-analytic review. *Developmental Psychology*, 49(2), 270-291. doi:10.1037/a0028228
- Melby-Lervåg, M., Redick, T.S., & Hulme, C. (2016). Working memory training does not improve performance on measures of intelligence or other measures of “Far Transfer”: Evidence from a meta-analytic review *Perspectives on Psychological Science*, 11(4) 512-534. doi:10.1177/1745691616635612
- Moher, D., Liberati, A., Tetzlaff, J., Altman, D.G., & The PRISMA Group (2009). Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses: The PRISMA Statement. *PLoS Med* 6(7), 264-270. doi:10.1371/journal.pmed1000097
- Nouwens, S., Groen, M.A., & Verhoeven, L. (2016). How storage and executive functions contribute to children's reading comprehension. *Learning and Individual Differences*, 47, 96-102. doi.org/10.1016/j.lindif.2015.12.008
- Nutley, S.B. & Söderqvist, S. (2017). How is working memory training likely to influence academic performance? Current evidence and methodological considerations. *Frontiers in Psychology*, 8(69), 1-12. doi:10.3389/fpsyg.2017.00069
- Peng, P., Barnes, M., Wang, C., Wang, W., Li, S., Swanson, H.L., . . . Tao, S. (2018). A meta-analysis on the relation between reading and working memory. *Psychological Bulletin*, 144(1), 48-76. doi.org/10.1037/bul0000124
- Perfetti, C. & Stafura, J. (2014). Word Knowledge in a Theory of Reading Comprehension. *Scientific Studies of Reading*, 18(1), 22-37, doi: 10.1080/10888438.2013.827687
- Quinn, J.M., & Wagner, R.K. (2018). Using Meta-analytic Structural Equation Modeling to Study Developmental Change in Relations Between Language and Literacy. *Child development*. 1-14. doi/10.1111/cdev.13049
- Rode, C., Robson, R., Purviance, A., Geary, D.C., & Mayr, U. (2014). Is working memory Training Effective? A Study in a School Setting. *Plos One*, 9(8), e104796.
- Semel, E., Wiig, E.H., & Secord, W.A. (2003). *Clinical Evaluation of Language Fundamentals Fourth Edition*. <https://www.pearsonassessment.dk/celf-4> tilgæet den 31-10-2018
- Shinaver, C.S., Entwistle, P.C. & Söderqvist, S. (2014). Cogmed WM training: reviewing the reviews. *Applied Neuropsychology: Child*, 3, 163-172. doi:10.1080/21622965.2013.875314
- Shipsted, Z., Redick, T.S. & Engle, R.W. (2012). Is working memory training effective? *Psychological Bulletin*, 138(4), 628-654. doi:10.1037/a0027473

- Snow, C.E. (2002). *Reading for Understanding: Toward a Research & Development Program in Reading Comprehension*. Santa Monica, CA, USA: RAND Corporation.
- Snowling, M.J. & Hulme, C. (2012). Children's reading impairments: From theory to practice. *Japanese Psychological Research*, 55(2), 186-202. doi.org/10.1111/j.1468-5884.2012.00541.x
- Vellutino F. R., Tunmer, W. E. Jaccard, J. J. & Chen, R. (2007). Components of reading ability: multivariate evidence for a convergent skills model of reading development. *Scientific Studies of Reading*, 11(1), 3-32. doi/10.1207/s1532799xssr1101_2