

Bedankt voor het downloaden van dit artikel. De artikelen uit de (online) tijdschriften van Boom uitgevers zijn auteursrechtelijk beschermd. U kunt er natuurlijk uit citeren (voorzien van een bronvermelding) maar voor reproductie in welke vorm dan ook moet toestemming aan de uitgever worden gevraagd.

Boom

Behoudens de in of krachtens de Auteurswet van 1912 gestelde uitzonderingen mag niets uit deze uitgave worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch door fotokopieën, opnamen of enig andere manier, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever. Auteursrecht ten aanzien van tekst- en datamining en machinelearning is nadrukkelijk voorbehouden.

Voor zover het maken van kopieën uit deze uitgave is toegestaan op grond van artikelen 16h t/m 16m Auteurswet 1912 jo. Besluit van 27 november 2002, Stb 575, dient men de daarvoor wettelijk verschuldigde vergoeding te voldoen aan de Stichting Reprorecht te Hoofddorp (postbus 3060, 2130 KB, www.reprorecht.nl) of contact op te nemen met de uitgever voor het treffen van een rechtstreekse regeling in de zin van art. 16l, vijfde lid, Auteurswet 1912.

Voor het overnemen van (een) gedeelte(n) uit deze uitgave in bijvoorbeeld een (digitale) leeromgeving of een reader in het onderwijs (op grond van artikel 16, Auteurswet 1912) kan men zich wenden tot Stichting Uitgeversorganisatie voor Onderwijslicenties (Postbus 3060, 2130 KB Hoofddorp, www.stichting-uvo.nl).

No part of this article may be reproduced in any way whatsoever without the written permission of the publisher. No part of this publication may be reproduced in the context of text and data mining for any other purpose which is not expressly permitted by law without permission of the publisher.

De externe wereld als geheugensteun: Capaciteitstaken vertalen naar kijkgedrag

- Sanne Böing
- Teuni ten Brink
- Tanja Nijboer
- Stefan van der Stigchel

- **Samenvatting** — Achtergrond: In neuropsychologisch onderzoek wordt vaak de maximale werkgeheugencapaciteit geschat. Dit geeft echter geen informatie over wanneer en in welke mate patiënten hun werkgeheugencapaciteit daadwerkelijk benutten. Bij veel activiteiten kunnen patiënten immers terugkijken naar informatie in de buitenwereld waardoor zij hun maximale capaciteit niet hoeven te gebruiken. We onderzochten in hoeverre patiënten met verminderde (werk)geheugencapaciteit hun capaciteit inzetten en in hoeverre zij terugvallen op de buitenwereld. Methoden: Deelnemers bouwden een voorbeeldfiguur na op een beeldscherm terwijl kijkgedrag werd geregistreerd. Het voorbeeldfiguur kon altijd (opnieuw) bekeken worden. We vergeleken kijkgedrag tussen patiënten ($n = 68$) en controles ($n = 38$) en relateerde het aan werkgeheugencapaciteit. Resultaten: Een lagere geheugencapaciteit leidde tot meer inspecties van het voorbeeldfiguur, wat een verminderde geheugeninzet betekent. Echter, zowel patiënten als controles keken dusdanig vaak dat zij hun maximale werkgeheugencapaciteit zelden benutten. Conclusie: Werkgeheugencapaciteitstaken voorstellen kijkgedrag, maar het werkgeheugen wordt ontlast wanneer mogelijk. Inzicht in geheugenstrategieën biedt aanvullende diagnostische informatie.

Introductie

'Ik noem een aantal cijfers op. Ik begin met een klein aantal en het worden er steeds wat meer. Het is de bedoeling dat u de cijfers in omgekeerde volgorde nazegt.'

<https://doi.org/10.5553/NP/187113912025020002003>

Traditioneel berust werkgeheugenonderzoek in zowel de klinische praktijk als de experimentele psychologie op het schatten van de maximaal haalbare spanne voor verbale of visueel-ruimtelijke informatie (Conway e.a., 2005; Cowan, 2001, 2016; Kessels e.a., 2000; Luck & Vogel, 2013; Wechsler, 2012). Deze aanpak stelt ons in staat te bepalen welke individuen tekorten of stoornissen vertonen in de geheugenopslag- en bewerkingscapaciteit. Capaciteitstaken leren ons veel over geheugenpotentieel, maar zeggen weinig over hoe patiënten het werkgeheugen gebruiken in de dynamiek van het dagelijks leven. Capaciteitstaken zijn gericht op het benutten van de maximale geheugenspanne. In het dagelijks leven kunnen mensen echter vaak terugvallen op externe hulpmiddelen, zoals boodschappenlijstjes of instructietekeningen, om hun werkgeheugen te ontlasten. Dit onderzoek slaat een brug tussen capaciteitstaken en dynamisch werkgeheugengebruik, en beoogt daarmee een vertaalslag te maken van *geheugencapaciteit* naar ‘interactief’ *geheugengebruik*.

Achtergrond

Gezonde volwassenen vermijden het opslaan van informatie in het werkgeheugen wanneer zij daartoe de mogelijkheid hebben (Ballard e.a., 1995; Burnett & Richmond, 2023; Draschkow e.a., 2021; Gilbert, 2015; Gray e.a., 2006; Meyerhoff e.a., 2021; Morrison & Richmond, 2020; Risko & Dunn, 2015; Sahakian e.a., 2023; Somai e.a., 2020). Deze neiging wordt ook wel *cognitive offloading* genoemd: om de ervaren cognitieve inspanning zo laag mogelijk te houden, wordt een taak die mentale belasting vraagt gecompenseerd door een andere (fysieke) handeling of het gebruik van hulpmiddelen, zoals een boodschappenlijstje of kalender. Pas wanneer het herhaaldelijk terugvallen op informatie in de buitenwereld relatief ‘kostbaar’ wordt – bijvoorbeeld door de tijd en moeite die nodig is om een boodschappenlijstje in een jaszak vol sleutels en briefgeld te vinden – wordt er een groter beroep gedaan op de geheugencapaciteit. Er lijkt dus een kosten-batenanalyse ten grondslag te liggen aan het al dan niet gebruiken van het werkgeheugen, waarbij het doel is een zo efficiënt mogelijke strategie te hanteren (Van der Stigchel, 2020). Wanneer externe informatie vrij toegankelijk, en dus tegen lage ‘kosten’ beschikbaar is (*low-cost*), wordt het onthouden ervan vaak vermeden. Als de beschikbaarheid van informatie daarentegen onbetrouwbaar is of beperkt wordt (*high-cost*), dan is het onthouden van informatie een meer adaptieve keuze (bijvoorbeeld Draschkow e.a., 2021; Hoogerbrugge e.a., 2024; Somai e.a., 2020). De gebruikte geheugencapaciteit hangt dus af van, en wordt aangepast naar, de beschikbaarheid van informatie in de buitenwereld.

Ook andere factoren kunnen van invloed zijn op de geheugenstrategie. Voor patiënten met een verminderde geheugencapaciteit is het aannemelijk dat geheugengebruik meer cognitieve inspanning vereist, of dat geheugengebruik als meer inspannend of kwetsbaar ervaren wordt. Dit kan ertoe leiden dat patiënten meer terugvallen op informatie in de buitenwereld dan mensen zonder geheugenproblemen, zelfs als het relatief kostbaar is om externe informatie te verkrijgen. Wij onderzochten in hoeverre patiënten met verminderde geheugencapaciteit, variërend in ernst, ervoor kozen hun werkgeheugen in te zetten of terug te vallen op externe informatie. Tijdens een experimentele computertaak die een beroep deed op het werkgeheugen, maar ook het gebruik van externe informatie toestond, werden de oogbewegingen van patiënten geregistreerd. Deelnemers moesten zo snel en nauwkeurig mogelijk een voorbeeldfiguur met zes items namaken in een leeg raster. We analyseerden hoe vaak deelnemers de visuele informatie in de buitenwereld (her)inspecteerden, met de verwachting dat een verminderde geheugencapaciteit zou leiden tot meer inspecties. Volgens deze hypothese zouden patiëntgroepen dus vaker terugkijken naar externe informatie dan gezonde volwassenen. Ook onderzochten we de relatie tussen capaciteitslimieten vanuit traditioneel neuropsychologisch onderzoek en kijkgedrag, en schetsten we de klinische waarde van deze insteek. Dit artikel vat resultaten samen van verschillende projecten behorende bij het promotietraject van S. Böing.

Methoden

Deelnemers

Patiënten met verminderde geheugencapaciteit werden geworven via medische instellingen. Deelnemers waren woonachtig in het Korsakov Expertisecentrum Slingsdael, herstellende van een cerebrovasculair accident (CVA) bij revalidatiecentrum De Hoogstraat of De Parkgraaf, of verwezen naar een geheugenpoli van het UMC Utrecht (afdeling Neuropsychologie & Neurochirurgie of afdeling Geriatrie), het Erasmus MC, of het Diaconessenhuis Zeist. Deelnemers moesten tussen de 18 en 85 jaar oud zijn, vloeiend Nederlands spreken en wilsbekwaam zijn. Inclusie vond plaats op basis van gerapporteerde geheugenklachten, geheugendisfunctie zoals vastgesteld op neuropsychologisch testonderzoek of op basis van observaties van een behandelaar. Voor de revalidanten gold aanvullend dat zij ook konden deelnemen indien er geen aanwijzingen voor geheugenproblemen waren. Deelname werd uitgesloten bij aanwijzingen voor visuospatieel neglect, afasie of wanneer motorische problemen het gebruik van de computermuis onmogelijk maakten.

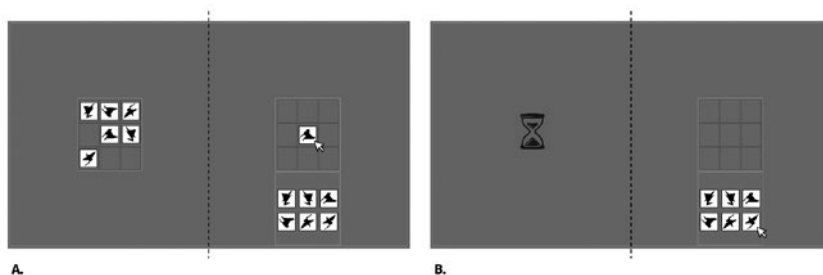
Controles werden geworven door partners of familieleden van patiënten uit te nodigen voor deelname en via publieke en universiteitskanalen (sociale media, intranet, buurtcentra).

Geheugentaken

Experimentele taak De Copy Taak is ontwikkeld als taak waarbij het visueel werkgeheugen ingezet moet worden zonder dat het gebruik van de volledige werkgeheugencapaciteit vereist is. Aan deelnemers werd gevraagd om een voorbeeldfiguur met zes items dat werd weergegeven aan de linkerkant van een beeldscherm zo snel en nauwkeurig mogelijk na te bouwen aan de rechterkant van het scherm (Figuur 1, p. 109). De items moesten met de computermuis naar de correcte locatie in het lege raster worden gesleept. Tijdens de taakuitvoer werden oogbewegingen geregistreerd. Deelnemers hadden maximaal 42 seconden om het voorbeeldfiguur na te bouwen. In de *low-cost*-conditie was het voorbeeldfiguur continu zichtbaar, waardoor externe informatie gemakkelijk toegankelijk was. In de *high-cost*-conditie kostte het tijd om het voorbeeldfiguur te inspecteren: elke keer dat deelnemers ernaar keken, moesten zij twee seconden wachten voordat het verscheen. De kosten voor het verkrijgen van externe informatie (in dit geval tijd) waren dus hoger. In beide condities waren deelnemers vrij om te bepalen hoe vaak ze het voorbeeldfiguur bekeken en hoeveel items ze per inspectie onthielden. De condities werden in blokken afgenomen en de blokken bestonden uit vijftien trials per conditie. Elke trial werd voorafgegaan door een driftcheck (drempelwaarde van twee visuele graden), waarbij vastgesteld werd of het signaal de kijkrichting nog goed weergaf. De eyetracker werd opnieuw gekalibreerd indien nodig. Aan het begin van de taak werden drie oefentrials doorlopen in de *low-cost*-conditie.

De belangrijkste uitkomstmaat was het *aantal inspecties* van het voorbeeldfiguur *per correct* gelegd item. Dit staat gelijk aan het aantal gemaakte saccades van rechts naar links (over de middenlijn; *crossings*) die leidden tot een inspectie van het voorbeeldfiguur gedeeld door het aantal correct geplaatste items binnen een trial. Er werd tevens kort stilgestaan bij de *inspectietijd per correct* en de *prestatie* (geïntegreerde snelheids-accuratesscore; Vandierendonck, 2017; 2021).

Geheugencapaciteitstaken Traditionele geheugencapaciteitstaken werden afgenomen om te kunnen onderzoeken in hoeverre geheugencapaciteit kijkgedrag voorspelt, ergo of geheugencapaciteit zich vertaalt naar geheugengebruik wanneer de capaciteit niet benut hoeft te worden. Van



FIGUUR 1 Een voorbeeldtrial van de Copy Taak voor de *low-cost*-conditie (A) waarin het voorbeeldfiguur aan de linkerkant continu zichtbaar was, en voor de *high-cost*-conditie (B), waarin het voorbeeldfiguur voor 2000 milliseconden aan het zicht onttrokken werd door een zandloper zodra links van de middenlijn gekeken werd. Rechtsonder zijn de bouwstenen zichtbaar en rechtsboven het lege raster waarin het voorbeeldfiguur moest worden nagemaakt. Een trial werd afgebroken na 42 seconden. NB. De middenlijn was niet zichtbaar voor de deelnemers, maar is enkel weergegeven ter illustratie: een oogbeweging van rechts naar links die leidt tot inspectie van het voorbeeldfiguur werd aangemerkt als inspectie.

de Corsi Block Tapping Task (Kessels e.a., 2000) en de WAIS-IV Cijferreeksen (Wechsler, 2012) werden de voorwaartse en achterwaartse spanne afgenomen. Tevens werden de RAVLT (Bouma e.a., 2012; Saan & Deelman, 1986) en de Location Learning Test (Kessels e.a., 2006) afgenomen, waarvan uitsluitend de scores over vijf trials werden meegenomen in het berekenen van een samengestelde geheugenscore (zie Data-analyse).

Data-analyse

Verschillen tussen patiënten en controles Om verschillen in het aantal inspecties per correct tussen de patiëntgroepen en gezonde controles te testen, werd een linear mixed-effect model (Singmann & Kellen, 2019) met de factoren groep (controle, Korsakov, CVA, geheugenpoli), conditie (*low-cost*, *high-cost*) en groep*conditie gebruikt, met een *random effect* en *random slope* van conditie voor het individu (Barr, 2013). Tukey-gecorrigeerde post-hocvergelijkingen werden uitgevoerd om te zien welke patiëntgroepen van de controles verschilden. Significantie werd beoordeeld op basis van een alpha van 0,05. Om resultaten te visualiseren zijn de geaggregeerde scores per individu per conditie weergegeven. Data-analyse en visualisatie werden uitgevoerd in R 4.1.2 (R Core Team, 2017).

Geheugencapaciteit als voorspeller van kijkgedrag Om de relatie tussen de geheugencapaciteit op het kijkgedrag te testen werd een linear mixed-effect model gebruikt voor het *aantal inspecties per correct* (Singmann & Kellen, 2019) met een samengestelde geheugencapaciteitsscore als voorspeller. De samengestelde geheugencapaciteitsscore werd voor elk individu berekend met behulp van diens z -scores op elke geheugencapaciteitstaak volgens: $z = (x - \mu) / \sigma$, waarbij x de ruwe testscore van het individu is, μ de gemiddelde testscore van de totale groep, en σ de standaarddeviatie van de totale groep. Alle beschikbare z -scores van het individu werden bij elkaar opgeteld en gedeeld door het aantal afgenomen taken omdat sommige testgegevens ontbraken. De samengestelde score diende als een indicator voor de globale geheugencapaciteit. Conditie werd in het model geïncludeerd als verklarende factor, en een interactie met geheugencapaciteit werd geëxploreerd. Leeftijd en opleidingsniveau werden geïncludeerd als covariaten en een *random effect* en *random slope* voor het individu werden ingevoegd (Barr, 2013). Significantie werd beoordeeld op basis van een α van 0,05. Dezelfde modellen zijn gebruikt voor de *inspectietijd per correct* en de *prestatie*.

Klinische classificatie en kijkgedrag De samengestelde geheugencapaciteitsscore neemt de absolute capaciteitswaarden mee (bijvoorbeeld verbale werkgeheugenspanne van vier; tien locatiefouten), maar geeft geen klinische interpretatie. Daarom is per individu (ongeacht patiëntgroep) geïndiceerd of er sprake was van een uitzonderlijk lage of benedengemiddelde prestatie op basis van normgegevens van de subtaken, waarbij een uitzonderlijk lage score wordt gedefinieerd als een score < 2de percentiel op twee of meer subtaken, en een benedengemiddelde score als een score < 2de percentiel op één subtaak, en/of een score tussen het 2de en het 9de percentiel op twee of meer subtaken. Een factoriële ANOVA werd uitgevoerd met factoren conditie (*low-cost*, *high-cost*) en categorie (intact, benedengemiddeld, uitzonderlijk laag). Tukey-gecorrigeerde post-hocvergelijkingen werden uitgevoerd om te zien welke categorieën van elkaar verschilden.

Code en data

De experimentcode, de ruwe en bewerkte data, gegevens over dataverlies, en de analysescripts zijn openbaar toegankelijk via <https://osf.io/7ynx2/>.

Resultaten

Participanten

Er werden 66 individuen uitgenodigd voor deelname via de geheugenpolis, 32 via Slingedael en 28 via de revalidatiecentra, waarvan er respectievelijk 37, 32 en 19 instemden met deelname. Vanwege uiteenlopende oorzaken (drop-out, technische problemen, interfererende medische conditie of onvermogen om de Copy Taak te voltooien) zijn respectievelijk 29, 24 en 15 datasets ($n = 68$) geïnccludeerd voor analyse, waarbij het voltooien van de Copy Taak het leidende criterium was. Van de 48 benaderde gezonde controles werden 38 datasets geïnccludeerd. Tabel 1 beschrijft de demografische gegevens, patiëntinformatie rondom opname en etiologie, scores op neuropsychologische geheugencapaciteitstaken, samengestelde geheugencapaciteitsscore en klinische classificatie van de geheugencapaciteit. Leeftijd verschilde niet tussen patiëntgroepen en de controle-groep. Voor opleidingsniveau verschilde alleen de korsakovpopulatie van de controles waarbij de controles een hoger afgerond opleidingsniveau hadden.

Verschillen tussen patiënten en controles

Mensen keken minder vaak naar het voorbeeldfiguur in de *high-cost*- dan in de *low-cost*-conditie ($t = -8,97, p < .001$, $\beta = -0,99 [-1,2, -0,78]$), en onthielden dus meer informatie in één keer. Patiënten met het syndroom van Korsakov ($t = 2,87, p < .005$, $\beta = 0,62 [0,20, 1,03]$) en patiënten die een CVA hadden doorgemaakt ($t = 2,23, p < .05$, $\beta = 0,56 [0,07, 1,05]$) keken vaker naar het voorbeeldfiguur om één item correct te plaatsen dan controles. Patiënten van de geheugenpoli verschilden niet van controles in het aantal keer dat zij naar het voorbeeldfiguur keken ($t = 1,69, p = .10$, $\beta = 0,34 [-0,05, 0,73]$). Deze groepsverschillen verschilden niet tussen de condities (alle $p > .10$). Figuur 2 visualiseert de effecten na post-hoc Tukey-correctie voor multipale tests.

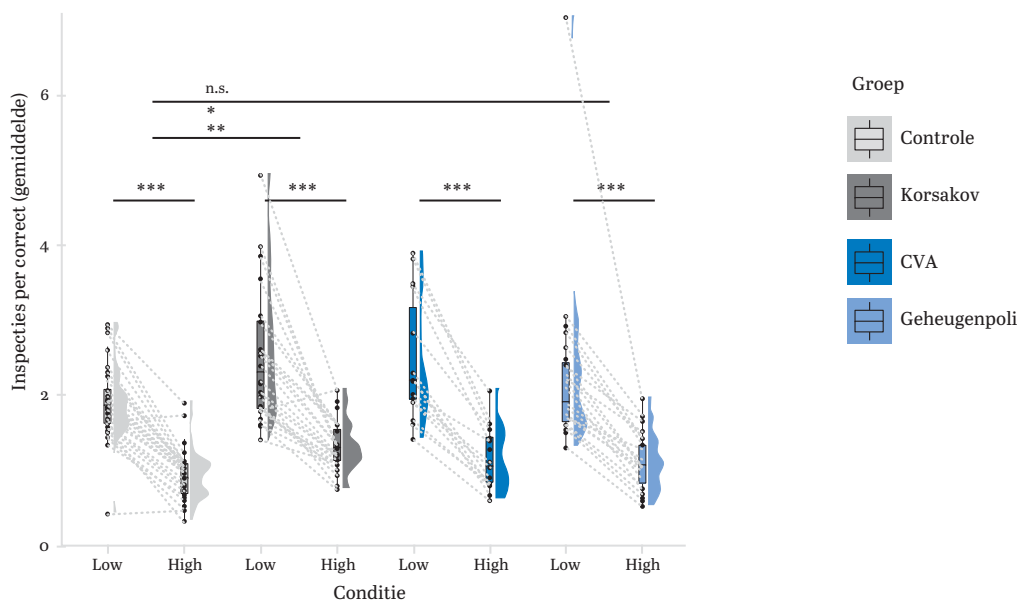
Geheugencapaciteit als voorspeller van inspecties

Mensen met een hogere geheugencapaciteit keken minder vaak naar het voorbeeldfiguur – en onthielden dus meer informatie per keer dat zij keken – dan mensen met een lagere geheugencapaciteit ($t = -4,15, p < .001$, $\beta = -0,43 [-0,63, -0,23]$). Hierbij is rekening gehouden met de effecten van leeftijd ($t = 4,46, p < .001$, $\beta = 0,01 [0,01, 0,02]$), opleidingsniveau ($t = -2,95, p < .005$, $\beta = -0,07 [-0,12, -0,02]$) en conditie ($t = -17,34, p < .001$, $\beta = -1,13 [-1,25, -1,00]$). Wanneer informatie vrij beschikbaar was, leidde een hogere capaciteit tot een grotere afname van het aantal inspecties

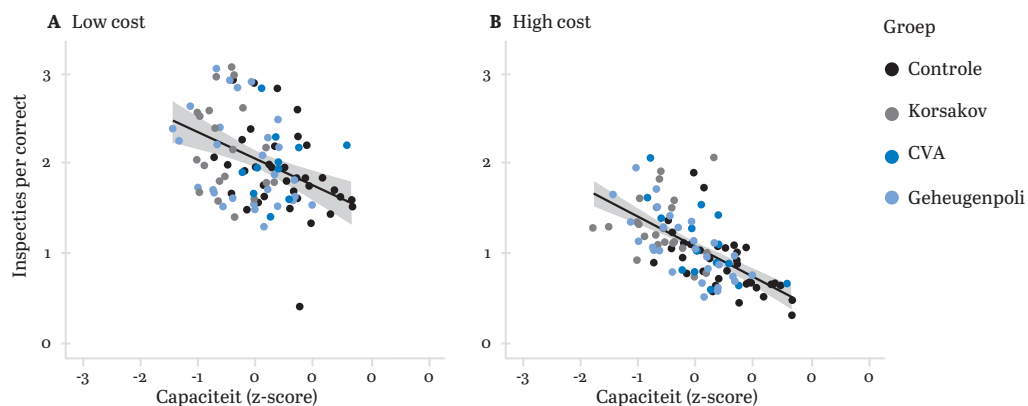
TABEL 1 Demografische gegevens, etiologie en scores op geheugencapaciteitstaken, gesplitst per groep (controles, korsakov, CVA, geheugenpolipatiënten), mediaan (IQR) en frequenties (%) zijn weergegeven.

	Controles (n = 38) n (%) / Mdn (IQR)	Korsakov (n = 24) n (%) / Mdn (IQR)	CVA (n = 15) n (%) / Mdn (IQR)	Geheugenpoli (n = 29) n (%) / Mdn (IQR)
<i>Demografische gegevens</i>				
Leeftijd, jaar	60	64 (8,5)	61 (8,5)	67 (10)
Sekse, % man	15 (39,5%)	16 (66,7%)	10 (66,7%)	17 (58,6%)
Opleidingsniveau ^a	6 (1,75)	4,5 (1,25)	6 (1,5)	6 (1)
% laag (< 10 jaar)	5 (13,2%)	12 (50%)	4 (26,7%)	5 (17,2%)
% gemiddeld (10-11 jaar)	12 (31,6%)	8 (33,3%)	3 (20%)	8 (27,6%)
% hoog (> 15 jaar)	21 (55,3%)	4 (16,7%)	8 (53,3%)	16 (66,7%)
<i>Patiëntinformatie</i>				
Verdenking neurologische etiologie				
% ja		24 (100%)	15 (100%)	17 (58,6%)
% nee				11 (37,9%)
% ambigue diagnose				1 (3,4%)
<i>Geheugencapaciteitstaken</i>				
<i>Location Learning task</i>				
Totale plaatsingsfouten ^b	27,5 (26)	85 (50,5)	29 (40,5)	49 (35)
Leerindex (0-1)	0,52 (0,42)	0,11 (0,08)	0,47 (0,28)	0,287 (0,209)
Uitgestelde herinnering: plaatsingsfouten	1 (4)	16 (9)	1 (7)	3,5 (10,5)
<i>Rey Auditory-Verbal Learning Task</i>				
Directe herinnering: Totaal correct (0-75) ^b	42 (18)	25 (7,5)	34 (20,2)	36,5 (15,2)
Uitgestelde herinnering: Totaal correct (0-15)	8 (6)	1 (2)	6 (4,5)	4,5 (5)
<i>Cijferreeksen (WAIS-III/IV)</i>				
Voorwaartse spanne (2-9) ^b	6 (2)	5 (1)	5 (1)	5 (1)
Achterwaartse spanne (2-8) ^b	5 (2)	4 (2)	4 (0)	4 (1)
<i>Corsi block-tapping task</i>				
Voorwaartse spanne (2-9) ^b	5 (1)	5 (0)	5 (0,5)	5 (2)
Achterwaartse spanne (2-8) ^b	6 (1)	5 (1)	5 (2)	5 (2)
Samengestelde geheugencapaciteitsscore, z	0,51 (0,85)	-0,63 (0,53)	0,10 (0,54)	-0,08 (1,01)
<i>Klinische classificatie binnen geheugen-domein^c</i>				
% uitzonderlijk laag	2 (5,3%)	8 (34,8%)	0 (0%)	5 (17,25%)
% benedengemiddeld	5 (13,2%)	13 (56,5%)	6 (40%)	15 (51,7%)
% intact	31 (81,5%)	2 (8,7%)	9 (60%)	9 (31,05%)

n = groepsgrootte, Mdn = mediaan, IQR = interquartielafstand. CVA = cerebrovasculair accident. ^a Het opleidingsniveau is getypeerd op basis van het classificatiesysteem van Verhage (1964), dat het niveau van opleiding classificeert (op een schaal van 1 tot 7) gebaseerd op het aantal genoten onderwijsjaren. ^b Capaciteitsscores die zijn meegenomen in de samengestelde geheugencapaciteitsscore (z-score); Location Learning Task plaatsingsfouten zijn omgescord zodat hogere scores een betere prestatie indiceren op alle subtaken. ^c Uitzonderlijk laag: een score < 2de percentiel op ≥ twee subtaken^b; Benedengemiddeld: een score < 2de percentiel op één subtaak^b en/of een score tussen het 2de en 9de percentiel op ≥ twee subtaken^b; Intact: valt niet binnen criteria voor uitzonderlijk laag of benedengemiddeld.



FIGUUR 2 Het gemiddelde aantal inspecties per correct geplaatst item per conditie (low-cost, high-cost) en groep (zwart = controles, rood = korsakov, oranje = CVA [cerebrovasculair accident], cyaan = geheugenpoli). In alle groepen was een verschil tussen condities aanwezig. Enkel het aantal inspecties per correct van de korsakov- en CVA-groep verschilden significant van de controlegroep. n.s. = niet significant, * $p \leq .05$, ** $p \leq .01$, *** $p \leq .001$.



FIGUUR 3 De relatie tussen de geheugencapaciteitsscore (capaciteit, z-score) en het aantal inspecties per correct geplaatst item per conditie (low-cost, high-cost) en groep (zwart = controles, rood = korsakov, oranje = CVA [cerebrovasculair accident], cyaan = geheugenpoli). Datapunten representeren een individu. Er was een effect voor de geheugencapaciteitsscore ($t = -4.15$, $p < .001$, $\beta = -0.43$ [-0.63, -0.23]) en conditie ($t = -17.34$, $p < .001$, $\beta = -1.13$ [-1.25, -1.00]), terwijl gecontroleerd werd voor leeftijd en opleidingsniveau. Een hogere geheugencapaciteit leidde tot minder inspecties en dus een relatief hogere geheugenbelasting.

(beta = -0,54, een halve inspectieafname) dan wanneer informatie verminderd toegankelijk was (beta = -0,25, een kwart inspectieafname; $t = 2,05$, $p = .043$, beta = 0,18 [0,01, 0,36]). Figuur 3 visualiseert het *aantal inspecties per correct* geplaatst item als functie van geheugencapaciteit, gesplitst per conditie, waarbij elk datapunt een individu uit een van de vier groepen representeert. De effecten van de covariaten zijn hier buiten beschouwing gelaten.

Vergelijkbare effecten werden gevonden voor de relatie tussen geheugencapaciteit en de *inspectietijd per correct* en *prestatie*: mensen met een hogere geheugencapaciteit keken korter per correct geplaatst item en hadden een betere prestatie dan mensen met een lagere geheugencapaciteit.

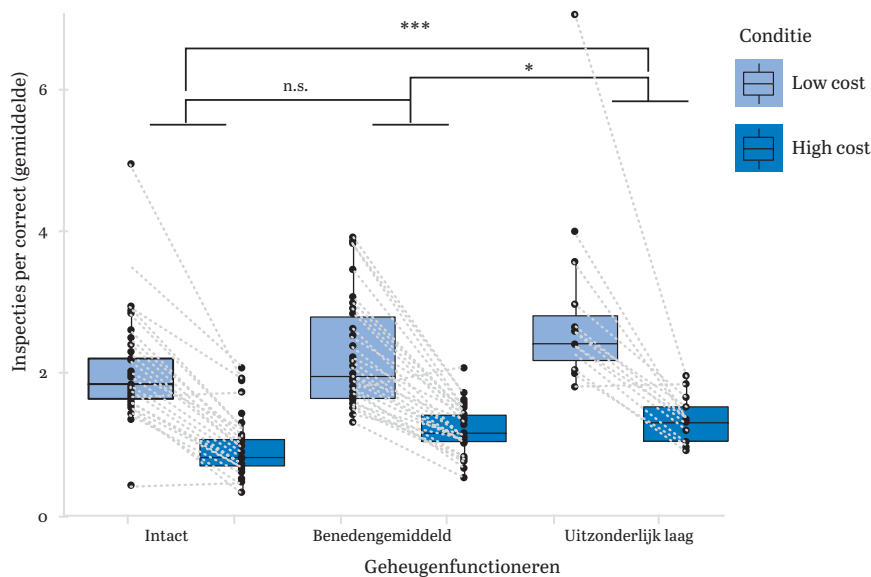
Samenhang tussen klinische classificatie en kijkgedrag

Kijkgedrag verschilde tussen individuen met een intacte, benedengemiddelde en uitzonderlijk lage geheugencapaciteit ($F(2) = 11,90$, $p < .001$), waarbij degenen met een uitzonderlijk lage geheugencapaciteit vaker naar het voorbeeldfiguur keken dan degenen met een benedengemiddelde of intacte geheugencapaciteit. Het aantal inspecties was echter niet gevoelig voor subtielere tekorten in geheugencapaciteit: de groepen met intacte en benedengemiddelde geheugencapaciteit verschilden niet van elkaar (Figuur 4, p. 115).

Discussie

Patiëntgroepen met geheugenproblematiek kunnen onderscheiden worden met behulp van geheugencapaciteitstaken, maar het is onduidelijk of scores op dit type taken vertalen naar geheugengebruik in het dagelijks leven (Chaytor & Schmitter-Edgecombe, 2003). Immers, bij veel dagelijkse activiteiten kunnen we gebruikmaken van de buitenwereld en informatie (her)inspecteren wanneer dat nodig is, waardoor er geen noodzaak bestaat om de maximale geheugencapaciteit in te zetten. In deze studie onderzochten we of geheugencapaciteit samenhang met de mate waarin het geheugen daadwerkelijk ingezet werd. Patiënten met geheugenproblemen (syndroom van Korsakov, herstellend van een CVA of doorverwezen naar een geheugenpoli) voerden een taak uit waarbij zij de keuzevrijheid hadden om de gewenste hoeveelheid informatie te onthouden, en daarnaast terug konden vallen op informatie in de buitenwereld. Tijdens de taakuitvoer werd hun kijkgedrag geregistreerd.

Er was een samenhang tussen het hebben van een grotere geheugencapaciteit en minder vaak terugkijken naar het voorbeeldfiguur, wat een verhoogd gebruik van de interne opslag impliceert. Kortom, geheugen-



FIGUUR 4 Inspecties per correct geplaatst item als functie van de klinische classificatie in het functioneren van het geheugen. Groepen werden samengevoegd en het functioneren van het geheugen werd gecategoriseerd als intact ($n = 53$), benedengemiddeld ($n = 38$) of uitzonderlijk laag ($n = 14$) gebaseerd op klinische criteria. Ruwe scores zijn vergeleken met een normgroep (leeftijd, opleiding). Als de prestatie < 2de percentiel bleef op twee of meer subtaken werd het functioneren van het geheugen gecategoriseerd als uitzonderlijk laag. Als de prestatie < 2de percentiel bleef op één subtaak (en/of) onder het 9de percentiel op twee of meer subtaken werd het functioneren van het geheugen gecategoriseerd als benedengemiddeld. Wanneer de prestatie niet aan deze criteria voldeed, werd de prestatie gecategoriseerd als normaal. Zowel categorie als conditie beïnvloedden het aantal inspecties per correct ($F(2) = 11,904, p < .001, F(1) = 145,072, p < .001$, respectievelijk). Tukey gecorrigeerde post-hocvergelijkingen toonden dat de groep met een geheugenstoornis afweek van de groep met intacte en benedengemiddelde score, maar dat de intacte en benedengemiddelde groep niet van elkaar verschilden.

potentieel (geheugencapaciteit) vertaalt zich naar *geheugeninzet*. Dit is bemoedigend nieuws voor de neuropsychologische praktijk: ondanks kritiek op de traditionele neuropsychologische taken rondom ecologische validiteit (Chaytor & Schmitter-Edgecombe, 2003; Parsey & Schmitter-Edgecombe, 2013) toont de huidige studie aan dat de oude vertrouwde pen-en-papiertaken het gedrag op een minder gestructureerde taak wel degelijk voorspellen. Desalniettemin vertellen geheugencapaciteitstaken niet het volledige verhaal: hoewel het geheugen *potentieel* zich vertaalt naar de *geheugeninzet*, zagen we dat mensen zelden hun volledige geheugencapaciteit gebruikten. Slechts een enkeling onthield drie items per inspectie. Wanneer informatie vrij beschikbaar was, keek de meerder-

heid van de deelnemers bijna twee keer naar het voorbeeldfiguur om één item correct te plaatsen. Dat betekent dat zij per keer gemiddeld een half item onthielden. Wanneer de informatie verminderd beschikbaar was, keek de meerderheid iets meer dan één keer naar het voorbeeldfiguur per correct geplaatst item. Dat vertaalt zich naar het onthouden van één item per keer. Over het algemeen werd dus maximaal één item per inspectie onthouden, wat ruim onder de maximale geheugencapaciteit ligt (Cowan, 2001; Luria e.a., 2010). Dit suggereert dat geheugengebruik wordt vermeden wanneer dit mogelijk is. Zelfs wanneer informatie niet direct toegankelijk is – waarbij minder en langere inspecties gebruikt worden en men dus meer op het geheugen leunt – blijven mensen grotendeels terugvallen op informatie in de buitenwereld. Ter illustratie: hoewel we meer producten zouden kunnen onthouden, kijken we liever naar onze boodschappenlijst. Zelfs wanneer deze bedolven raakt onder de boodschappen graven we die liever op om de lijst opnieuw te bekijken dan te proberen zo veel mogelijk producten uit het hoofd te onthouden. Het leunen op de buitenwereld zien we bij gezonde volwassenen (Draschkow e.a., 2021; Meyerhoff e.a., 2021; Morrison & Richmond, 2020; Somai e.a., 2020), maar des te meer bij patiënten met verminderde geheugencapaciteit (Böing e.a., 2023, 2025, submitted). Het terugvallen op informatie in de buitenwereld doet denken aan externe compensatiestrategieën die worden ingezet in de geheugenrevalidatie, waar het devies is gebruik te maken van de buitenwereld om het geheugen te ondersteunen. Bevindingen op de Copy Taak wijzen erop dat veel patiënten zelfs zonder expliciete instructie al in enige mate gebruikmaken van de – in dit geval visuele – buitenwereld. Toekomstig onderzoek met gelijksoortige taken zou het spontane gebruik van externe compensatiestrategieën en het nut van geïnstrueerd gedrag op individueel niveau kunnen objectiveren.

Het is denkbaar dat het spontaan vermijden van geheugenezet wordt gedreven door kostenminimalisatie, waarbij interne opslag voor individuen met verminderde geheugencapaciteit objectief dan wel subjectief meer mentale kracht vereist dan het (her)inspecteren van externe informatie (Kvitelashvili & Kessler, 2024; Risko & Dunn, 2015; Van der Stigchel, 2020). Bovendien kunnen motivatie en het streven om geen fouten te maken een rol spelen (Burnett & Richmond, 2023; Gilbert, 2015; Gilbert e.a., 2020; Risko & Dunn, 2015; Sahakian e.a., 2023). Eerder werd onderzocht in hoeverre een lager vertrouwen in het eigen geheugen zou kunnen bijdragen aan een verhoogd terugvallen op informatie in de buitenwereld (bijvoorbeeld checkgedrag). Noch algemeen zelfvertrouwen in het geheugen (gemeten met een vragenlijst) noch het geven van onjuiste feedback om het vertrouwen te beïnvloeden hadden een effect op de mate

van terugvallen op de buitenwereld (Böing e.a., 2025; Grinschgl e.a., 2021). Het is echter aannemelijk dat er andere resultaten worden gevonden als er andere instrumenten worden gebruikt om het geheugen zelfvertrouwen te meten (taakniveau versus globaal niveau; Gilbert, 2015) of om het terugvallen op de buitenwereld te operationaliseren.

Dit brengt ons terug bij de vraag: hoe testen we het functioneren van het geheugen op een zinvolle manier? De heterogeniteit in taken, populaties, cognitieve profielen en persoonlijke kenmerken maakt het ingewikkeld om factoren die het geheugengebruik beïnvloeden, te ontwarren. Dit weerspiegelt de complexiteit waarmee neuropsychologen worden geconfronteerd bij het beoordelen van cognitief functioneren in de klinische praktijk. We benadrukken dat de beoordeling van de geheugenfunctie veelzijdig moet zijn. Waar de traditionele geheugentest niet weerspiegelt hoe mensen hun geheugen gebruiken in bijvoorbeeld de supermarkt, geeft de dynamische test niet prijs hoeveel mensen kunnen onthouden. Beide schattingen zijn echter informatief en kunnen bijdragen aan zowel de diagnostiek als revalidatie. Dit onderstreept het belang van diagnostiek die niet alleen de geheugenlimieten in kaart brengt, maar ook onderzoekt hoe een patiënt informatie uit de omgeving benut binnen de grenzen van diens capaciteit. Deze resultaten zijn dan ook een oproep aan diagnostici: test de geheugenlimieten, maar houd rekening met individuele kenmerken en compensatiestrategieën die geheugengebruik in de dynamiek van het dagelijks leven beïnvloeden.

Sanne Böing, PhD onderzoeker Experimentele Psychologie, Helmholtz Instituut, Universiteit Utrecht, e-mail: sanneboing@gmail.com.

Teuni ten Brink, senior onderzoeker Cognitie Experimentele Psychologie, Helmholtz Instituut, Universiteit Utrecht; Kenniscentrum Revalidatiegeneeskunde, UMC Utrecht en De Hoogstraat Revalidatie, Utrecht.

Tanja Nijboer, universitair hoofddocent Experimentele Psychologie, Helmholtz Instituut, Universiteit Utrecht.

Stefan van der Stigchel, hoogleraar Experimentele Psychologie, Helmholtz Instituut, Universiteit Utrecht.

Literatuur

- Ballard, D., Hayhoe, M., & Pelz, J. (1995). Memory representations in natural tasks. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 7, 66-80. <https://doi.org/10.1162/jocn.1995.7.1.66>.
- Barr, D. J. (2013). Random effects structure for testing interactions in linear mixed-effects models. *Frontiers in Psychology*, 4. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2013.00328>.
- Böing, S., Brink, A. F. T., Ruis, C., Schielen, Z. A., Van den Berg, E., Biesbroek, J. M., Nijboer, T. C. W., & Van der Stigchel, S.

- (2025). Inspecting the external world: Memory capacity, but not memory self-efficacy, predicts offloading in working memory. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*. <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/13803395.2024.2447263>.
- Böing, S., Nijboer, T. C. W., Ten Brink, A. F., & Van der Stigchel, S. (submitted). *Relying on the external world after stroke: Individual variability in compensation strategies in working memory use*.
- Böing, S., Ten Brink, A. F., Hoogerbrugge, A. J., Oudman, E., Postma, A., Nijboer, T. C. W., & Van der Stigchel, S. (2023). Eye movements as proxy for visual working memory usage: Increased reliance on the external world in Korsakoff Syndrome. *Journal of Clinical Medicine*, 12(11), Art. 11. <https://doi.org/10.3390/jcm12113630>.
- Bouma, A., Mulder, J., Lindeboom, J., & Schmand, B. (2012). *Handboek neuropsychologische diagnostiek* (2de dr.). Pearson Assessment and Information BV.
- Burnett, L. K., & Richmond, L. L. (2023). Just write it down: Similarity in the benefit from cognitive offloading in young and older adults. *Memory & Cognition*. <https://doi.org/10.3758/s13421-023-01413-7>.
- Chaytor, N., & Schmitter-Edgecombe, M. (2003). The ecological validity of neuropsychological tests: A review of the literature on everyday cognitive skills. *Neuropsychology Review*, 13(4), 181-197. <https://doi.org/10.1023/B:NERV.0000009483.91468.fb>.
- Conway, A. R. A., Kane, M. J., Bunting, M. F., Hambrick, D. Z., Wilhelm, O., & Engle, R. W. (2005). Working memory span tasks: A methodological review and user's guide. *Psychonomic Bulletin & Review*, 12(5), 769-786. <https://doi.org/10.3758/BF03196772>.
- Cowan, N. (2001). The magical number 4 in short-term memory: A reconsideration of mental storage capacity. *Behavioral and Brain Sciences*, 24(1), 87-114. <https://doi.org/10.1017/S0140525X01003922>.
- Cowan, N. (2016). *Working Memory Capacity: Classic Edition*. Psychology Press.
- Draschkow, D., Kallmayer, M., & Nobre, A. C. (2021). When natural behavior engages working memory. *Current Biology*. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2020.11.013>.
- Gilbert, S. J. (2015). Strategic offloading of delayed intentions into the external environment. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 68(5), 971-992. <https://doi.org/10.1080/17470218.2014.972963>.
- Gilbert, S. J., Bird, A., Carpenter, J. M., Fleming, S. M., Sachdeva, C., & Tsai, P.-C. (2020). Optimal use of reminders: Metacognition, effort, and cognitive offloading. *Journal of Experimental Psychology: General*, 149(3), 501-517. <https://doi.org/10.1037/xge0000652>.
- Gray, W. D., Sims, C. R., Fu, W.-T., & Schoelles, M. J. (2006). The soft constraints hypothesis: A rational analysis approach to resource allocation for interactive behavior. *Psychological Review*, 113(3), 461-482. <https://doi.org/10.1037/0033-295X.113.3.461>.
- Grinschgl, S., Meyerhoff, H. S., Schwan, S., & Papenmeier, F. (2021). From metacognitive beliefs to strategy selection: Does fake performance feedback influence cognitive offloading? *Psychological Research*, 85(7), 2654-2666. <https://doi.org/10.1007/s00426-020-01435-9>.
- Hoogerbrugge, A. J., Strauch, C., Böing, S., Nijboer, T. C. W., & Van der Stigchel, S. (2024). Just-in-time encoding into visual working memory is contingent upon constant availability of external information. *Journal of Cognition*, 7(1), Art. 1. <https://doi.org/10.5334/joc.364>.
- Kessels, R. P. C., Nys, G. M. S., Brands, A. M. A., Van den Berg, E., & Van Zandvoort, M. J. E. (2006). The modified Location Learning Test: Norms for the assessment of spatial memory function in neuropsychological patients. *Archives of Clinical Neuropsychology*, 21(8), 841-846. <https://doi.org/10.1016/j.acn.2006.06.015>.
- Kessels, R. P. C., Van Zandvoort, M. J. E., Postma, A., Kappelle, L. J., & De Haan, E. H. F. (2000). The Corsi Block-Tapping Task: Standardization and normative data. *Applied Neuropsychology*, 7(4), 252-258. https://doi.org/10.1207/S15324826ANO704_8.
- Kvitelashvili, S., & Kessler, Y. (2024). *Memory at will: Investigating voluntary utilization*.

- tion of visual working memory capacity. <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-3834000/v1>.
- Luck, S. J., & Vogel, E. K. (2013). Visual working memory capacity: From psychophysics and neurobiology to individual differences. *Trends in Cognitive Sciences*, 17(8), 391-400. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2013.06.006>.
- Luria, R., Sessa, P., Gotler, A., Jolicœur, P., & Dell'Acqua, R. (2010). Visual short-term memory capacity for simple and complex objects. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 22(3), 496-512. <https://doi.org/10.1162/jocn.2009.21214>.
- Meyerhoff, H. S., Grinschgl, S., Papenmeier, F., & Gilbert, S. J. (2021). Individual differences in cognitive offloading: A comparison of intention offloading, pattern copy, and short-term memory capacity. *Cognitive Research: Principles and Implications*, 6(1), 34. <https://doi.org/10.1186/s41235-021-00298-x>.
- Morrison, A. B., & Richmond, L. L. (2020). Offloading items from memory: Individual differences in cognitive offloading in a short-term memory task. *Cognitive Research: Principles and Implications*, 5(1), 1. <https://doi.org/10.1186/s41235-019-0201-4>.
- Parsey, C. M., & Schmitter-Edgecombe, M. (2013). Applications of technology in neuropsychological assessment. *The Clinical Neuropsychologist*, 27(8), 1328-1361. <https://doi.org/10.1080/13854046.2013.834971>.
- R Core Team. (2017). *R: A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing. <https://www.R-project.org>.
- Risko, E. F., & Dunn, T. L. (2015). Storing information in-the-world: Metacognition and cognitive offloading in a short-term memory task. *Consciousness and Cognition*, 36, 61-74. <https://doi.org/10.1016/j.concog.2015.05.014>.
- Saan, R. J., & Deelman, B. G. (1986). *De 15-Woordentests A en B: Een voorlopige handleiding (Intern rapport)*. Groningen: AZG, afd. Neuropsychologie.
- Sahakian, A., Gayet, S., Paffen, C. L. E., & Van der Stigchel, S. (2023). Mountains of memory in a sea of uncertainty: Sampling the external world despite useful information in visual working memory. *Cognition*, 234, 105381. <https://doi.org/10.1016/j.cognition.2023.105381>.
- Singmann, H., & Kellen, D. (2019). An introduction to mixed models for experimental psychology. In: D. H. Spieler & E. Schumacher (red.), *New methods in cognitive psychology* (pp. 4-31). Psychology Press.
- Somai, R. S., Schut, M. J., & Van der Stigchel, S. (2020). Evidence for the world as an external memory: A trade-off between internal and external visual memory storage. *Cortex*, 122, 108-114. <https://doi.org/10.1016/j.cortex.2018.12.017>.
- Van der Stigchel, S. (2020). An embodied account of visual working memory. *Visual Cognition*, 28(5-8), 414-419. <https://doi.org/10.1080/13506285.2020.1742827>.
- Vandierendonck, A. (2017). A comparison of methods to combine speed and accuracy measures of performance: A rejoinder on the binning procedure. *Behavior Research Methods*, 49(2), 653-673. <https://doi.org/10.3758/s13428-016-0721-5>.
- Vandierendonck, A. (2021). On the utility of integrated speed-accuracy measures when speed-accuracy trade-off is present. *Journal of Cognition*, 4(1), 22. <https://doi.org/10.5334/joc.154>.
- Verhage, F. (1964). *Intelligentie en leeftijd: Onderzoek bij Nederlanders van twaalf tot zevenenzeventig jaar*. Proefschrift. Van Gorcum.
- Wechsler, D. (2012). *WAIS-IV-NL: Wechsler adult intelligence scale - Nederlandstalige bewerking. Technische Handleiding*. (4th dr.). Pearson Assessment and Information BV.