

# Out of memory: geheugen sneller vol in gebarentaal\*

Gineke ten Holt & Petra Hendriks

Intelligentietests zoals de WAIS-III maken gebruik van geheugentestjes als deelttoetsen, waaronder de cijferreeksentest. Op deze cijferreeksentest lijken verschillende talen echter verschillende scores te geven. Gebarentaalgebruikers komen lager uit dan sprekers. Waarom is dit het geval? Wat voor invloed hebben de eigenschappen van de taal op het vermogen om te onthouden? In dit artikel wordt een onderzoek gepresenteerd naar het korte-termijngeheugen in gebarentaal, en worden mogelijke verklaringen besproken voor de uitkomst van dit onderzoek.

Voor het onthouden van cijfers maken mensen gebruik van het korte-termijngeheugen. In intelligentietests wordt de capaciteit van het korte-termijngeheugen getest en gebruikt als één van de voorspellers van het verbale IQ. Maar er lijken meer zaken invloed te hebben op de capaciteit van het korte-termijngeheugen dan alleen de cognitieve capaciteiten van een persoon. Bijvoorbeeld welke taal je eigenlijk spreekt en hoe snel je praat. In dit artikel wordt een onderzoek gepresenteerd waarin gekeken is of er aanwijzingen voor dergelijke invloeden zijn. Verder wordt besproken wat de gevolgen daarvan zijn voor onze visie op de werking van het korte-termijngeheugen en voor andere, meer praktische zaken zoals intelligentietests.

## *Korte-termijngeheugen*

Het korte-termijngeheugen is het onderdeel van het geheugen waarin je informatie voor korte tijd opslaat, bijvoorbeeld het telefoonnummer dat je moet onthouden terwijl je van het telefoonboek naar de telefoon loopt. Dit soort informatie wordt niet permanent opgeslagen, maar slechts even, vandaar 'korte-termijngeheugen'. Het korte-termijngeheugen heeft een beperkte capaciteit. Miller (1956) stelde dat die capaciteit 7 plus of min 2 is. Dat wil zeggen: er kunnen gemiddeld zeven stukken ongerelateerde informatie vastgehouden worden in het korte-termijngeheugen.

Volgens Baddeley (1986) bestaat het korte-termijngeheugen eigenlijk uit drie verschillende componenten: een deel voor auditieve informatie (de *fonologische lus*), een deel voor visuele informatie (het *visuo-spatiële schetsblok*), en een centrale besturingseenheid (de *central executive*). Om te benadrukken dat dit systeem geen passief systeem is, gaf Baddeley zijn geheugenmodel de naam 'werkgeheugen'. Het werkgeheugen is geen passieve opslagplaats van informatie, maar lijkt eerder op een mentale werkbank waar informatie niet alleen tijdelijk onthouden wordt maar bovendien constant gebruikt, gecombineerd en getransformeerd wordt. We zullen de werking van de drie componenten van het werkgeheugen hier even kort uiteenzetten.

[figuur 1]

De fonologische lus slaat auditieve informatie op, bijvoorbeeld spraakklanken. De hoeveelheid informatie die deze fonologische lus kan bevatten is slechts beperkt. De fonologische lus wordt daarom wel vergeleken met een stuk cassetteband waarvan beide einden aan elkaar zijn geplakt, dat voortdurend ronddraait. Informatie in deze fonologische lus zakt binnen twee seconden weg, tenzij deze informatie

---

\* De auteurs bedanken Anne Boomsma van de Rijksuniversiteit Groningen voor zijn hulp bij de statistische analyse van de data, en Ben Mulder, eveneens van de Rijksuniversiteit Groningen, voor het ter beschikking stellen van de Digitale Werkplaats van de afdeling Experimentele en Arbeidspsychologie.

subvocaal herhaald wordt. Als je een telefoonnummer voor korte tijd wilt onthouden, dan kun je de cijfers dus het beste in je zelf herhalen. Het visuo-spatieële schetsblok slaat visuele en spatieële informatie op, bijvoorbeeld de positie van een aantal objecten ten opzichte van elkaar. Deze component van het werkgeheugen maakt het mogelijk dat we mentale bewerkingen kunnen uitvoeren op visuele beelden, zoals rotatie en vergelijking. Ook het visuo-spatieële schetsblok is beperkt in capaciteit. Dit is vergelijkbaar met een echt schetsblok, waarop je ook maar een beperkt aantal tekeningen kwijt kunt zonder dat dit ten koste gaat van de mate van detail van de tekeningen. De capaciteitsbeperkingen van de fonologische lus en het visuo-spatieële schetsblok zijn onafhankelijk van elkaar. De centrale besturingseenheid, tenslotte, integreert informatie van de fonologische lus, het visuo-spatieële schetsblok en het lange-termijngeheugen. De centrale bestuursseenheid speelt bovendien een rol bij aandachtsprocessen en bij het plannen van en het toezicht houden op gedrag. Hoewel Baddeley's geheugenmodel verbonden is met de naam 'werkgeheugen', zullen we in de rest van dit artikel vanwege de inzichtelijkheid de naam 'korte-termijngeheugen' blijven gebruiken als synoniem voor 'werkgeheugen'.

Miller stelde de capaciteit van dit geheugensysteem dus op ongeveer 7. Nu, bijna 50 jaar na Millers artikel, is er echter nog steeds onduidelijkheid over "the magical number seven", het gemiddelde aantal te onthouden stukken informatie. Niet alleen de oorsprong van deze beperking op het korte-termijngeheugen, maar ook het exacte aantal elementen dat onthouden kan worden is nog steeds onderwerp van discussie. Sommige onderzoekers menen dat een capaciteit van 7 een overschatting is. Deze hoge capaciteit zou bereikt worden door een samenwerking van verschillende geheugenstructuren. De kale capaciteit van het korte-termijngeheugen zelf zou eigenlijk slechts 4 bedragen (Cowan, 2000). In onderzoek waarbij gebruik gemaakt werd van andere tests dan de cijferreeksentest bleek het aantal van zeven onthouden stukken informatie vaak helemaal niet gehaald te worden. Bovendien lijkt het aantal te variëren met de uit te voeren taak en het soort informatie dat onthouden moet worden.

Dit artikel bespreekt een onderzoek dat onlangs is uitgevoerd aan de Rijksuniversiteit Groningen naar het effect dat de vorm van de informatie heeft op het onthouden. In dit onderzoek werd de capaciteit van het korte-termijngeheugen van sprekers en gebarentaalgebruikers onderzocht door middel van de cijferreeksentest zoals die in de WAIS-III gebruikt wordt. De inhoud van de informatie (de cijfers) was voor beide groepen identiek, alleen de vorm (gesproken taal tegenover gebarentaal) verschilde. Als hier verschillen zouden worden aangetroffen tussen de twee groepen, dan zou dit een indicatie zijn dat vorm inderdaad een cruciale rol speelt voor het onthouden op korte termijn.

## *Onderzoek en resultaten*

In het onderzoek zijn twee groepen proefpersonen getest: tien moedertaalsprekers van het Nederlands en acht moedertaalgebaarders van Nederlandse Gebarentaal. De laatste zijn mensen die prelinguaal doof zijn – dat wil zeggen doof zijn geworden voor ze taal leerden spreken en verstaan – en vanaf hun jeugd Nederlandse Gebarentaal hebben geleerd (op een leeftijd van maximaal 3 jaar). Beide groepen deden de WAIS-III cijferreeksentest vooruit. Hierbij moeten proefpersonen steeds langere reeksen cijfers onthouden en onmiddellijk herhalen. De capaciteit van het korte-termijngeheugen wordt vervolgens bepaald als de lengte van de langste reeks die nog correct onthouden kon worden. Voor elke reekslengte heeft de proefpersoon twee pogingen.

De sprekers deden de test in het Nederlands, met stimuli die opgenomen waren op cassetteband. De gebaarders deden de test in Nederlandse Gebarentaal, dus met cijfers in gebarentaal. Voor hen waren de stimuli opgenomen op videoband door een moedertaalgebaarder. De proefpersonen kregen de stimulus (een cijferreeks) te horen/zien, en moesten vervolgens de voorbeeldreeks in dezelfde volgorde proberen te herhalen. Ook hier geldt weer dat sprekers de reeks herhaalden in gesproken Nederlands, en gebaarders in Nederlandse Gebarentaal. Lukte het om de reeks te herhalen, dan werd de volgende cijferreeks afgespeeld. Slaagde een proefpersoon er niet meer in een reeks met een bepaalde lengte correct te herhalen, ook niet bij de tweede poging, dan was de proef afgelopen.

Cijfers in Nederlandse Gebarentaal zijn in verhouding tot andere gebaren even kort als cijfers in gesproken taal. Dat wil zeggen: voor gesproken taal geldt dat de cijfers korte, makkelijk uit te spreken woorden zijn, die weinig tijd kosten om uit te spreken. Hetzelfde geldt naar verhouding voor cijfergebaren: ze zijn kort van duur, bevatten geen bewegingen en worden met één hand gemaakt (zie figuur 2).

[figuur 2]

Omdat het interessant was het onderzoek te kunnen vergelijken met het Engelstalig onderzoek van Boutla et al. (in voorbereiding), is in de reeksen van de WAIS-deeltoets het cijfer negen vervangen door andere cijfers. Dit cijfer heeft namelijk in het Nederlands twee lettergrepen, en in het Engels slechts één. Zonder de negen zijn Nederlandse en Engelse cijfers goed vergelijkbaar. De resultaten van het onderzoek zijn weergegeven in tabel 1.

[tabel 1]

De resultaten van de test toonden een verschil in gemiddelde capaciteit van het korte-termijngeheugen. In de gebaardersgroep was het gemiddelde van de capaciteit van het korte-termijngeheugen 4,63, in de sprekersgroep was dat 6,60. De spreiding in de scores was bij de gebaarders iets groter dan bij de sprekers, maar in geen van beide groepen komen uitschieters in de data voor die het beeld van de resultaten zouden kunnen vervormen. Er is dus sprake van een verschil in gemiddelde capaciteit van het korte-termijngeheugen tussen sprekers en gebaarders. Met een Mann-Whitney-test werd vastgesteld dat dit verschil inderdaad significant is, zelfs bij het relatief kleine aantal proefpersonen. Bij een eenzijdige toets was de overschrijdingskans 0,002. Dat wil zeggen dat met 99,8% zekerheid gesteld kan worden dat de gemiddelden significant verschillen.

We mogen hieruit dus concluderen dat Nederlandse gebaarders een kleinere capaciteit van het korte-termijngeheugen hebben dan Nederlandse sprekers. Eerder onderzoek heeft een dergelijk verschil al gevonden tussen Amerikaanse gebaarders en sprekers voor cijfers (Boutla et al., in voorbereiding) en voor woorden (Klima & Bellugi, 1979).

### *Waarom een verschil tussen sprekers en gebaarders?*

Het bestaan van een verschil in capaciteit van het korte-termijngeheugen tussen sprekers en gebaarders is dus vastgesteld. Maar waarom is dit verschil er? Het simpelste antwoord zou zijn: omdat doven een slechter geheugen hebben dan horenden. Dat kan echter niet het antwoord zijn. In het onderzoek van Boutla et al. (in voorbereiding) is de cijferreeksentest afgenomen bij (Amerikaanse) doven en natuurlijke tweetaligen – horende kinderen van dove ouders die zowel Engels als American Sign Language als moedertaal hebben. Deze tweetaligen deden de test zowel in gesproken taal als in gebarentaal en haalden in beide talen het gemiddelde. Dat wil zeggen: op de gebarentest haalden ze het gemiddelde van de doven (ongeveer 4) en op de gesproken test het gemiddelde van de sprekers (ongeveer 7). De lagere capaciteit is dus blijkbaar intrinsiek aan gebarentaal, en niet aan de aandoening ‘doof’. Als je cijfers probeert te onthouden in gebarentaal, passen er minder in je geheugen dan wanneer je ze in gesproken taal onthoudt.

Een andere voor de hand liggende verklaring is de volgende: gebarentaal is een visuele taal. Volgens Baddeley's model van het werkgeheugen wordt visuele informatie verwerkt via het visuo-spatieel schetsblok, terwijl auditieve informatie via de fonologische lus gaat. Je zou dus kunnen verwachten dat gebarentaal verwerkt en onthouden wordt via dat schetsblok, en dat dit ofwel kleiner van capaciteit is, ofwel trager met het opleveren van de informatie, waardoor er minder gebaren onthouden kunnen worden dan woorden. Er is echter onderzoek gedaan dat erop wijst dat gebarentaal in het korte-termijngeheugen verwerkt wordt op een manier die geheel parallel loopt aan de manier van verwerking van gesproken taal. Wilson en Emmorey (1998) vonden bewijs voor deze ‘visuo-spatieel fonologische lus’. Ze vonden bijvoorbeeld bij gebaarders, net als bij sprekers, het ‘word length effect’: het verschijnsel dat er van lange woorden minder onthouden kunnen worden dan van korte. Lange woorden in gebarentaal zijn gebaren die langer duren om te produceren, bijvoorbeeld gebaren die een paar keer herhaald moeten worden of waarvoor grote armbewegingen moeten worden gemaakt. Als gebaren in de vorm van visuele representaties op het visuo-spatieel schetsblok opgeslagen worden, waarom zou er dan een correlatie zijn tussen articulatie-tijd van een gebaar en hoeveel gebaren er in het geheugen passen? Als gebaarders echter gebruik maken van een ‘visuo-spatieel fonologische lus’, een visuele versie van de fonologische lus, dan is het verband logisch: hoe langer het duurt om een gebaar subvocaal (dat wil zeggen, in gedachten, zonder het gebaar echt te produceren) te herhalen, hoe minder je er in de lus kunt passen, en dus hoe minder je er kunt onthouden. Op grond van dit effect, en een aantal gelijksoortige effecten die Wilson en Emmorey vonden, is het onwaarschijnlijk dat gebarentaal onthouden wordt met behulp van het visuele schetsblok. Het lijkt er eerder op dat gebarentaal en gesproken taal beide in een gelijksoortige constructie verwerkt

woorden: een opslag en een subvocale herhalingsroutine. Deze herhalingsroutine kan dan ook beter articulatielus genoemd worden dan fonologische lus, aangezien het niet alleen fonologische informatie is die hier verwerkt wordt, maar eerder taal informatie in het algemeen.

Het waargenomen verschil tussen sprekers en gebaarders lijkt dus niet verklaard te kunnen worden vanuit de aanname dat gesproken taal verwerkt wordt door de fonologische lus, en gebarentaal door een andere geheugencomponent, namelijk het visuo-spatieel schetsblok. Een andere mogelijke verklaring, gesuggereerd door de reviewers van dit artikel, is dat gebarentaal niet alleen capaciteit vereist van de articulatielus maar ook van de centrale besturingseenheid. Met andere woorden, het verwerken en onthouden van gebaren zou meer *resources* vereisen dan het verwerken en onthouden van gesproken taal. Baddeley (1986) suggereerde dat de fonologische lus en het visuo-spatieel schetsblok bij veeleisende taken een beroep kunnen doen op resources van de centrale besturingseenheid wanneer de eigen resources onvoldoende zijn. Echter, er lijken geen aanwijzingen te zijn dat de centrale besturingseenheid meer aangesproken wordt bij de verwerking van gebaren dan bij de verwerking van gesproken taal. Zowel voor de sprekers als voor de gebaarders was de taak in het onderzoek om zo lang mogelijke cijferreeksen te onthouden en te reproduceren. Er was geen sprake van een andere, tegelijkertijd uit te voeren, taak die zou kunnen interfereren met de cijferreeksentest, en die benodigde resources zou kunnen wegnemen. Aangenomen mag dus worden dat door sprekers en door gebaarders alle beschikbare resources (zowel van de articulatielus als van de centrale besturingseenheid) gebruikt zijn om zoveel mogelijk cijfers te onthouden. Kortom, ook voor gesproken taal zal een beroep zijn gedaan op de resources van de centrale besturingseenheid. De aanname van een verschillende rol van de centrale besturingseenheid bij gesproken taal en gebarentaal lijkt dus ongegrond.

Een bevredigendere verklaring voor het waargenomen verschil in capaciteit van het korte-termijngeheugen tussen sprekers en gebaarders is te vinden in de capaciteit van de articulatielus. De articulatielus heeft namelijk een vaste lengte van ongeveer twee seconden. Dat geldt voor gebaarders zowel als sprekers (Emmorey, 2002). Verder is er ondersteuning voor de theorie dat articulatielustijd en korte-termijngeheugencapaciteit direct gerelateerd zijn (Swanson & Ashbaker, 2000). Doordat de articulatielus een vaste lengte heeft, geldt: hoe sneller een woord gearticuleerd kan worden, hoe meer woorden er subvocaal herhaald en dus onthouden kunnen worden. Deze theorie verklaart het 'word length effect' en het feit dat snellere sprekers meer kunnen onthouden dan langzame. Nu is het echter zo dat door de grotere motorische belasting van gebarentaal gebaren gemiddeld langer duren dan woorden. Dat betekent dus dat er in de twee seconden die de articulatielus duurt minder gebaren gevormd kunnen worden dan woorden. En dat geeft ons een verklaring voor het verschil in capaciteit van het korte-termijngeheugen tussen gebaarders en sprekers: in gebaren kunnen er minder cijfers vastgehouden worden, omdat de gebaren door hun langere duur de articulatielus sneller opvullen. Dit effect – dat in talen met een gemiddeld lange articulatielustijd de capaciteit van het korte-termijngeheugen ook kleiner is – is niet onbekend. Eerder onderzoek vond al een verschil in korte-termijngeheugencapaciteit bij een cijfer-herhalingstaak tussen het Engels en het Welsh. Sprekers van het Engels scoren hoger dan sprekers van het Welsh (Ellis & Hennesly, 1980). Ook hier ligt de verklaring waarschijnlijk in de articulatielustijd: Welsh cijferwoorden zijn langer dan Engelse cijfers. Gebarentaal is hierin een taal als alle andere, met een gemiddeld lange articulatielustijd en daardoor een relatief kleine capaciteit van het korte-termijngeheugen.

### *Korte-termijngeheugen en IQ-tests*

De test die in dit onderzoek gebruikt is – de cijferreeksentest – is een subtest van de WAIS-III (Nederlandse bewerking). Zoals gebleken is, behalen mensen met een verschillende moedertaal ook verschillende resultaten op deze test. Is het dan niet vreemd om zo'n test te gebruiken als voorspeller van het (verbale) IQ van een persoon? Het is duidelijk dat verschillen die niet van belang zijn voor de intelligentie en cognitieve vaardigheden van een persoon – zoals verschillen in moedertaal – invloed hebben op de score op deze test.

Nu is het zo dat voor de WAIS-III geldt dat de normering vastgesteld wordt per land, en dat een land meestal één taalgroep is, zodat de invloed van een verschil in moedertaal niet groot zal zijn. Echter, in de moderne multiculturele samenleving geldt steeds minder dat alle inwoners van één land één en dezelfde taal spreken. Hierover bestaan meer en uitgebreidere discussies dan hier behandeld kunnen worden. Maar naast discussies over IQ-tests voor mensen die de landstaal als tweede taal spreken, zoals allochtonen, is het ook interessant om de positie van Doven te overwegen.

Lange tijd heeft het oralisme in Nederland en elders de overhand gehad: de stroming in Dovenonderwijs die gebarentaal verbiedt en erop gericht is Doven te leren spreken en liplezen. Maar de laatste twintig jaar is hier verandering in gekomen en worden gebarentalen overal geaccepteerd als de natuurlijke taal van Doven. Gebarentalen zijn namelijk echte, natuurlijke talen. Ze zijn niet kunstmatig vervaardigd en ze hebben dezelfde uitdrukingskracht als gesproken talen (Koenen et al., 1993). Zou er echter een versie in Nederlandse Gebarentaal van de WAIS of een vergelijkbare test gemaakt worden, dan zouden Doven op de cijferreeksentest beneden de norm scoren, zoals uit dit onderzoek gebleken is, terwijl dit niet te wijten is aan hun cognitieve capaciteiten, maar aan de eigenschappen van hun moedertaal. Een onjuiste invloed voor een intelligentietest.

Maar is het niet correct dat Doven lager scoren, als de capaciteit van hun korte-termijngeheugen kleiner is? Immers, het korte-termijngeheugen is van belang voor taalvaardigheid. Mensen met een kleinere korte-termijngeheugencapaciteit hebben ook meer moeite met de verwerking van taal (Swanson & Ashbaker, 2000). Het antwoord lijkt nee te zijn. Aangezien de kleine capaciteit van het korte-termijngeheugen intrinsiek is aan het gebruik van gebaren, is het aannemelijk dat de structuur van gebarentalen hieraan aangepast is. En het klopt dat in gebarentaal geen gebruikt wordt gemaakt van uitgangen. Bovendien is de grammatica ruimtelijk, zodat de behoefte aan woorden met een groot (en dus langdurig) bereik in een zin minimaal is. Emmorey speculeert ook al dat de beperkte ruimte in het korte-termijngeheugen voor gebaren de reden is dat doven moeilijk versies van (kunstmatige) gebarentalen kunnen leren die wél gebruik maken van uitgangen, terwijl ze geen moeite hebben met hun eigen, natuurlijk ontstane gebarentalen (Emmorey, 2002).

De taal lijkt te zijn gevormd naar de mogelijkheden van het medium. Met de taalstructuur van gebarentalen is het mogelijk voor een Dove om een uitstekende taalvaardigheid te bezitten, ondanks het feit dat gebaren het korte-termijngeheugen sneller vullen. Als er dus een versie van de WAIS of een vergelijkbare test in Nederlandse Gebarentaal gemaakt zal worden, dan moet in elk geval het onderdeel “cijferreeksentest” anders gescoord worden. Het gemiddelde voor gebaarders ligt op deze test immers lager, zoals gebleken is, maar dit duidt niet op een mindere taalvaardigheid en dus een lager IQ. Het duidt op een andere taal die werkt met een ander medium en daardoor andere karakteristieken heeft. Deze zouden als zodanig herkend moeten worden, en er zou dan ook rekening mee moeten worden gehouden in het ontwerpen van een IQ-test in gebarentaal.

## *Conclusies*

Uit het gepresenteerde onderzoek bleek dat gebaarders gemiddeld een kleinere capaciteit van het korte-termijngeheugen hebben dan sprekers. De verklaring bleek niet te liggen in verschillen tussen doven en horenden, maar eerder in verschillen tussen gesproken taal en gebarentaal. Het is de taal die bepaalt hoeveel er in het korte-termijngeheugen opgeslagen kan worden. In gebarentaal is het korte-termijngeheugen blijkbaar eerder ‘vol’. Het is goed mogelijk dat de oorzaak ligt in de langere duur van gebaren versus woorden. Er zijn namelijk ook verschillen in capaciteit van het korte-termijngeheugen gevonden tussen gesproken talen die onderling verschillen in gemiddelde articulatie-tijd.

Deze verklaring – dat er een causaal verband bestaat tussen articulatie-duur en korte-termijngeheugencapaciteit – is nog steeds de beste theorie om verschillen in korte-termijngeheugen te verklaren: tussen leeftijdsgroepen, tussen individuen onderling en ook tussen gebaarders en sprekers. Het is dus belangrijk deze overweging mee te nemen wanneer er assumpties gedaan worden over korte-termijngeheugencapaciteit en intelligentie. Want hoewel gebaren het korte-termijngeheugen sneller opvullen dan woorden, betekent dat nog niet dat er in gebaren ook minder of minder vaardig gepraat kan worden. Als een computer de melding “out of memory” geeft, dan is dat een probleem, maar voor de menselijke cognitie zijn beperkingen van de geheugencapaciteit slechts een klein obstakel. De kernachtigheid van gebaren en de manier waarop de grammatica van gebarentalen werkt compenseren even goed voor deze beperking als de gebarentaal zelf compenseert voor het onvermogen een auditieve taal te gebruiken.

## *Auteursgegevens*

Gineke ten Holt studeert Kunstmatige Intelligentie aan de Rijksuniversiteit Groningen.

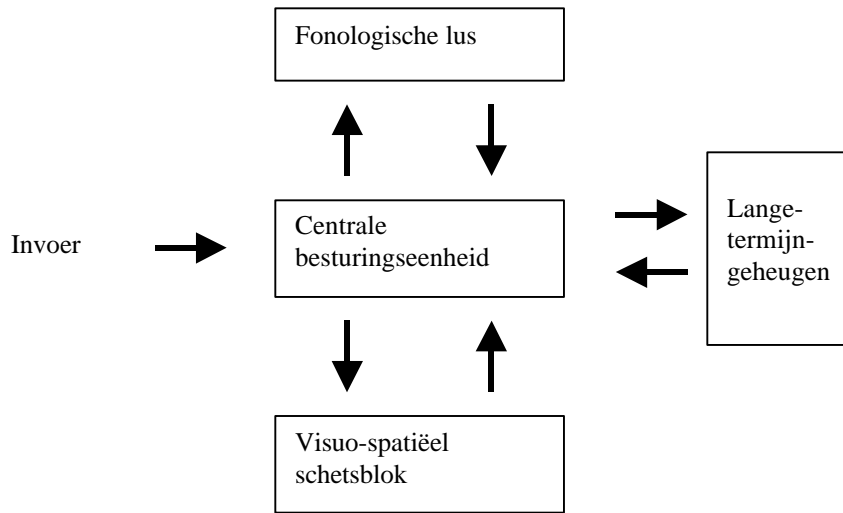
Petra Hendriks is als onderzoeker verbonden aan het Center for Language and Cognition Groningen aan de Rijksuniversiteit Groningen.

## Referenties






- Baddeley, A.D. (1986). *Working Memory*. Oxford, GB, Oxford University Press.
- Boutla, M., Supalla, T., & Hauser, P. (in voorbereiding). Working Memory in ASL: Is the Working Memory capacity limit of 7+/-2 an illusion?
- Cowan, N. (2000). The magical number 4 in short-term memory: a reconsideration of mental storage capacity. *Behavioral and Brain Sciences*, 24, 87-185.
- Ellis, N.C. & Hennelly, R.A. (1980). A bilingual word-length effect: Implications for intelligence testing and the relative ease of mental calculation in Welsh and English. *British Journal of Psychology*, 71, 43-51.
- Emmorey, K. (2002). *Language, Cognition and the Brain: Insights from Sign Language Research*. Mahwah, New Jersey, Lawrence Erlbaum Associates, Inc.
- Klima, E.S., & Bellugi, U. (1979). *The Signs of Language*. Cambridge, MA, Harvard University Press.
- Koenen, L., Bloem, T., Janssen, R., & Ven, A. van der (1993). *Gebarentaal: de taal van doven in Nederland*. Amsterdam/Antwerpen, Atlas Uitgeverij.
- Miller, G. (1956). The magical number seven plus or minus 2: some limitations on our capacity for information processing. *Psychological Review*, 63, 81-97.
- Swanson, H.L., & Ashbaker, M.H. (2000). Working Memory, Short-term Memory, Speech Rate, Word Recognition and Reading Comprehension in Learning Disabled Readers: Does the Executive System Have a Role? *Intelligence*, 28(1), 1-30.
- Swets Test Publishers (2000). WAIS-III (Nederlandse bewerking).
- Wilson, M., & Emmorey, K. (1998). A "word length effect" for sign language: Further evidence for the role of language in structuring working memory. *Memory & Cognition*, 26(3), 584-590.






## English Summary

Intelligence tests like the WAIS-III use the digit span test as a subtest to measure verbal IQ. This research shows that the results of Dutch subjects on the digit span test depend on the language being used in the test: speakers of Dutch reach an average score of 6.6, while signers of Dutch Sign Language have a significantly lower score of 4.6. This difference does not appear to be explained by different memory structures being involved in remembering auditory information versus visual information. Rather, because signed digits take more time to articulate than spoken digits, it is suggested that the capacity limit of the rehearsal loop is reached faster by signed digits.



**Figuur 1: Baddeley's model van het werkgeheugen**

Cijfer	1	2	3	4	5
NGT					

Cijfer (vervolg)	6	7	8	9	10
NGT (vervolg)					

**Figuur 2: De cijfers 1-10 in Nederlandse Gebarentaal, met toestemming overgenomen van de website van de Koninklijke Effatha Guyot Groep ([www.effathaguyot.nl](http://www.effathaguyot.nl)).**



	Gebaarders	Sprekers
Gemiddelde	4,63	6,60
Standaarddeviatie	1,30	0,84
Mediaan	4	7
Minimum	3	5
Maximum	7	8

**Tabel 1: Resultaten van het onderzoek naar de capaciteit van het korte-termijngeheugen van gebarentaalgebruikers en sprekers. Gebaarders: N=8; Sprekers: N=10.**