

De ontwikkeling van wiskundevaardigheden van sterke rekenaars

Bert De Smedt

*Faculteit Psychologie en Pedagogische Wetenschappen
Gezins- en Orthopedagogiek*



ROPARUN

Dankuwel !!!



Take home message

- Basale numerieke vaardigheden zijn geen primair kenmerk van sterke rekenaars
- Sterke rekenaars excelleren vooral in wiskunde-specifieke vaardigheden
- Sterke rekenvaardigheid kan reeds voor de start van het formele onderwijs vastgesteld worden
- Visueel-ruimtelijke vaardigheden worden doorheen de ontwikkeling steeds belangrijker voor sterke rekenvaardigheid



KU LEUVEN

FACULTY OF PSYCHOLOGY AND
EDUCATIONAL SCIENCES



Centre for Instructional Psychology and Technology

Cognitive characterizations of high mathematics achievement in early childhood

Merel Bakker

Doctoral thesis offered to obtain the degree of
Doctor of Educational Sciences (PhD)

Supervisor: Prof. dr. Bert De Smedt
Co-supervisors: Prof. dr. Joke Torbeyns
Prof. dr. Lieven Verschaffel

2022

Inhoud

- Sterke rekenaars
- Basale numerieke vaardigheden van sterke rekenaars
- Wiskunde-specifieke kenmerken van sterke rekenaars
- Voorlopers van sterke rekenvaardigheid op de kleuterleeftijd
- Implicaties

“Outstanding mathematical ability is a precious societal resource, sorely needed to maintain leadership in a technological world”

National Council of Teachers of Mathematics (1980, p. 18).

Sterke rekenaars



Cognitive and Neural Correlates of Mathematical Giftedness in Adults and Children: A Review

*Timothy Myers**, *Emma Carey* and *Dénes Szűcs**

Department of Psychology, Centre for Neuroscience in Education, University of Cambridge, Cambridge, United Kingdom

- Slechts 40-tal studies
- Vooral adolescenten en volwassenen
- Algemene cognitieve vaardigheden
- Focus op 1 factor

Sterke rekenaars

PERSPECTIVES ON PSYCHOLOGICAL SCIENCE

Special Section: Doing Psychological Science

Study of Mathematically Precocious Youth After 35 Years

Uncovering Antecedents for the Development of Math-Science Expertise

David Lubinski and Camilla Persson Benbow

Vanderbilt University

Research Article

Life Paths and Accomplishments of Mathematically Precocious Males and Females Four Decades Later

David Lubinski, Camilla P. Benbow, and Harrison J. Kell
Vanderbilt University



aps
ASSOCIATION FOR
PSYCHOLOGICAL SCIENCE

Psychological Science
2014, Vol. 25(12) 2217–2232
© The Author(s) 2014
Reprints and permissions:
sagepub.com/journalsPermissions.nav
DOI: 10.1177/0956797614551371
pss.sagepub.com
SAGE

Sterke rekenaars



Cognitive and Neural Correlates of Mathematical Giftedness in Adults and Children: A Review


*Timothy Myers**, *Emma Carey* and *Dénes Szűcs**

Department of Psychology, Centre for Neuroscience in Education, University of Cambridge, Cambridge, United Kingdom

- Jonge kinderen??
- Wiskunde-specifieke factoren??
- Multifactoriële benadering

!!! ≠ hoogbehaafdheid !!!

Basale numerieke vaardigheden van sterke rekenaars in de lagere school






 Journal of
Numerical Cognition

 PsychOpen^{GOLD}

Empirical Research

 Check for updates

The Role of Basic Number Processing in High Mathematics Achievement in Primary School

Merel Bakker^{1,2} , Elise Pelgrims² , Joke Torbeyns¹ , Lieven Verschaffel¹ , Bert De Smedt² 

Begrijpen van aantallen en rekenen

Developmental Science

Developmental Science 2017; 20: e12372

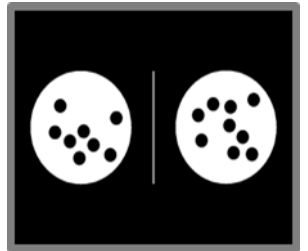
DOI: 10.1111/desc.12372

PAPER

Associations of non-symbolic and symbolic numerical magnitude processing with mathematical competence: a meta-analysis

Michael Schneider,¹ Kassandra Beeres,¹ Leyla Coban,¹ Simon Merz,¹
S. Susan Schmidt,¹ Johannes Stricker¹ and Bert De Smedt²

- Niet-symbolisch: $r = .241$ [CI: .198 - .284]
- **Symbolisch**: $r = .302$ [CI: .243 - .361]
 - Dyscalculie (Schwenk et al., 2017):
 - Niet symbolisch: $g = .24$
 - **Symbolisch**: $g = .75$



Begrijpen van ordinaliteit en rekenen

Cognition 121 (2011) 256–261

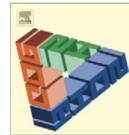
Contents lists available at SciVerse ScienceDirect

Cognition

journal homepage: www.elsevier.com/locate/COGNIT



ELSEVIER



COGNITION

Brief article

Numerical ordering ability mediates the relation between number-sense and arithmetic competence

Ian M. Lyons, Sian L. Beilock*

Department of Psychology, University of Chicago, United States

Cognition 150 (2016) 68–76

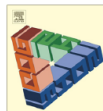
Contents lists available at ScienceDirect

Cognition

journal homepage: www.elsevier.com/locate/COGNIT



ELSEVIER



COGNITION

Beyond magnitude: Judging ordinality of symbolic number is unrelated to magnitude comparison and independently relates to individual differences in arithmetic

Celia Goffin, Daniel Ansari*

Numerical Cognition Laboratory, Department of Psychology & Brain and Mind Institute, The University of Western Ontario, Canada



2 3 4

6 2 4

Doel van de studie

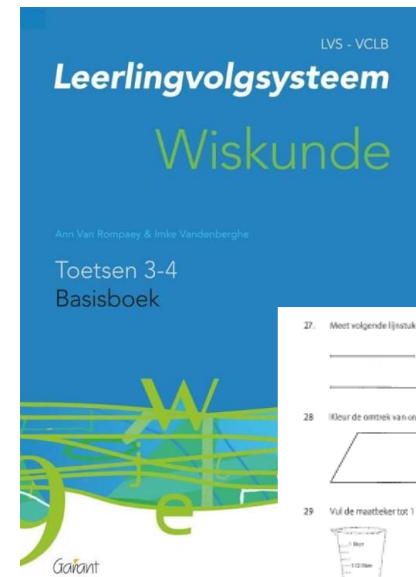
- Excelleren sterke rekenaars in de verwerking van getallen (aantal & orde)?
- In welke mate kunnen mogelijks excellente getalvaardigheden van sterke rekenaars verklaard worden door algemene cognitieve factoren?

Deelnemers

- Sterke rekenaars

- $> P_c 90$
- Twee opeenvolgende metingen
- Groep 5-6

- $n = 32$
- $M_{leeftijd} = 9.08$ jaar
- 13 meisjes, 19 jongens



27. Meet volgende lijnstukken en schrijf het resultaat maats: cm, cm.

28. Kleur de omtrek van onderstaande figuur:

29. Vul de maatlezer tot 1 liter:

30. Hoeveel flesjes van een halve liter kan Eva leegglazen in een lege emmer van 10 liter? flesjes.

31. Met welk woord kan je het best uitsdrukken hoeveel bloem je nodig hebt om paardenkooien te bakken?
 centimeter
 gram
 liter
 bekken.

12. Vul in: = of \neq
 $7 + 69$ $69 + 7$
 $56 - 12$ $12 - 56$
 $7 \times (100 + 25)$ $(7 \times 100) + (7 \times 25)$

13. Hoeveel groepjes van 7 zijn er in 187? groepjes.

14. Vul in:
Vermeerder 46 met 23. Dat is .

Het verschil tussen 37 en 11 is .

Het product van 9 en 3 is .

Het quotiënt van 40 en 4 is .

Vul in: +, -, \times of $:$
 5 $6 = 54$
 60 $6 = 10$
 70 $70 = 59$
4 keer 3 is evenveel als 3 keer .

Als ik de optelling $4 + 4 + 4 + 4 = 16$ als een maaikolering wil schrijven en uitbreken, dien schrijf ik: \times =

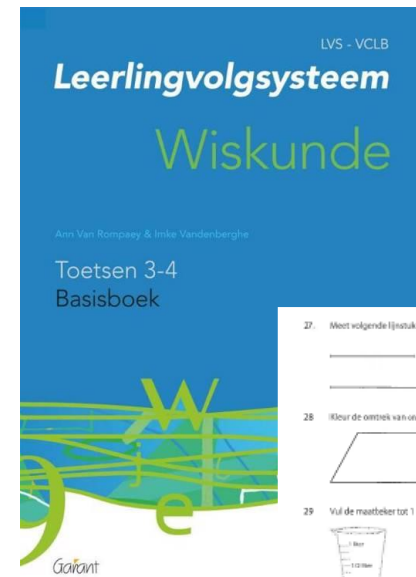
Hoeveel is 7×4 meer dan 23?

2maal 10 is 5 minder dan .

83 - p. 4

Deelnemers

- Gemiddelde rekenaars
 - Pc 25-75
 - Twee opeenvolgende metingen
 - Groep 5-6
 - Zelfde klas
- $n = 32$
- $M_{leeftijd} = 9.08$ jaar
- 15 meisjes, 17 jongens



27. Meet volgende lijnstukken en schrijf het resultaat maats: cm, cm.

28. Kleur de omtrek van onderstaande figuur:

29. Vul de maatlezer tot 1 liter:

30. Hoeveel flesjes van een halve liter kan Eva leegglazen in een lege emmer van 10 liter? flesjes.

31. Met welk woord kan je het best uitsdrukken hoeveel bloem je nodig hebt om pannenkoeken te bakken?
 centimeter
 gram
 liter
 bekers.

12. Vul in: = of \neq

$7 + 69$ $69 + 7$

$56 - 12$ $12 - 56$

$7 \times (100 + 25)$ $(7 \times 100) + (7 \times 25)$

13. Hoeveel groepjes van 7 zijn er in 187? groepjes.

14. Vul in:

Versmeerder 46 met 23. Dat is .

Het verschil tussen 37 en 11 is .

Het product van 9 en 3 is .

Het quotiënt van 40 en 4 is .

Vul in: +, -, \times of $:$

5 6 = 54

60 6 = 10

70 70 = 59

4 keer 3 is evenveel als 3 keer .

Als ik de optelling $4 + 4 + 4 + 4 + 4$ als een maalvermenig wil schrijven en uitrekenen, dien schrijf ik: \times =

Hoeveel is 7 x 4 meer dan 23?

2maal 10 is 5 minder dan .

83 - p. 4

Instrumenten

- Verwerking van getallen (symbolisch)

- Aantal



9 | 1

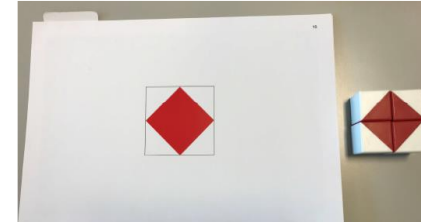
- Orde



6 2 4

Instrumenten

- Visueel-ruimtelijke vaardigheden
 - Spatiale visualisatie



- Werkgeheugen

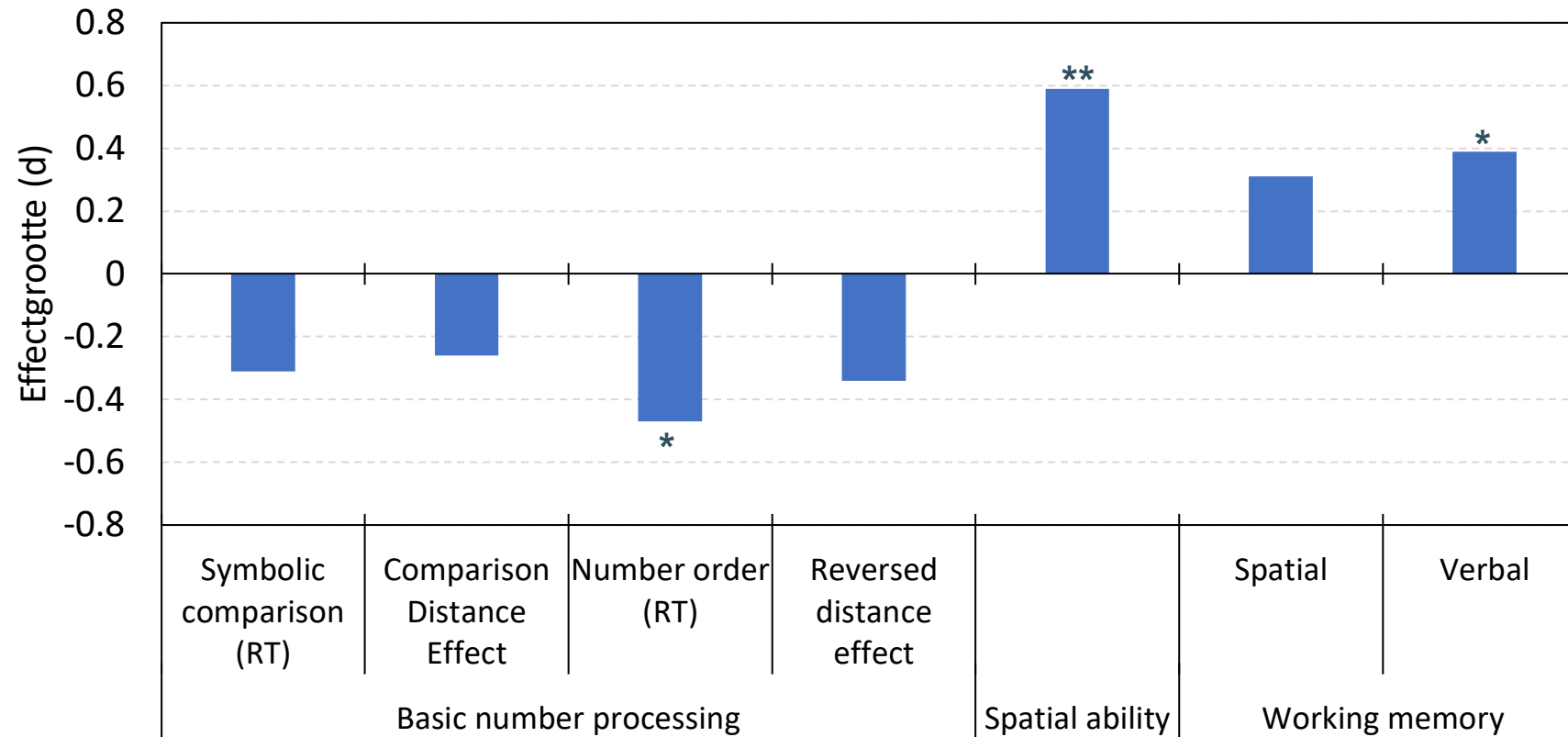
- Verbaal – visuo-spatiaal

2-5	
6-3	
4-8	
5-7-4	
2-5-9	
6-3-1	



Resultaten

- Groepsverschillen



Resultaten

- Worden groepsverschillen verklaard door algemeen cognitieve factoren?

Table 5

Results of the Logistic Regression Analysis

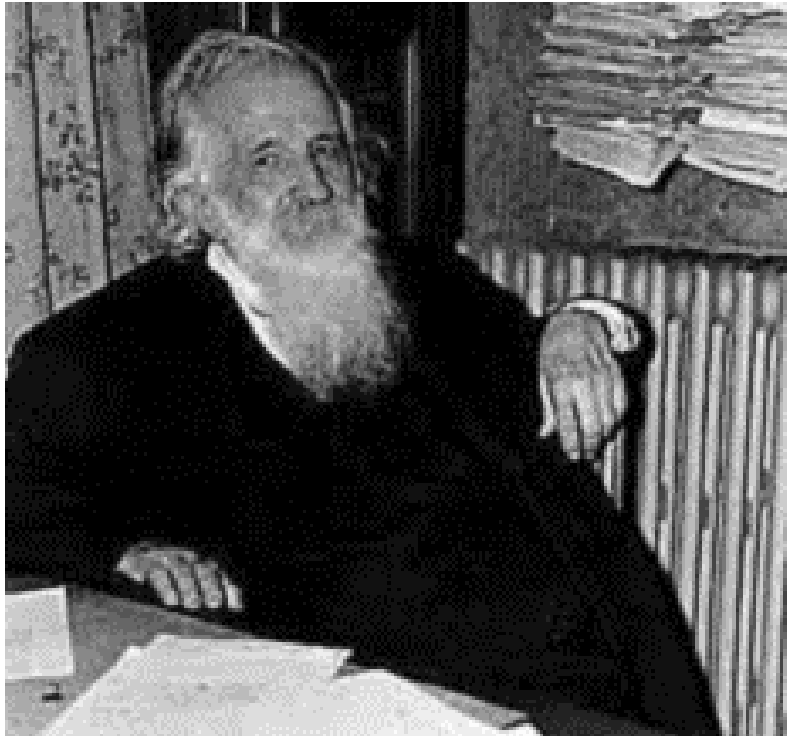
Variable	B	SE	β	<i>p</i>	Exp(B)
Symbolic comparison (Accuracy)	0.366	3.474	.039	.916	1.441
Symbolic comparison (RT)	-0.003	0.004	-.354	.502	0.997
Numerical order (Accuracy)	3.529	2.577	.546	.171	34.094
Numerical order (RT)	-0.001	0.001	-.640	.162	0.999
Spatial visualization ability	0.073	0.034	.818	.029	1.076
Verbal working memory	0.219	0.177	.453	.215	1.245
Visual-spatial working memory	-0.205	0.185	-.442	.269	0.815
One Minute Reading Test	0.031	0.030	.410	.302	1.032
Motor Reaction Time	0.004	0.006	.384	.459	1.004
Vocabulary	0.024	0.062	.147	.691	1.025

Conclusie

- Basale numerieke vaardigheden zijn geen primair kenmerk van sterke rekenaars
 - Klein verschil in het begrip van orde (verdwijnt na controle voor cognitieve vaardigheden)
 - Jongere leeftijd?
 - Complexere getallen?
- Sterke rekenaars vertonen uitstekende visueel-ruimtelijke vaardigheden

Maar, ...

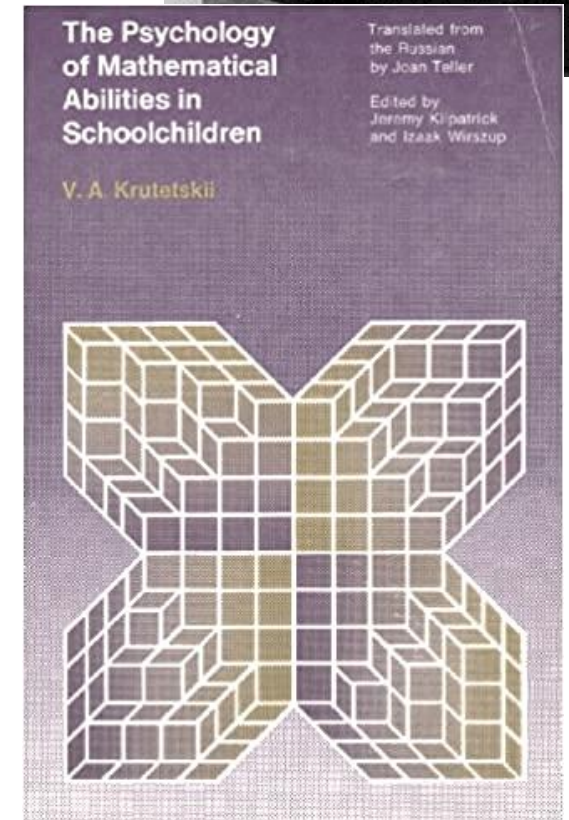
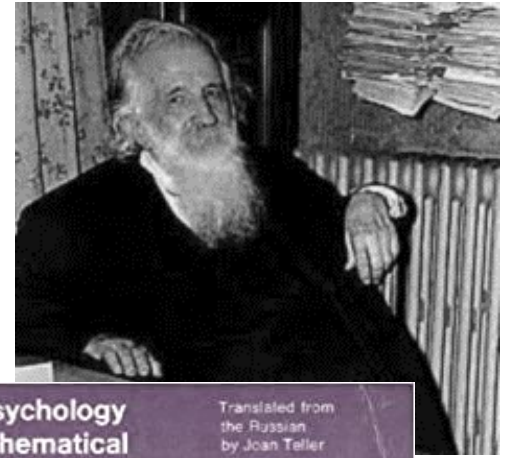
- Krutetskii (1976)



Swiftness of mental processes and abilities for rapid and precise calculation are not obligatory in the structure of mathematical high achievement (p. 351).

Maar, ...

- Krutetskii (1976)
 - *Investigation of mathematical abilities in which differences between pupils capable of learning mathematical material and those less capable of it would be most striking (p. 84)*
 - Wiskundige bril
 - Flexibiliteit van mentale processen
 - Streven naar wiskundige elegantie



Wiskunde-specifieke kenmerken van sterke rekenaars



© 2021 American Psychological Association
ISSN: 0022-0663

Journal of Educational Psychology

<https://doi.org/10.1037/edu0000678>

The Mathematical, Motivational, and Cognitive Characteristics of High Mathematics Achievers in Primary School

Merel Bakker^{1, 2}, Joke Torbeyns¹, Lieven Verschaffel¹, and Bert De Smedt²

¹ Faculty of Psychology and Educational Sciences, Centre for Instructional Psychology and Technology, KU Leuven

² Faculty of Psychology and Educational Sciences, Parenting and Special Education Research Unit, KU Leuven

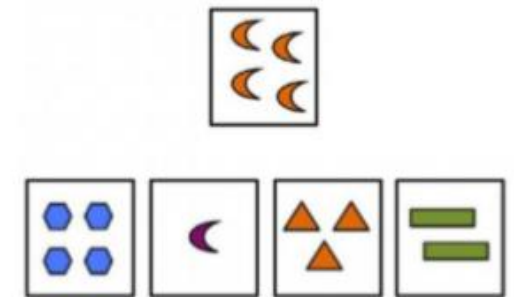
Wiskunde-specifieke kenmerken

- Wiskundige bril (*mathematical cast of mind*)

A striving to make the phenomena of the environment mathematical, in a constant urge to pay attention to the mathematical aspect of phenomena, ... in short, to see the world through mathematical eyes (p. 302)

- Focus/aandacht voor numerieke kenmerken in de omgeving
 - SFON – SAN – Attention-to-number

(Rathé et al., 2016; Chan & Mazzocco, 2017)



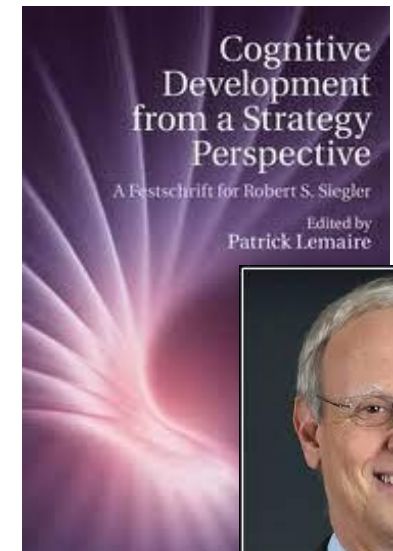
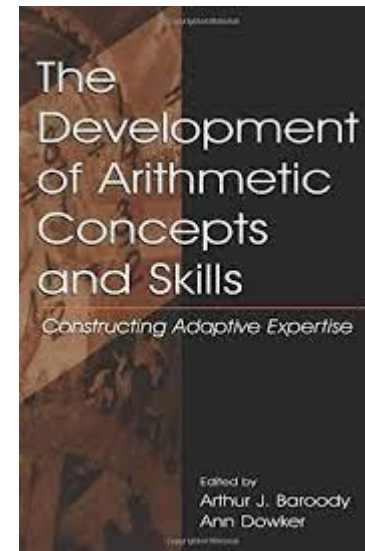
Wiskunde-specifieke kenmerken

- Flexibiliteit van mentale processen

Flexibility of thought in the realm of number symbols and mathematical relationships

(p. 352)

- Adaptieve kennis van getallen
- Strategie-variantie



Wiskunde-specifieke kenmerken

- Streven naar wiskundige elegantie

High-achieving students strived for the most rational solution to a problem, a search for the clearest, simplest, shortest, and thus most 'elegant' path to the goal (p. 283)

Whether it was possible to improve the solution or do the problem more simply (p. 285)

- *Handige* rekenstrategieën

- Compensatie
- Transformatie
- Aftrekken via optellen

$$\begin{array}{r} 38 + 48 \\ 81 - 69 \\ 53 - 39 \end{array}$$



Motivationale kenmerken

- Psychologische kenmerken
 - Karakter: vlijt en studieplezier

- Behoefte aan cognitieve uitdaging (Need for cognition)

The (enduring) tendency for an individual to engage in and enjoy effortful analytic activity

(Cacioppo & Petty, 1982, p. 116).

I like thinking to find solutions to problems.

Thinking is fun for me.

When I don't understand something, I think it through until I've got it.

I like to work on problems that require a lot of thinking.

In school I want to understand everything exactly.

I like it when I get homework that I really have to chew over.

Doel van de studie

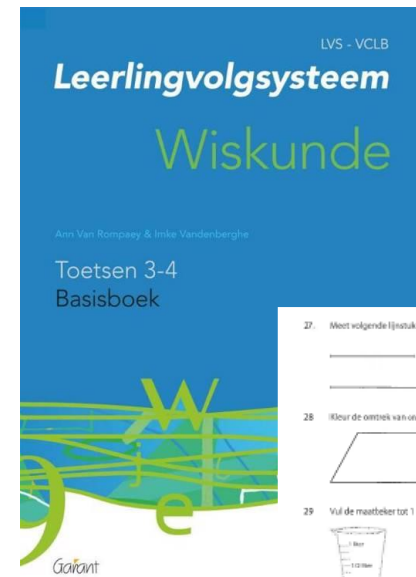
- Excelleren sterke rekenaars in wiskunde-specifieke vaardigheden?
 - Wiskundige bril
 - Flexibiliteit van mentale processen
 - Streven naar wiskundige elegantie
- Verschillen sterke rekenaars van gemiddelde rekenaars in hun motivationele en cognitieve kenmerken?
- Wat zijn de beste voorspellers van sterke rekenvaardigheid?

Deelnemers

- Sterke rekenaars

- > Pc 90
- Twee opeenvolgende metingen
- Groep 5-6

- $n = 81$
- $M_{leeftijd} = 9.25$ jaar
- 31 meisjes, 50 jongens



27. Meet volgende lijnstukken en schrijf het resultaat maats: cm, cm.

28. Kleur de omtrek van onderstaande figuur:

29. Vul de maatlezer tot 1 liter:

30. Hoeveel flesjes van een halve liter kan Eva leegglazen in een lege emmer van 10 liter? flesjes.

31. Met welk woord kan je het best uitsdrukken hoeveel bloem je nodig hebt om pannenkoeken te bakken?
 centimeter
 gram
 liter
 bekers.

12. Vul in: = of \neq
 $7 + 69$ $69 + 7$
 $56 - 12$ $12 - 56$
 $7 \times (100 + 25)$ $(7 \times 100) + (7 \times 25)$

13. Hoeveel groepjes van 7 zijn er in 187? groepjes.

14. Vul in:
Vermeerder 46 met 23. Dat is .
Het verschil tussen 37 en 11 is .
Het product van 9 en 3 is .
Het quotiënt van 40 en 4 is .

Vul in: +, -, \times of $:$
 5 $6 = 54$
 60 $6 = 10$
 70 $70 = 59$
4 keer 3 is evenveel als 3 keer .

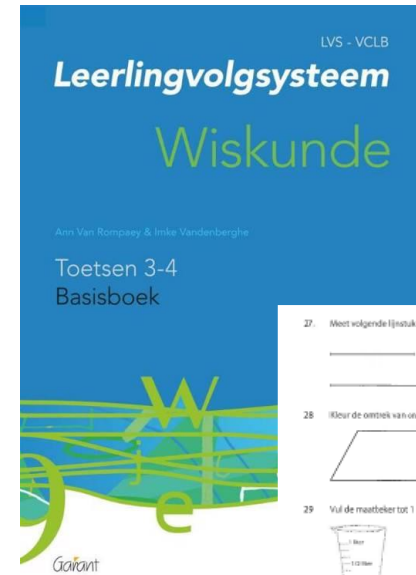
Als ik de optelling $4 + 4 + 4 + 4 = 16$ als een maafoefening wil schrijven en uitrekenen, dien schrijf ik: \times =

Hoeveel is 7×4 meer dan 23?
2maal 10 is 5 minder dan .

83 - p. 4

Deelnemers

- Gemiddelde rekenaars
 - Pc 25-75
 - Twee opeenvolgende metingen
 - Groep 5-6
- $n = 81$
- $M_{leeftijd} = 9.25$ jaar
- 39 meisjes, 42 jongens



27. Meet volgende lijnstukken en schrijf het resultaat maats:

_____ cm.
_____ cm.

28. Kleur de omtrek van onderstaande figuur:



29. Vul de maatlezer tot 1 liter.



30. Hoeveel flesjes van een halve liter kan Eva leegglazen in een lege emmer van 10 liter?



31. Met welk woord kan je het best uitsdrukken hoeveel bloem je nodig hebt om paarmenkeuken te bakken?

- centimeter
- gram
- liter
- bekken

12. Vul in: = of \neq

$7 + 69$ $69 + 7$

$56 - 12$ $12 - 56$

$7 \times (100 + 25)$ $(7 \times 100) + (7 \times 25)$

13. Hoeveel groepjes van 7 zijn er in 187? groepjes.

14. Vul in:

Vermeerder 46 met 23. Dat is .

Het verschil tussen 37 en 11 is .

Het product van 9 en 3 is .

Het quotiënt van 40 en 4 is .

Vul in: +, -, \times of $:$

5 6 = 54

60 6 = 10

70 7 = 59

4 keer 3 is evenveel als 3 keer .

Als ik de optelling $4 + 4 + 4 + 4 = 4$ als een maafoefening wil schrijven en uitrekenen,

dien schrijf ik: \times =

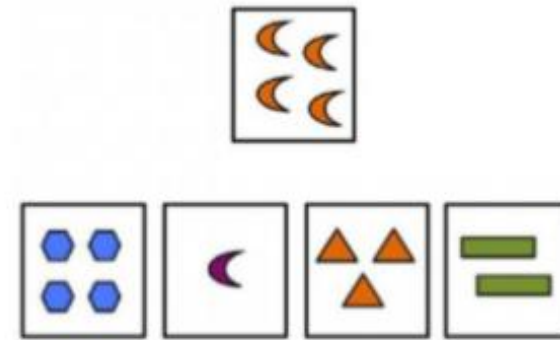
Hoeveel is 7 x 4 meer dan 23?

2maal 10 is 5 minder dan .

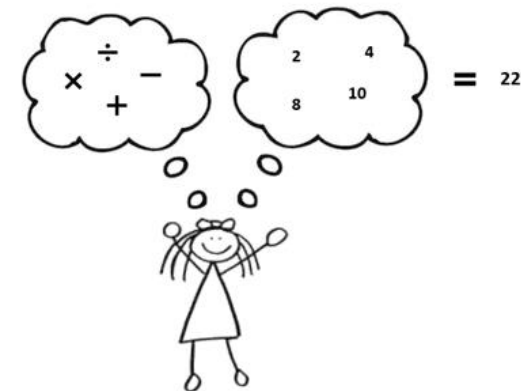
83 - p. 4

Instrumenten

- Aandacht voor aantallen (Chan & Mazzocco, 2017)



- Adaptieve getallenkennis (McMullen et al., 2016)
 - Aantal oplossingen
 - Aantal oplossingen met meerdere bewerkingen



Instrumenten

- Strategievariatie taak (Torbeyns et al., 2009)

Item
63+19
47+29
53-19
76-29
52-49
81-79

- Strategievariatie
- # handige strategieën (compensatie/transformatie/indirect optellen)

Instrumenten

- Behoefte aan cognitieve uitdaging
- Visueel-ruimtelijke vaardigheden
- Werkgeheugen

I like thinking to find solutions to problems.

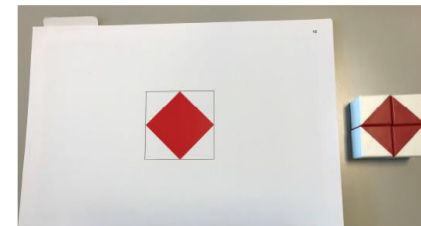
Thinking is fun for me.

When I don't understand something, I think it through until I've got it.

I like to work on problems that require a lot of thinking.

In school I want to understand everything exactly.

I like it when I get homework that I really have to chew over.



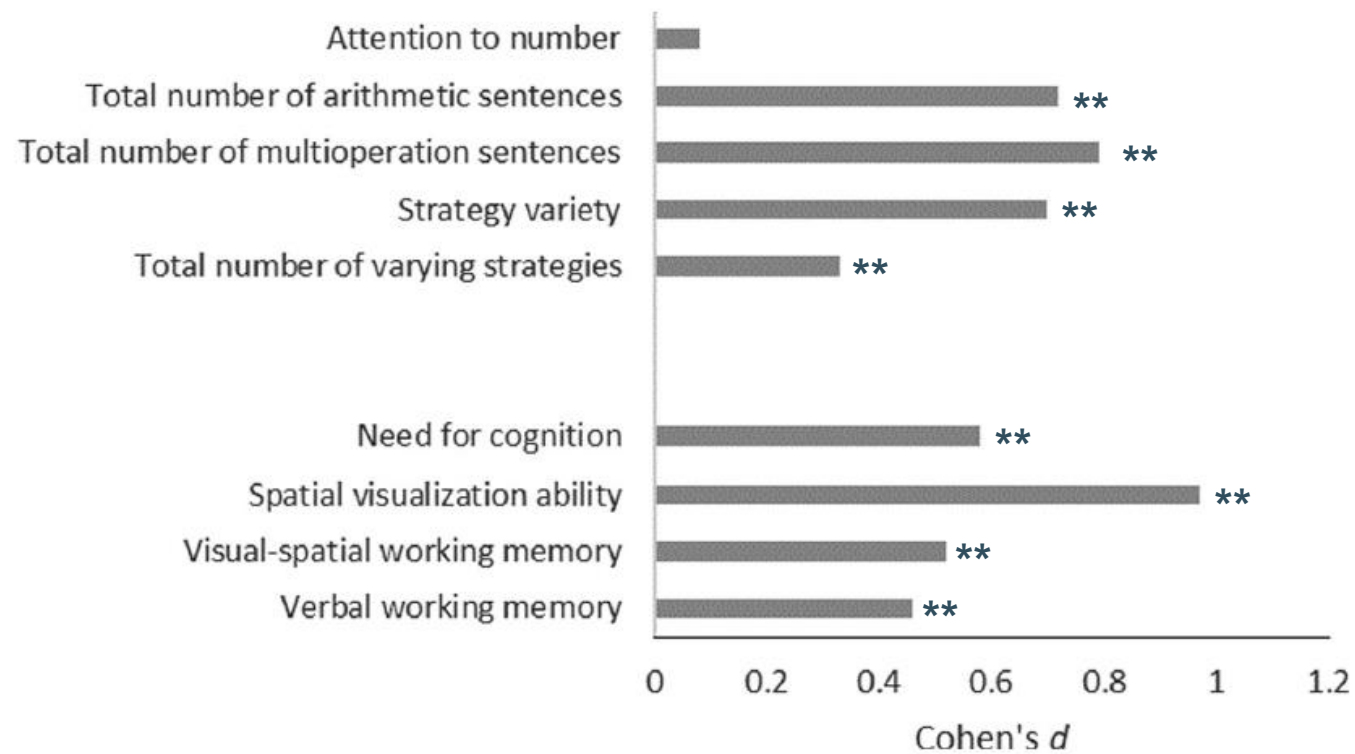
2-5	
6-3	
4-8	
5-7-4	
2-5-9	
6-3-1	



Resultaten

- Groepsverschillen

Figure 2
Cohen's d Values for Mean Differences on the Mathematics-Specific Measures and General Psychological Measures



Resultaten

- Beste voorspellers van sterke rekenvaardigheid

Table 4

Results of the Logistic Regression Analysis Examining the Most Discriminating Factors for Group Membership (High Versus Average Achievement)

Variable	<i>B</i>	<i>SE</i>	<i>p</i>	Exp(<i>B</i>)
Mathematics-specific measures				
Adaptive number knowledge				
Total number of arithmetic sentences	0.030	0.042	.473	1.031
Total number of multioperation sentences	0.048	0.058	.406	1.049
Variability on demand				
Strategy variety	0.143	0.054	.008	1.154
Total number of varying strategies	-0.092	0.090	.309	0.912
General psychological measures				
Need for cognition	0.079	0.026	.002	1.082
Spatial visualization ability	0.145	0.037	<.001	1.156
Visual-spatial working memory	0.192	0.134	.151	1.212
Verbal working memory	0.091	0.133	.494	1.095

Conclusie

- Sterke rekenaars excelleerden in de specifieke wiskundige vaardigheden die Krutetskii voorop stelde (uitgezonderd aandacht voor getallen)
- Strategie variatie, behoefte aan cognitieve uitdaging en visueel-ruimtelijke vaardigheden waren de beste voorspellers van sterke rekenvaardigheid

Heel jonge kinderen??

Andere soorten wiskundige vaardigheden??

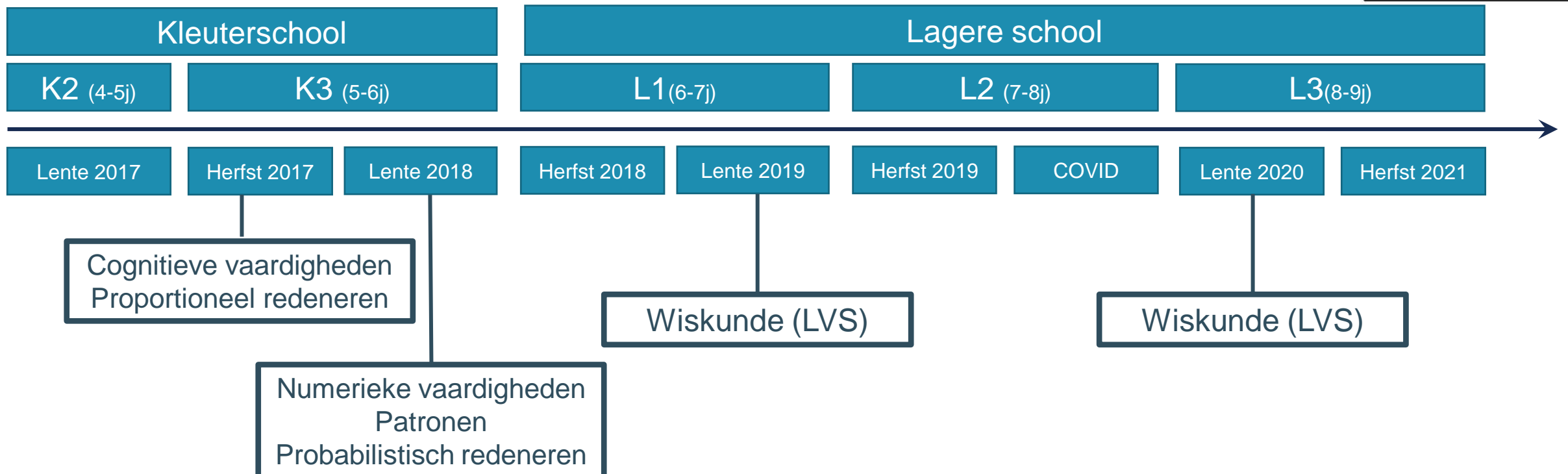
Voorlopers van sterke rekenvaardigheid in de kleuterklas

Meer dan numerieke vaardigheden

- Basale numerieke vaardigheden hebben een **bepaalde rol in de tijd**
- De wiskundige wereld van jonge kinderen is veel rijker (Clements & Sarama, 2007)
 - Numerieke vaardigheden (tellen, aantallen, orde, getallen, rekenen) (Purpura & Lonigan, 2013)
 - Patronen
 - Proportioneel redeneren
 - Probabilistisch redeneren

Wiskunde in de kleuterklas

410 kinderen, 17 scholen
Variatie in SES



Doel

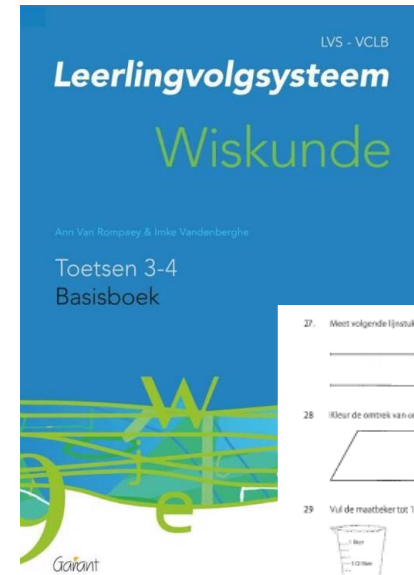
- Excelleren sterke rekenaars al in de kleuterschool in wiskunde-specifieke vaardigheden?
 - Numerieke vaardigheden – patronen – proportioneel redeneren – probabilistisch redeneren
- Verschillen sterke rekenaars al in de kleuterschool van gemiddelde rekenaars in algemene cognitieve vaardigheden?
- Wat zijn op de kleuterleeftijd de belangrijkste voorspellers voor sterke rekenvaardigheid in de lagere school?

Deelnemers

- Sterke rekenaars

- $> P_c 90$
- Twee opeenvolgende metingen
- Groep 3 en 5

- $n = 31$
- $M_{leeftijd} = 5.4$ jaar
- 12 meisjes, 19 jongens



27. Meet volgende lijnstukken en schrijf het resultaat maats:

_____ cm.
_____ cm.

28. Kleur de omtrek van onderstaande figuur:



29. Vul de maatlezer tot 1 liter.



30. Hoeveel flesjes van een halve liter kan Eva leegglazen in een lege emmer van 10 liter?



_____ flesjes.

31. Met welk woord kan je het best uitsdrukken hoeveel bloem je nodig hebt om paarmarkkoren te bakken?

- centimeter
- gram
- liter
- bekken

12. Vul in: = of \neq

$7 + 69$ $69 + 7$

$56 - 12$ $12 - 56$

$7 \times (100 + 25)$ $(7 \times 100) + (7 \times 25)$

13. Hoeveel groepjes van 7 zijn er in 187? groepjes.

14. Vul in:

Vermeerder 46 met 23. Dat is .

Het verschil tussen 37 en 11 is .

Het product van 9 en 3 is .

Het quotiënt van 40 en 4 is .

Vul in: +, -, \times of $:$

5 6 = 54

60 6 = 10

70 70 = 59

4 keer 3 is evenveel als 3 keer .

Als ik de optelling $4 + 4 + 4 + 4 = 4$ als een maafoefening wil schrijven en uitbreken,

dien schrijf ik: _____ \times _____ = _____

Hoeveel is 7×4 meer dan 23?

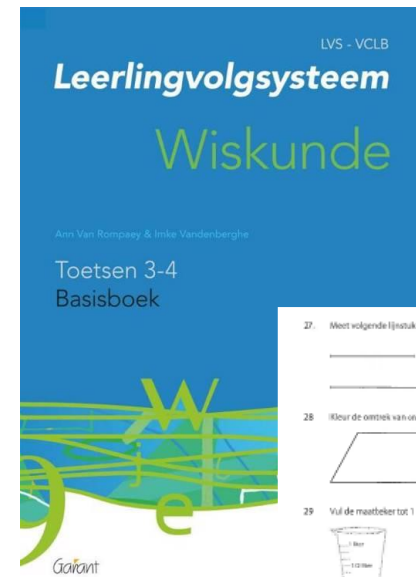
2maal 10 is 5 minder dan .

83 - p. 4

Deelnemers

- Gemiddelde rekenaars
 - Pc 25-75
 - Twee opeenvolgende metingen
 - Groep 3 en 5

- $n = 114$
- $M_{leeftijd} = 5.31$ jaar
- 63 meisjes, 51 jongens



27. Meet volgende lijnstukken en schrijf het resultaat maats: cm, cm.

28. Kleur de omtrek van onderstaande figuur:

29. Vul de maatlezer tot 1 liter:

30. Hoeveel flesjes van een halve liter kan Eva leegglazen in een lege emmer van 10 liter? flesjes.

31. Met welk woord kan je het best uitsdrukken hoeveel bloem je nodig hebt om pannenkoeken te bakken?
 centimeter
 gram
 liter
 bekers.

12. Vul in: = of \neq

$7 + 69$ $69 + 7$

$56 - 12$ $12 - 56$

$7 \times (100 + 25)$ $(7 \times 100) + (7 \times 25)$

13. Hoeveel groepjes van 7 zijn er in 187? groepjes.

14. Vul in:

Versmeerder 46 met 23. Dat is .

Het verschil tussen 37 en 11 is .

Het product van 9 en 3 is .

Het quotiënt van 40 en 4 is .

Vul in: +, -, \times of $:$

5 6 = 54

60 6 = 10

70 70 = 59

4 keer 3 is evenveel als 3 keer .

Als ik de optelling $4 + 4 + 4 + 4 = 4$ als een maafoefening wil schrijven en uitrekenen, dien schrijf ik: \times =

Hoeveel is 7×4 meer dan 23?

2maal 10 is 5 minder dan .

83 - p. 4

Instrumenten – wiskunde-specifiek

- Numerieke vaardigheden

Verbaal tellen

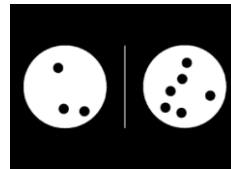
Verbaal tellen:

"Dit is een spelletje over tellen. Nu mag jij zo ver tellen als je maar kan en beginnen bij 1. Niet te snel tellen, zodat ik goed kan volgen. Klaar? Start!"

Correct geteld tot: 12

Opmerkingen: 12 ~ 16

Nonsymbolisch vergelijken



Symbolisch vergelijken



Rekenen (verbaal)

"Kijk goed, hier zijn 8 steentjes. Ik stop de steentjes in deze doos. Een steen is er 3 weg/stop ik er 3 bij. Hoeveel steentjes zijn er nu in de doos?"

DEFINITIEVE	ANTWOORD KLEUTER	CORRECT (1) OF NIET CORRECT (0)	OPMERKINGEN
1 + 1	2	1	
2 - 1	1	1	
TUSSENTIJD			
3 - 1	2	1	
2 + 4	5	0	
6 - 4	3	0	
4 + 3	6	0	
2 + 1	3	1	
5 - 2	2	0	
3 + 2	5	1	
7 - 3	4	0	
TOTAALSCORE	12	7/8	



Tellen

Objecten tellen

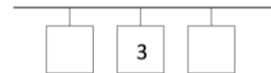
"Dit is een spelletje met steentjes. Ik zal jou zo meteen vragen om een aantal steentjes op de tafel te leggen, maar voor we beginnen met het spelletje, gaan we eerst even samen oefenen, OK?"

"Leg 4 steentjes op de tafel!"

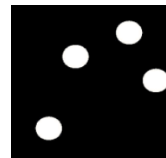
DEFINITIEVE	ANTWOORD KLEUTER	CORRECT (1) OF NIET CORRECT (0)	OPMERKINGEN
1 steentjes	1		
TUSSENTIJD			
6 steentjes	6	1	
4 steentjes	4	1	
3 steentjes	3	1	
8 steentjes	8	1	
16 steentjes	10	0	
11 steentjes	1	0	
19 steentjes	9	0	
14 steentjes	10	0	
TOTAALSCORE	4	7/8	



Ordenen van getallen



Tellen (klein aantal)



Getallen herkennen

Cijferherkenning

"Nu dit spelletje zie ik welke keer een getal laten zien en dan ik het aan jou om te zeggen welk getal het is. Wink goed!"

BLOK	ITEM	ANTWOORD	ITEM	ANTWOORD	ITEM	ANTWOORD
BLOK 1	2	2	1	1	4	4
BLOK 2	3	3	7	7	6	6
BLOK 3	5	5	8	9	8	8
BLOK 4	10	10	17	18	13	16
BLOK 5	11	11	14	14		
BLOK 6	11	11	26			
BLOK 7	27	27	56			
BLOK 8	107	107	164			
BLOK 9	1007	1007	1002			
BLOK 10	10000	10000	15029			
TOTAALSCORE	11	30				

Observaties of opmerkingen:

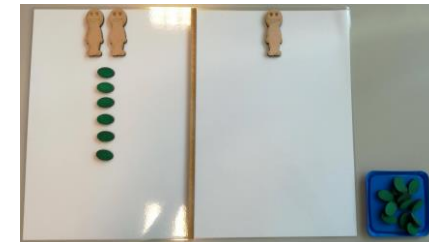
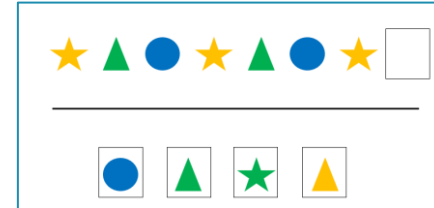


Rekenen (symbolisch)



Instrumenten – wiskunde-specifiek

- Patronen
 - Herhalende en groeiende patronen (Wijns et al., 2019)
- Proportioneel redeneren
 - Eerlijk verdelen (Vanluydt et al., 2018)
- Probabilistisch redeneren
 - Kans taak (Supply et al., 2020)



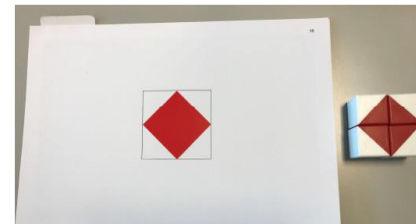
Instrumenten – cognitieve vaardigheden

- Werkgeheugen
 - Verbaal
 - Visueel-ruimtelijk

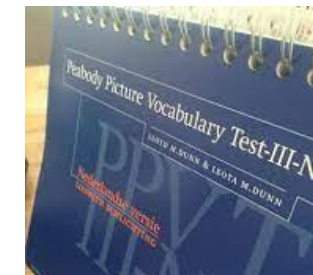
oefenitem	Bed, zee
2	Haas – rood
	Wieg – boom
	Boos – raam
3	Bier – vaas – zeep
	Boot – haar – soep
	Rook – maan – hoed
4	Boer – zaag – week – lied
	Riem – haan – zoet – beek



- Visueel-ruimtelijke vaardigheden

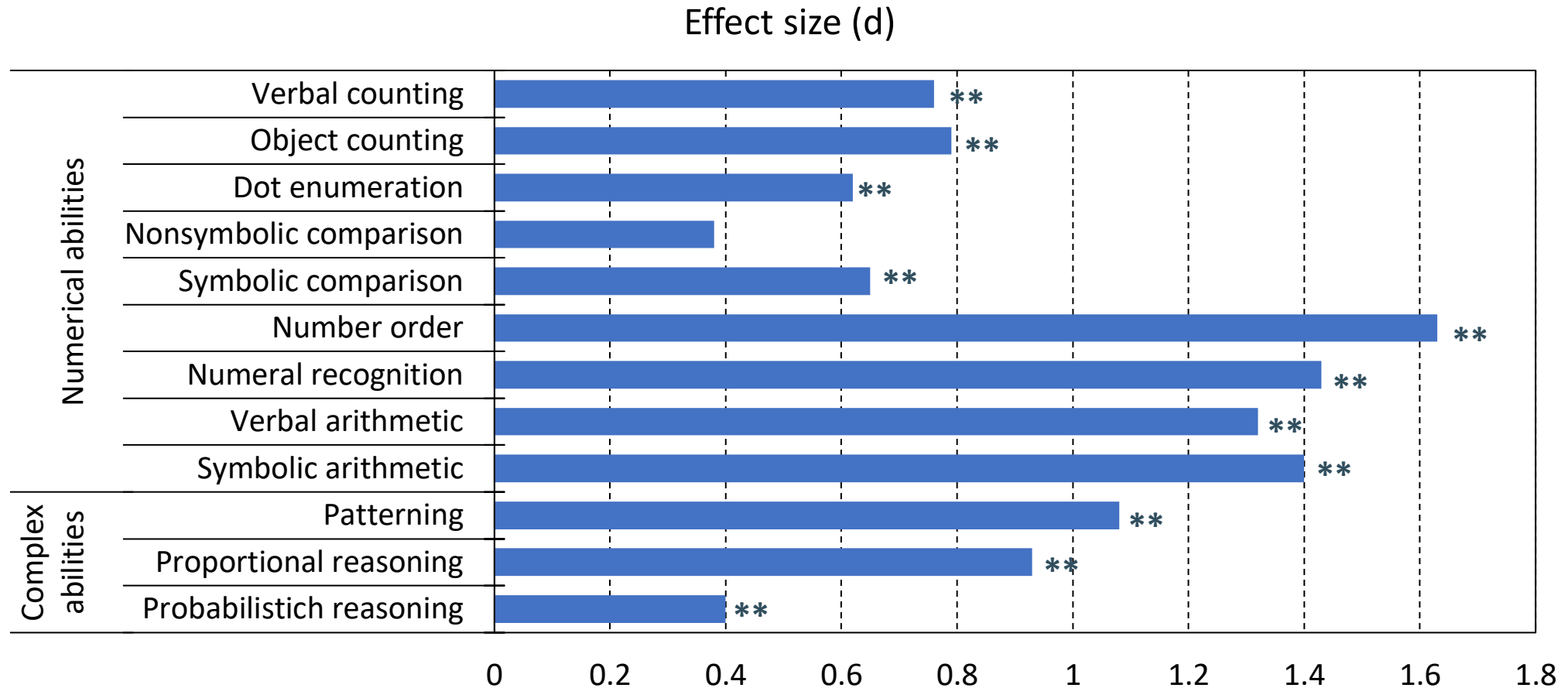


- Taal

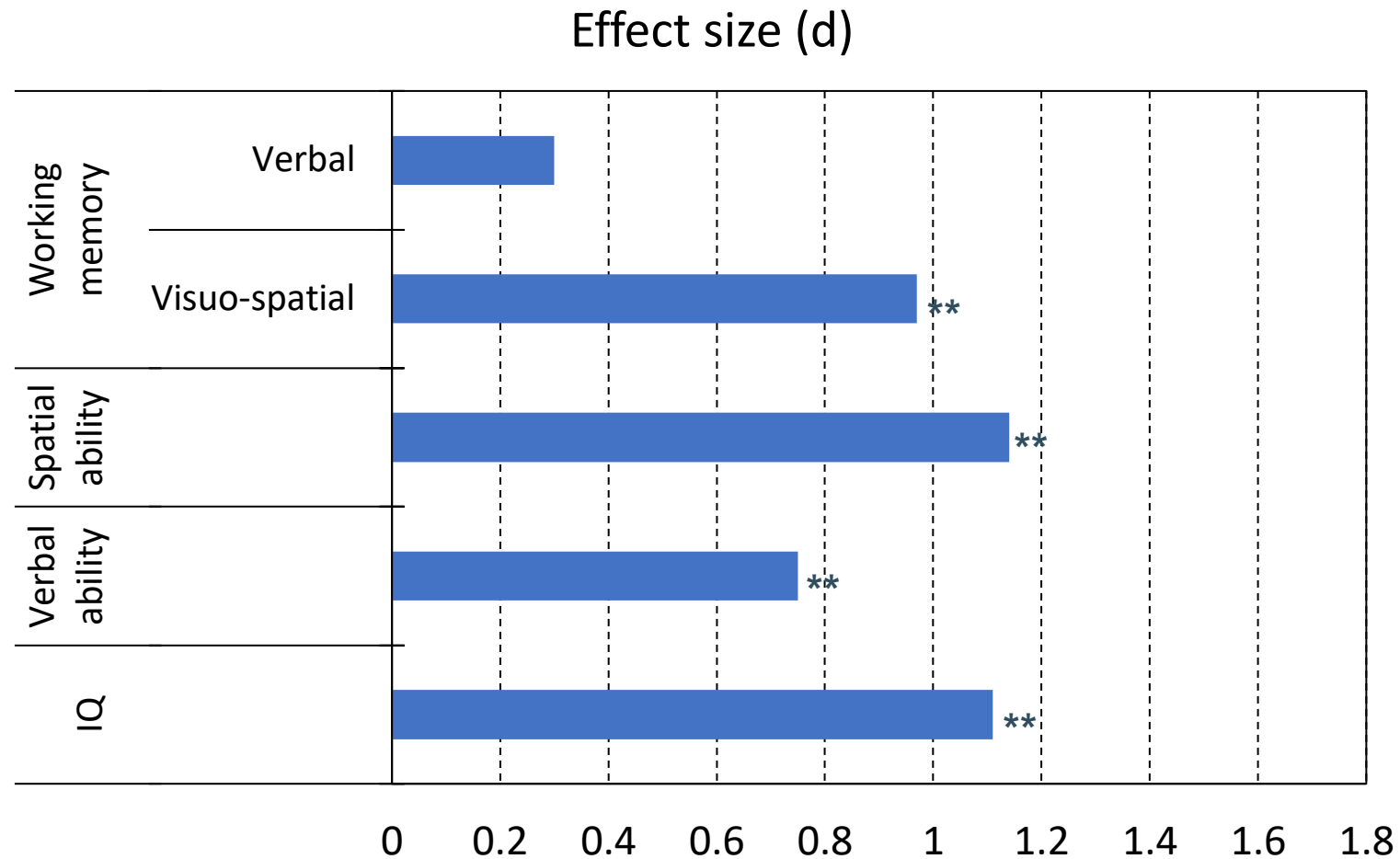


- IQ (Raven)

Resultaten – Wiskunde-specifiek



Resultaten – cognitieve vaardigheden



Resultaten

- Beste voorspellers van sterke rekenvaardigheid

Variable	B	SE	<i>p</i>
Number order	.621	.293	.034
Numeral recognition	.253	.102	.013
Verbal arithmetic	.343	.228	.132
Patterning	.129	.096	.179
Proportional reasoning	.821	.317	.010
Spatial visualization	.124	.076	.101
Visuo-spatial working memory	.125	.192	.513
Language	-.005	.038	.894

Resultaten

- Beste voorspellers van sterke rekenvaardigheid

Variable	B	SE	<i>p</i>
IQ	0.150	.077	.051
SES	1.515	.324	.015
Number order	1.232	.624	.017
Numeral recognition	0.403	.129	.002
Proportional reasoning	0.953	.390	.015

Conclusies

- Sterke rekenaars verschillen reeds in de kleuterschool van gemiddelde rekenaars in wiskunde-specifieke vaardigheden
- Ze verschillen ook in algemene cognitieve vaardigheden
- Ordenen van getallen, getallen herkennen en proportioneel redeneren zijn de belangrijkste unieke voorspellers van latere sterke rekenvaardigheid
- Algemeen cognitieve vaardigheden in de kleuterschool zijn geen unieke voorspellers van latere sterke rekenvaardigheid

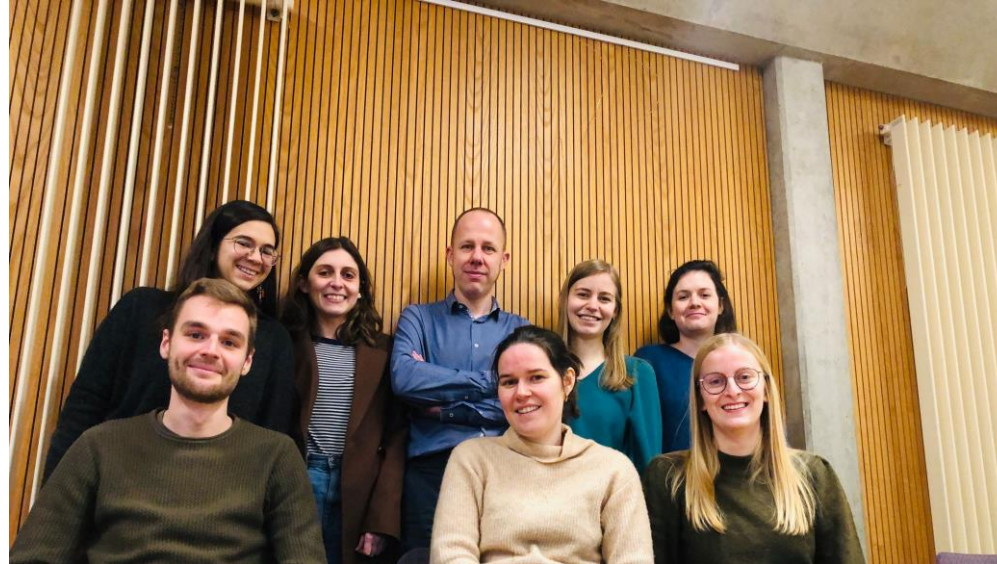
Implicaties

- Sterke rekenvaardigheid kan al vastgesteld worden in de kleuterschool
- Belang van strategie-variatie
- Belang van wiskundig uitdagende opdrachten
- Te onderzoeken:
 - Versnelde vs. andere ontwikkeling
 - Effectieve ondersteuning voor sterke rekenaars

Met dank aan ...

MathLab

Elien Bellon
Merel Bakker
Cléa Girard
Merel Declercq
Sara Peeters
Eylül Turan
Floor Vandecruys
Stijn Vanderauwera
Nore Wijns



I.s.m.

Laure De Keyser
Koen Luwel
Patrick Onghena
Elke Sekeris
Anne-Sophie Supply
Joke Torbeyns
Elien Vanluydt
Wim Van Dooren
Lieven Verschaffel

