

presentatie van Wim van de Hulst
38^e Panama Conferentie (Zeist, 9/1/20) en 5^e ResearchED-NL (Nijkerk, 11/1/20)
(slides plus toelichtingen, inclusief alle literatuur- en andere verwijzingen)

Omdat mijn PowerPoint-slides veelal slechts visuele illustraties waren bij mijn gesproken tekst kies ik er voor om mijn slides hier niet alleen te delen, maar de slides ook te voorzien van een soort schetsmatige toelichting. Zo is de lijn van mijn betoog hier wellicht beter te volgen.

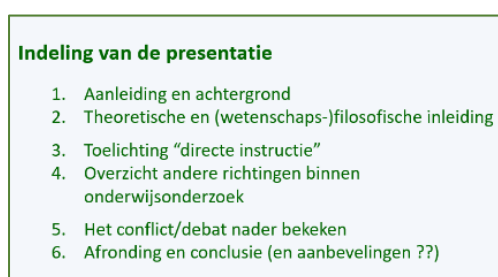
Ik heb de presentatie eerst gegeven tijdens de Panama Conferentie in Zeist en twee dagen later tijdens ResearchED Nederland in Nijkerk. Hoewel de presentatie hier en daar op kleine onderdelen iets aangepast was (en de titels anders waren), volstaat één overzicht.

Wellicht dat ik in de komende maanden de presentatie nog uit ga werken tot een artikel dat dan mogelijk ergens (bijvoorbeeld via Didactief-online ??) gepubliceerd zou kunnen worden.

[N.B. In dit overzicht heb ik enkele gebruikte afbeeldingen weggelaten die mogelijk niet rechten-vrij zijn.]

Wim van de Hulst

✉ wgvdh@xs4all.nl

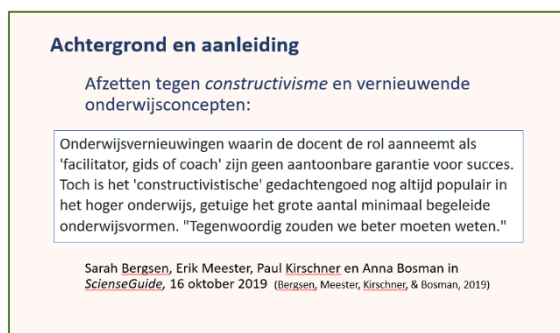


1. Aanleiding en achtergrond

- Toenemend aantal publicaties waarin vernieuwingen worden weggezet als onwetenschappelijk.



- Remie, M. (2019). De leraar moet geen hamburgerbakker zijn (Interview met Paul Kirschner). *NRC*, 2 juni 2019 [<https://www.nrc.nl/nieuws/2019/06/02/de-leraar-moet-geen-hamburgerbakker-zijn-a3962308>]



- Bergsen, S., Meester, E., Kirschner, P.A., & Bosman, A. (2019). Constructivisme is een slechte didactische raadgever. *ScienceGuide*, 16 oktober 2019. [<https://www.scienceguide.nl/2019/10/constructivisme-is-een-slechte-didactische-raadgever/>]

- Er is een stortvloed aan recente publicaties met een accent op “wetenschappelijk bewezen” effectieve onderwijsmethoden.

Achtergrond en aanleiding

Diverse recente uitgaven:

- goede ideeën... !
- wel erg eenzijdig...

Achtergrond en aanleiding

Centrale thema:

Lesgeven in wiskunde aan de hand van wetenschap, experts en 12 jaar aan mislukkingen

suggestie: “We hebben altijd maar wat aangerommeld, maar vanaf nu gaan we het goed doen...”

(N.B. Deze publicaties zijn slechts getoond ter illustratie)

- Kirschner, P. A., Claessens, L., & Raaijmakers, S. (2018). *Op de schouders van reuzen. Inspirerende inzichten uit de cognitieve psychologie voor leerkrachten*. Meppel: Ten Brink uitgevers / Didactief-online. [vrije download via: <https://didactiefonline.nl/artikel/op-de-schouders-van-reuzen>]
- Surma, T., Vanhoyweghen, K., Sluismans, D., Camp, G., Muijs, D., & Kirschner, P. A. (2019). *Wijze lessen: twaalf bouwstenen voor effectieve didactiek*. Meppel: Ten Brink Uitgevers. [vrije download via: <https://www.ou.nl/web/wijze-lessen>]
- Hollingsworth, J., & Ybarra, S. (2016) [Nederlandse bewerking: Marcel Schmeier]. *Expliciete directe instructie. Tips en technieken voor een goede les*. Huizen: Uitgeverij Pica.
- Didau, D., & Rose, N. (2019). *Psychologie in de Klas. Wat iedere leraar moet weten*. Culemborg: Uitgeverij Phronese.
- Schmeier, M. (2017). *Effectief rekenonderwijs op de basisschool*. Huizen: Pica Uitgevers.
- Barton, C. (2019). *Volgens Barton (2 delen)*. Culemborg: Uitgeverij Phronese

- Bijval en discussie o.a. op Twitter

Achtergrond en aanleiding

Bijval op Twitter:

Jeroen Goes @jroen_goes

Vanavond nog gehoord: de pabodocent (!) verklaarde dit boek tot 'niet mijn idee- slecht boek'. En liet realistisch rekenen onderzoeken door haar studenten. Het maakt mij onwaarschijnlijk boos! Niet alleen om dit boek maar om de realistische indoctrinatie van de pabo. 😡

Marcel Schmeier @Chedon@pica
Lees hier het voorwoord van mijn rekenboek door Nobelprijswinnaar Gerard 't Hooft. <https://t.co/3l2tYd9f9E>

(Retweet Marcel Schmeier, 27 nov 2019 [originele tweet 12 april 2019])

Achtergrond en aanleiding

Discussie (en polarisatie?):

Tjip @tjip

Aandacht voor didactiek, instructie en kennisoverdracht is er steeds minder op onze lerarenopleidingen. Wetenschappelijke inzichten spelen er bovendien een bijrol. Waarom is dat zo? Ik schrijf er een @nrc onderwijsblog over. Spannend om te doen.

Douwe Bilder @bilde034 · 21 uur

Als antwoord op @tjip @nrc

Studenten zijn regelmatig in verwarring over het verschil tussen hetgeen ze krijgen aangeboden op de #pabo en wat ze daarna zien tijdens stages in de praktijk. En dat terwijl we samen verantwoordelijk zijn voor het opleiden van deze leerkrachten. Dit vraagt echt aandacht!

(Twitter, 20 nov. 2019)

- Alle felle negatieve reacties op diverse vernieuwingen deden me soms denken aan de scène uit *Monty Python and the Holy Grail*: “We found a witch! Burn her!! Burn her!!”.

Achtergrond en aanleiding

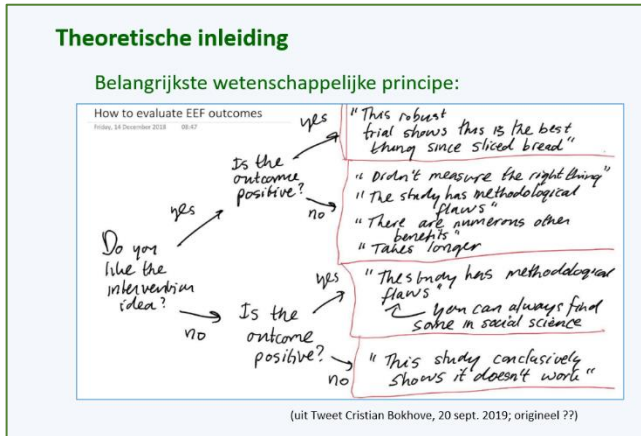
Bij mij een gevoel van onbehagen...
Waar deed het me soms aan denken... ??

(Monty Python and the Holy Grail, 1975)

- [https://www.youtube.com/watch?v=zrzMhU_4m-g]

2. Theoretische en (wetenschaps-)filosofische inleiding

- Het belangrijkste “wetenschappelijke principe”...



- bron: <https://twitter.com/cbokhove>

Denken we niet allemaal zo? (Dit schema komt nog terug...)

- Maar er is in de loop van de jaren heel wat geschreven over de kenmerken en ‘robuustheid’ van wetenschappelijke theorie (ook zonder empirische ‘randomized trials’...!). Zonder dat ik hier diep op in ging, zomaar enkele voorbeelden (ontleend aan onderzoek in het wiskunde onderwijs) :

Theoretische inleiding

Over “theorie” (Niss, 2007)

- an *organized network of concepts* (including ideas, notions, distinctions, terms, etc.) *and claims*
- the *concepts are linked in a connected hierarchy*, in which a certain set of concepts, taken to be basic, are used as building blocks in the formation of the other concepts.

Theoretische inleiding

Over “theorie” (Niss, 2007)

- the *claims are either* basic hypotheses, assumptions, or axioms, taken as *fundamental* (i.e., not subject to discussion within the boundaries of the theory itself), *or* statements obtained from the fundamental claims by means of *formal* (including deductive) *or material* (i.e., experiential or experimental with regard to the domain(s) of the theory) *derivation*.

(Niss, 2007, p. 1308)

- Niss, M. (2007). Reflections on the state and trends in research on mathematics teaching and learning: From here to Utopia. In F.K. Lester jr. (Ed.) *Second handbook of research on mathematics teaching and learning* (p. 1293-1312). Charlotte, NC: Information Age Publishing.

Theoretische inleiding

Purposes and Methods of Research in Mathematics Education

Alan H. Schoenfeld

Criteria voor theorieën:

- Descriptive power
- Explanatory power
- Scope
- Predictive power
- Rigor and specificity
- Falsifiability
- Replicability
- Multiple sources of evidence (triangulation)

(Schoenfeld, 2000, p. 646)

Theoretische inleiding

- The Lakatosian approach, also called the ‘maverick’ tradition,
- the descriptive analytical naturalizing approach,
- the normative analytical naturalizing approach,
- the sociology of mathematics approach,
- the mathematics educationalist approach,
- the ethnomathematical approach,
- the evolutionary biology of mathematics,
- the cognitive psychology of mathematics.

A complex picture indeed!

(van Bendegem, 2016, p. 17)
(van Bendegem, 2018, p. 46)

- Schoenfeld, A.H. (2000). Purposes and methods of research in mathematics education. *Notices of the AMS*, 47(6), 641-649.
- Van Bendegem, J.P. (2016). The philosophy of mathematical practice: What is it all about? In: P. Ernest et al. (Ed.), *The philosophy of mathematics education* (p. 13-18). Springer. [ICME13 topical surveys (Open Access): <https://www.springer.com/series/14352>].
- Van Bendegem, J. P. (2018). The Who and What of the Philosophy of Mathematical Practices. In P. Ernest (Ed.), *The Philosophy of Mathematics Education Today* (p. 39-59). Springer.

- De invalshoek van wetenschapstheorie (met speciale aandacht voor Lakatos)

Theoretische inleiding

Wetenschapstheorie

- Karl Popper
- Thomas Kuhn
- Imre Lakatos
-

(glad ijs...)

Theoretische inleiding

Wetenschapstheorie
Imre Lakatos (1922 – 1974)

- voortbouwend op Popper en Kuhn (falsificeerbaarheid vs. paradigma-shifts)
- Researchprogrammes:
 - (theoretische) kern
 - heuristieken (methodes)
 - 'protective belt'
- problem shifts
- progressieve en degeneratieve programma's

(mede ontleend aan: Inglis & Foster, 2018)

Theoretische inleiding

Wetenschapstheorie
Imre Lakatos (1922 – 1974)

De inconsistentie tussen waarneming en theorie kan opgelost worden zonder de kerntheorie te laten vallen, maar door de aanvullende hypothesen aan te passen. Lakatos noemt dit een *problem shift* (probleemverschuiving). Echter, niet alle *problem shifts* in aanvullende hypothesen zijn even zinvol. *Problem shifts* moeten volgens Lakatos beoordeeld worden op de mate waarin ze in staat zijn onverwachte waarnemingen te verklaren en de mate waarin ze in staat zijn om *nieuwe feiten* aan het licht te brengen. Doen ze beide, dan zijn ze progressief. Doen ze dat niet, dan zijn ze niet productief.

Zolang een onderzoeksprogramma progressief is, is het rationeel voor wetenschappers om de aanvullende hypothesen te veranderen (in plaats van de kerntheorie te verwerpen) wanneer ze geconfronteerd worden met potentieel tegenbewijs. Zodra een onderzoeksprogramma niet langer productief is (maar degeneratief), kan deze "gefalsificeerd" worden door een "beter" onderzoeksprogramma (dat wil zeggen: een meer productief onderzoeksprogramma). Wanneer de wetenschap een kerntheorie laat vallen en overstapt naar een beter onderzoeksprogramma is er sprake van wat Kuhn een *paradigmaverschuiving* of *revolutie* noemt.

(bron: https://nl.wikipedia.org/wiki/Imre_Lakatos, opgevraagd 07/01/20)

- ↑ (mede gebaseerd op...)
 - Inglis, M., & Foster, C. (2018). Five decades of Mathematics education research. *Journal for Research in Mathematics Education*, 49(4), 462-500.

- ←
 - https://nl.wikipedia.org/wiki/Imre_Lakatos (opgevraagd 07/01/20)

- Lakatos stelt dus dat bevindingen die niet overeenkomen met de 'kern' van het fundamentele 'research-program' niet direct tot wijzigingen daarvan leiden. Eerst wordt getracht de afwijkende bevindingen zo in de 'protective belt' te verwerken, dat de 'kern' gehandhaafd kan blijven. Pas als dat echt niet meer lukt volgt een eventuele pradijmaverandering.

Theoretische inleiding

Wetenschapstheorie
Imre Lakatos (1922 – 1974)

De inconsistentie tussen waarneming en theorie kan opgelost worden zonder de kerntheorie te laten vallen, maar door de aanvullende hypothesen aan te passen. Lakatos noemt dit een *problem shift* (probleemverschuiving). Echter, niet alle *problem shifts* in aanvullende hypothesen zijn even zinvol. *Problem shifts* moeten volgens Lakatos beoordeeld worden op de mate waarin ze in staat zijn onverwachte waarnemingen te verklaren en de mate waarin ze in staat zijn om *nieuwe feiten* aan het licht te brengen. Doen ze beide, dan zijn ze progressief. Doen ze dat niet, dan zijn ze niet productief.

Zolang een onderzoeksprogramma progressief is, is het rationeel voor wetenschappers om de aanvullende hypothesen te veranderen (in plaats van de kerntheorie te verwerpen) wanneer ze geconfronteerd worden met potentieel tegenbewijs. Zodra een onderzoeksprogramma niet langer productief is (maar degeneratief), kan deze "gefalsificeerd" worden door een "beter" onderzoeksprogramma (dat wil zeggen: een meer productief onderzoeksprogramma). Wanneer de wetenschap een kerntheorie laat vallen en overstapt naar een beter onderzoeksprogramma is er sprake van wat Kuhn een *paradigmaverschuiving* of *revolutie* noemt.

Maar dan is het wat ludieke schema van Christian Bokhove, in de zin van Lakatos dus eigenlijk heel fundamenteel...

- Bovendien is er ook nog eens een emotionele component verbonden aan het idee dat je iets snapt. Dit is beschreven in het boek: "Het Snapgevoel".*

Theoretische inleiding

Wetenschapstheorie
Imre Lakatos (1922 – 1974)

Recent neuropsychologisch onderzoek maakt steeds vaker een verschil tussen kennis en het gevoel van kennis. Het gaat om het verschil tussen aan de ene kant cognitie en aan de andere kant de emotie die wij ervaren als we iets voor volkomen juist aannemen. Dat laatste geval noemen Herman de Regt en Hans Dooremalen in hun nieuwe boek 'het snapgevoel'. De Regt en Dooremalen ontleden dit fenomeen filosofisch, evolutionair en psychologisch. Ze laten zien dat wij er gevoelsmatig vaker naast zitten dan wij denken.

De inconsistentie tussen waarneming en theorie kan opgelost worden zonder de kerntheorie te laten vallen, maar door de aanvullende hypothesen aan te passen. Lakatos noemt dit een *problem shift* (probleemverschuiving). Echter, niet alle *problem shifts* in aanvullende hypothesen zijn even zinvol. *Problem shifts* moeten volgens Lakatos beoordeeld worden op de mate waarin ze in staat zijn onverwachte waarnemingen te verklaren en de mate waarin ze in staat zijn om *nieuwe feiten* aan het licht te brengen. Doen ze beide, dan zijn ze progressief. Doen ze dat niet, dan zijn ze niet productief.

Zolang een onderzoeksprogramma progressief is, is het rationeel voor wetenschappers om de aanvullende hypothesen te veranderen (in plaats van de kerntheorie te verwerpen) wanneer ze geconfronteerd worden met potentieel tegenbewijs. Zodra een onderzoeksprogramma niet langer productief is (maar degeneratief), kan deze "gefalsificeerd" worden door een "beter" onderzoeksprogramma (dat wil zeggen: een meer productief onderzoeksprogramma). Wanneer de wetenschap een kerntheorie laat vallen en overstapt naar een beter onderzoeksprogramma is er sprake van wat Kuhn een *paradigmaverschuiving* of *revolutie* noemt.

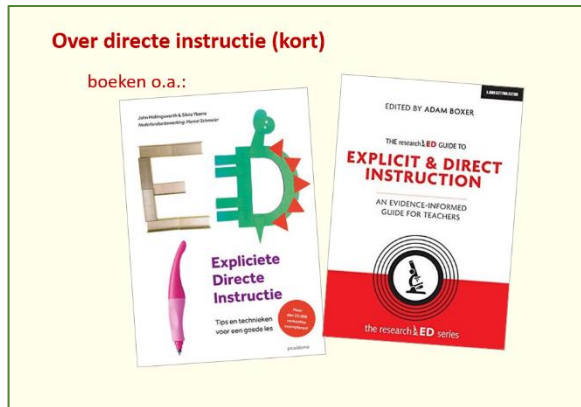
(de regt & Dooremalen, 2015)

- De Regt, H., & Dooremalen, H. (2015). *Het Snapgevoel. Over kennis en emotie*. Amsterdam: Boom Uitgevers.

(* Hierbij moet aangetekend worden dat ik het boek nog niet gelezen heb. Alleen al de titel en wervingstekst vond ik echter erg zeer sprekend. Maar het zou dus kunnen dat ik de auteurs niet volledig recht doe met het aanhalen van hun publicatie op de manier zoals ik hier doe.)

3. Over directe instructie

- Boeken (o.a. ...)



- Hollingsworth, J., & Ybarra, S. (2016) [Nederlandse bewerking: Marcel Schmeier]. *Expliciete directe instructie. Tips en technieken voor een goede les*. Huizen: Uitgeverij Pica.
- Boxer, A. (Ed.), (2019). *The researchED Guide to Explicit & Direct Instruction: An evidence-informed guide for teachers* (The ResearchED series). John Catt Educational Ltd.

- Overzicht (in vogelvlucht; zonder er al te diep op in te gaan...)

Over directe instructie (kort)

Overzicht:

- Directe Instructie (met hoofdletters)
 - model voor doceren
 - Siegfried ('Zig') Engelmann (1931 – 2019)
 - Project Follow Through (ca. 1967 – 1995)
- directe instructie (zonder hoofdletters)
 - Barak Rosenshine (v.a. 1976)
 - principes van docent-gestuurd, gestructureerd en activerend lesgeven
 - niet uitsluitend frontaal lesgeven
- expliciete en directe instructie

(o.a. ontleend aan: Kirschner, 2019 en Boxer, 2019)
<https://didactiefonline.nl/blog/paul-kirschner/iedereen-haat-directe-instructie>

ontleend aan:

- Boxer (2019); zie hierboven
- Kirschner, P.A. (2018). *Iedereen haat directe instructie*. Didactief-online (blog).
[\[https://didactiefonline.nl/blog/paul-kirschner/iedereen-haat-directe-instructie \]](https://didactiefonline.nl/blog/paul-kirschner/iedereen-haat-directe-instructie)

ter illustratie:

↑ (foto)

- 1966 filmregistratie Siegfried Engelmann
[\[https://www.youtube.com/watch?v=i9SiFsimyWA \]](https://www.youtube.com/watch?v=i9SiFsimyWA)

→

- bron: <https://www.nifdi.org/what-is-di/project-follow-through> [opgevraagd 07/01/20]

Over directe instructie (kort)

Overzicht:

- Directe Instructie
 - model voor doceren
 - Siegfried ('Zig') Engelmann (1931 – 2019)
 - Project Follow Through (ca. 1967 – 1995)

Findings:

(bron: <https://www.nifdi.org/what-is-di/project-follow-through> opgevraagd 07/01/20)

- Hedendaagse uitwerkingen ter promotie directe (of ruimer bekeken “effectieve”) instructie, bijv.:

Over directe instructie (kort)

Uitwerking (Wijze lessen):

(bron: <https://www.ou.nl/web/wijze-lessen> , opgevraagd 07/01/20)

- Surma, T., Vanhoyweghen, K., Sluijsmans, D., Camp, G., Muijs, D., & Kirschner, P. A. (2019). *Wijze lessen: twaalf bouwstenen voor effectieve didactiek*. Meppel: Ten Brink Uitgevers.
 [vrije download via: <https://www.ou.nl/web/wijze-lessen> ; evenals aanvullend materiaal en uitwerking bouwstenen]

4. Andere richtingen binnen onderwijsonderzoek

(Vooral er illustratie van de hoeveelheid, zonder er al te gedetailleerd op in te gaan.
En met nadruk op het onderzoek binnen het wiskundeonderwijs)

- Grote congressen, bijv. ICME (*International congress on mathematical education*, v.a. 1969)...

Andere richtingen binnen onderwijsonderzoek

voorbeeld 1: ICME (v.a. 1969)



ICME 13, 2016, Hamburg
3486 deelnemers
1952 papers 533 posters 64 invited lecture
veel publicaties (deels open access)



- ICME13, 2016, Hamburg.
zie: <http://icme13.org/>

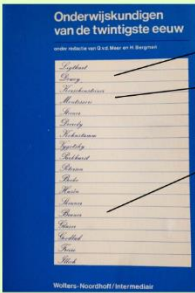
Diverse publicaties (deels open access), zoals bijvoorbeeld:

- Kaiser, G., Forgasz, H., Graven, M., Kuzniak, A., Simmt, E., & Xu, B. (Eds.). (2018). *Invited Lectures from the 13th International Congress on Mathematical Education*. Springer.

- Ruime historie...

Andere richtingen binnen onderwijsonderzoek

lange geschiedenis:



John Dewey (1859 – 1952)

Maria Montessori (1870 – 1952)
- elk kind is actief
- opeenvolging karakteristieke fasen

Jerome Bruner (1915 – 2016)
- cognitieve psychologie
- "Towards a Theory of Instruction" (1966)
- sociaal constructivisme

- Van der Meer, Q.L.Th., & Bergman, H.A. (red.) (1977). *Onderwijskundigen van de twintigste eeuw*. Amsterdam/Groningen: Intermediair/Wolters Noordhoff

- Halve eeuw ontwikkeling van cognitieve psychologie...

Andere richtingen binnen onderwijsonderzoek

lange geschiedenis, psychologie:



Jerome Bruner (1915 – 2016)
- "Towards a Theory of Instruction" (1966)

45 jaar...



Stellan Ohlsson
"Deep Learning" (2011)
- complex and adaptive learning
- creativiteit (redistribution theory)
- resubsumption theory

Zeg bijvoorbeeld van Bruner (1966) tot Deep Learning van Stellan Ohlsson (2011) ...

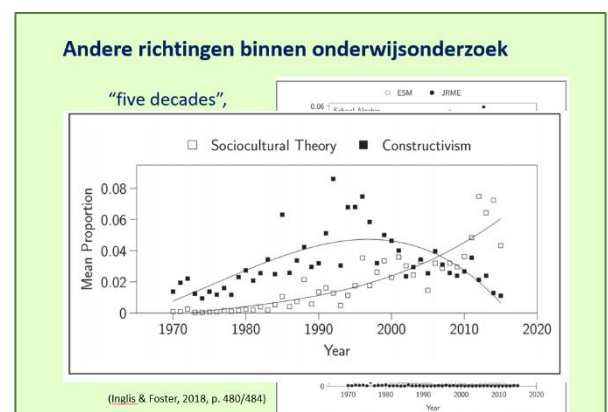
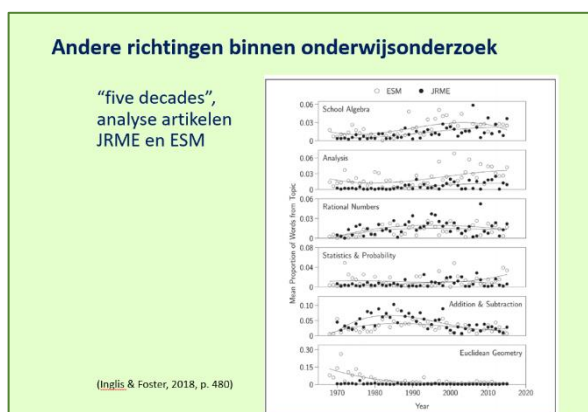
- Bruner, J. S. (1966). *Toward a theory of instruction* (Vol. 59). Harvard University Press.
- Ohlsson, S. (2011). *Deep learning: How the mind overrides experience*. Cambridge University Press.

- Kortom: Ruim een halve eeuw aan onderzoek...



(Deze titels werden uitsluitend getoond als -vrij willekeurige- illustratie van de enorme hoeveelheid onderzoek. Op een enkele titel kom ik later in de presentatie nog terug.)

- Lester jr., F.K. (Ed.). (2007). *Second handbook of research on mathematics teaching and learning*. Charlotte, NC: Information Age Publishing.
 - Bishop, A., Clements, M. K., Keitel-Kreidt, C., Kilpatrick, J., & Leung, F. K. S. (Eds.). (2003). *Second international handbook of mathematics education*. Springer Science & Business Media.
 - Nesher, P., & Kilpatrick, J. (Eds.). (1990). *Mathematics and cognition: A research synthesis by the International Group for the Psychology of Mathematics Education (ICME Study series)*. Cambridge: Cambridge University Press.
 - Clements, M.A., Keitel, C., Bishop, A.J., Kilpatrick, J., & Leung, F.K.S. (Eds.), (2013). *Third International Handbook of Mathematics Education*. New York/Heidelberg: Springer.
 - Gutiérrez, A., & Boero, P. (Eds.). (2006). *Handbook of research on the psychology of mathematics education: Past, present and future*. Sense publishers.
 - Gutiérrez, Á., Leder, G. C., & Boero, P. (Eds.). (2016). *The second handbook of research on the psychology of mathematics education: The journey continues*. Sense publishers.
- In een uitgebreide analyse [via een speciale methodiek, waar ik verder niet op in gegaan ben] van alle artikelen gepubliceerd in *Educational Studies in Mathematics (ESM)* en in *Journal for Research in Mathematics Education (JRME)* van de afgelopen 50 jaar, werd door Inglis en Foster een overzicht gemaakt van de ontwikkeling van de aandacht voor bepaalde thema's.



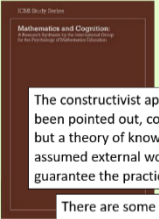
In de rechter slide is met hun analyse bijvoorbeeld te zien dat de (specifieke) aandacht voor Constructivisme sinds 2000 sterk teruggelopen is...

- Inglis, M., & Foster, C. (2018). Five decades of Mathematics education research. *Journal for Research in Mathematics Education*, 49(4), 462-500.

[N.B. Omwille van de tijd heb ik hier tijdens de presentatie bij ResearchED nog korter bij stil gestaan, dan ik tijdens de Panama-conferentie toch al deed...]

- Nu even inzoomen op het Constructivisme.
De start was optimistisch. Maar ook waren er van het begin af ook wel bedenkingen.

Constructivisme



Mathematics and cognition
ICMI Study Series (Nesher & Kilpatrick, 1990)
- A research synthesis PME 1976 – 1987
- Introduction (Fischbein, 1990)

The constructivist approach is another source of fruitful ideas. As has been pointed out, constructivism is not an ontology, a theory of existence, but a theory of knowledge. Our cognitions are not duplicates of an assumed external world but rather constructions who's aim is to guarantee the practical success of our behaviour.

There are some aspects related to the constructivist approach that should be discussed and that require serious investigation. (–) There is much evidence that every important progression in the child's reasoning capacity, every acquisition of new statements, may be achieved only as an effect of practice.

(Fischbein, 1990, p. 6 en 7)

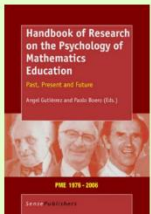
Vroege terugblik (periode 1976 - 1987)...

- Fischbein, E. (1990). Introduction. In: P. Nesher, & J. Kilpatrick, (Eds.). *Mathematics and cognition: A research synthesis by the International Group for the Psychology of Mathematics Education* (ICME Study series) (p. 1 – 13). Cambridge: Cambridge University Press.

- Constructivisme (vervolg)

Een reconstructie over een langere periode (1976 - 2006): Constructivisme als 'grand theory' (vergelijk Lakatos), die nader uitgewerkt wordt in concrete didactische theorieën, met een grote verscheidenheid. Er is ook kritiek op de uitgangspunten van de theorie (o.a. '1987-debat')...

Constructivisme



PME 1976 – 2006
A thirty-year reflection on constructivism in mathematics education in PME, Jere Confrey & Sibel Kazak (2006)

- maar één van de hoofdstukken
- periode van 30 jaar

- 'roots':

- problem solving (Polya)
- misconceptions, obstacles
- theories of cognitive development (Piaget)

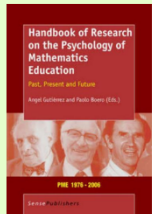
- reconstructie:

- 'grand theory' (vgl. Lakatos)
- interne discussie (1987 congres)
- achteraf benoemen 10 'kern'-punten

- verloop:

- vertaling/uitwerking in 'instructional theories'
- RME, 'didactical engineering', e.a.
- verscheidenheid (wildgroei?)

Constructivisme



PME 1976 – 2006
A thirty-year reflection on constructivism in mathematics education in PME, Jere Confrey & Sibel Kazak (2006)

- maar één van de hoofdstukken
- periode van 30 jaar

- 'roots':

- problem solving (Polya)
- misconceptions, obstacles
- theories of cognitive development (Piaget)

- reconstructie:

- 'grand theory' (vgl. Lakatos)

As a grand theory, constructivism served as a means of prying mathematics education from its sole identification with the formal structure of mathematics as the sole guide to curricular scope and sequence. It created a means to examine that mathematics from a new perspective, the eyes, mind and hands of a child.

(Confrey & Kazak, 2006, p. 306)

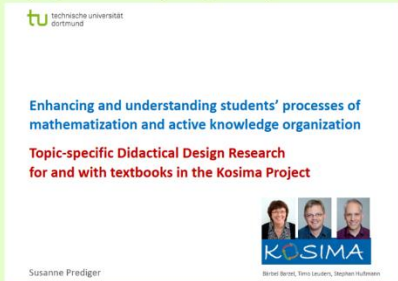
- Confrey, J., & Kazak, S. (2006). A thirty-year reflection on constructivism in mathematics education in PME. In: Guitiérrez, A., Boero, P. (Eds), *Handbook of research on the psychology of mathematics education: Past, present and future* (p. 305-345). Sense publishers.

- Als voorbeeld een recente uitwerking van o.a. constructivistische ideeën in de groot Duits project: Ontwikkeling methode ("Mathewerkstatt") op basis van wetenschappelijk onderzoek...

N.B. Enkele slides, **beschikbaar gesteld door Suzanne Prediger** van haar 'plenary' tijdens de ICMT3, sept. 2019 in Paderborn. [Zie: <https://tagung.math.uni-paderborn.de/event/1/page/15-plenary-sessions#sec41>]

Constructivisme (?)

Recent project, Kosima (prediger e.a.):



Enhancing and understanding students' processes of mathematization and active knowledge organization

Topic-specific Didactical Design Research for and with textbooks in the Kosima Project

Susanne Prediger

(slides Susanne Prediger, presentatie ICMT3, Paderborn, september 2019)

Constructivisme (?)

Recent project, Kosima (prediger e.a.):

Design of the Textbook Mathewerkstatt



Product: Textbook

- for the middle school Grades 5-10 (age 10 – 16 years)
- for lower tracked schools (Haupt- und Realschule, Gesamtschule)
- for engaged teachers who search for an innovative didactical approach

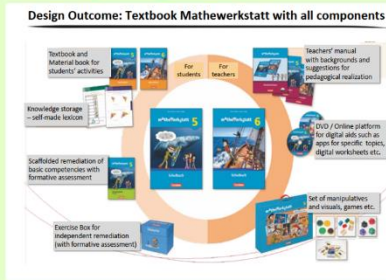
Process:

2002 start of design research process → 2012 Grade 5 book appeared → 2017 Grade 10 book appeared →

(slides Susanne Prediger, presentatie ICMT3, Paderborn, september 2019)

Constructivisme (?)

Recent project, Kosima (prediger e.a.):



(slides Susanne Prediger, presentatie ICMT3, Paderborn, september 2019)

Constructivisme (?)

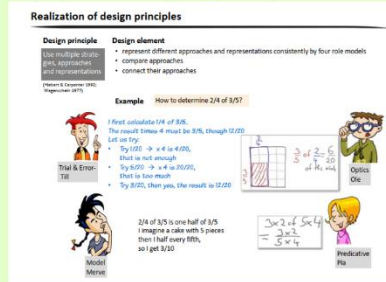
Recent project, Kosima (prediger e.a.):



(slides Susanne Prediger, presentatie ICMT3, Paderborn, september 2019)

Constructivisme (?)

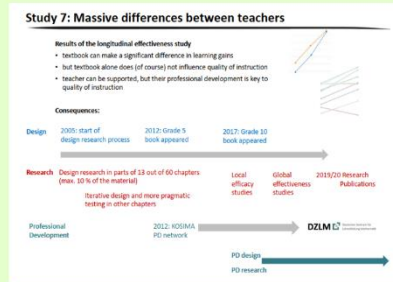
Recent project, Kosima (prediger e.a.):



(slides Susanne Prediger, presentatie ICMT3, Paderborn, september 2019)

Constructivisme (?)

Recent project, Kosima (prediger e.a.):



(slides Susanne Prediger, presentatie ICMT3, Paderborn, september 2019)

- uitgangspunten o.a. ideeën realistisch rekenonderwijs...
- veel begeleidend wetenschappelijk onderzoek, waaronder effectiviteitsstudies...
- belangrijke conclusie: Grote verschillen tussen leraren. (Voor sommigen 'te hoog gegrepen'...??)

Meer informatie over Mathewerkstatt en de achtergronden: http://www.ko-si-ma.de/front_content.php .
Er is o.a. een film (13 min.) over de uitgangspunten: http://www.ko-si-ma.de/front_content.php?idcat=410
en een uitgebreid overzicht van publicaties (veelal Duitstalig en meestal Open Access):
http://www.ko-si-ma.de/front_content.php?idcat=413&lang=12 [alle links van 26-01-2020]

- Maar ook in Nederland vind je vergelijkbare ideeën, zij het minder grootschalig...
[N.B. Deze slide was alleen opgenomen in de presentatie bij ResearchED]

Van promotieonderzoek naar ontwikkeling van ondersteunend materiaal...

Ander voorbeeld

Dichter bij huis:

Julie Menne:
van promotieonderzoek
naar een succesvolle rekenmethode

(Julie Menne, 2001, *Met Sprongen Vooruit*. Een productief oefenprogramma voor zwakke rekenaars in het getallengebied tot 100 - een onderwijsexperiment. Academisch proefschrift Universiteit Utrecht, Freudenthal Instituut) [Materiaal, scholing; Menne Instituut, Baarn]

- Menne, J. (2001). *Met Sprongen Vooruit*. Een productief oefenprogramma voor zwakke rekenaars in het getallengebied tot 100 - een onderwijsexperiment. Academisch proefschrift Universiteit Utrecht, Freudenthal Instituut.
- Meer informatie over het materiaal: <https://www.metsprongenvooruit.nl/> .

5. Het debat

- Inleiding

het debat...

Wetenschappelijk aangetoond:

Voor een **mooi gazon** is regelmatig maaien beslist noodzakelijk.

[Foto Mooi strak gazon]

het debat...

Wetenschappelijk aangetoond:

Voor een **mooie tuin** is regelmatig maaien beslist noodzakelijk.

[Foto Mooie kleurige bloementuin]

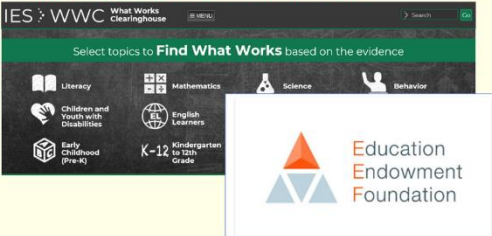
??

Het hangt maar van je doel af. Als je met een “mooie tuin” een “mooi gazon” bedoelt, dan is regelmatig maaien inderdaad de beste aanpak. Maar heb je een “mooie bloementuin” voor ogen dan is de conclusie dat regelmatig maaien ‘goed werkt voor een mooie tuin’ heel bedenkelijk...

Daarom is het ook verstandig om niet al te klakkeloos af te gaan op allerlei “Wat werkt”-sites...

het debat...

Evidence-based... / Evidence-informed... ?



IES : WWC What Works Clearinghouse

Select topics to Find What Works based on the evidence

Literacy Mathematics Science Behavior

Children and Youth with Disabilities English Learners

Early Childhood (Pre-K) K-12 Kindergarten or 1st Grade

Education Endowment Foundation

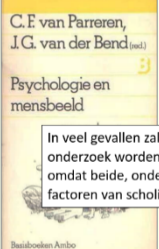
bijvoorbeeld:

- What Works Clearinghouse (WWC)
<https://ies.ed.gov/ncee/wwc/>
- Education Endowment Foundation (EEF)
<https://educationendowmentfoundation.org.uk/>

- Bovendien hangt de methodiek die je acceptabel vindt ook juist samen met de ideeën die je aanhangt (c.q. wilt ‘bewijzen’).

het debat...

Verschillen in methodologie



C.F. van Parreren, J.G. van der Bend (red.)

Psychologie en mensbeeld

In veel gevallen zal dan ook binnen een psychologische school het soort onderzoek worden verricht, dat het gekozen mensbeeld bevestigt, omdat beide, onderzoeksmethodologie en mensbeeld, door dezelfde factoren van scholing en persoonlijke affiniteit beïnvloed worden.

Baarn: Ambo

(C.F. van Parreren, 1979, Verscheidenheid van mensbeelden – eenheid in de psychologie?, p. 103, in: van Parreren, C.F., & van der Bend, J.G. (red). Psychologie en mensbeeld, Baarn: Ambo)

- Van Parreren, C.F. (1979). Verscheidenheid van mensbeelden – eenheid in de psychologie? In: C.F. van Parreren, & J.G. van der Bend, (red). *Psychologie en mensbeeld* (p. 89-115). Baarn: Ambo

Vergelijk wat dit betreft ook Lakatos die stelt dat een ‘researchprogram’ niet alleen uit de specifieke kernideeën bestaat maar evenzeer de ‘heuristics’ bevat, de methodieken die aangehangen worden!

- Even ingaan op het gebruik van argumenten...

Tim Surma gaf tijdens een presentatie het volgende voorbeeld: Bij een brede straat vertel je een kind toch hoe hij of zij veilig kan oversteken. Je geeft instructie, je doet het voor, je doet het samen en je checkt of het geleerd is... Maar wat nu als je de foto van de brede straat vervangt door een foto van een schepje en een emmertje in een zandbak. Is het dan nog steeds vanzelfsprekend...?
 [Ik tekende hierbij overigens aan dat dit misschien een beetje een flauw voorbeeld is – en ik waardeer Tim Surma en zijn ideeën zeker wel –, maar we moeten steeds voorzichtig blijven met de voorstelling van zaken...!]



- bron: Tim Surma op symposium afscheid Paul Kirschner Open Universiteit, 13 dec. 2019
 [terug te zie op: <https://www.ou.nl/-/full-circle-paul-kirschner-kijkt-bij-zijn-afschied-terug-op-35-jaar-ou>]

- Veel bedenkelijker vind ik echter hoofdstuk 1 van Marcel Schmeiers rekenboek voor de basisschool. Hierin zet hij traditioneel en realistisch rekenonderwijs nogal karikaturaal tegenover elkaar, met allerlei (mede aan Twitter ontleende ???) suggestieve verwijzingen dat het eerste toch echt beter is. [N.B. Ik heb het hier allen over hoofdstuk 1. Over de rest kan ik zelf geen oordeel vellen!]



- Schmeier, M. (2017). *Effectief rekenonderwijs op de basisschool*. Huizen: Pica Uitgevers.

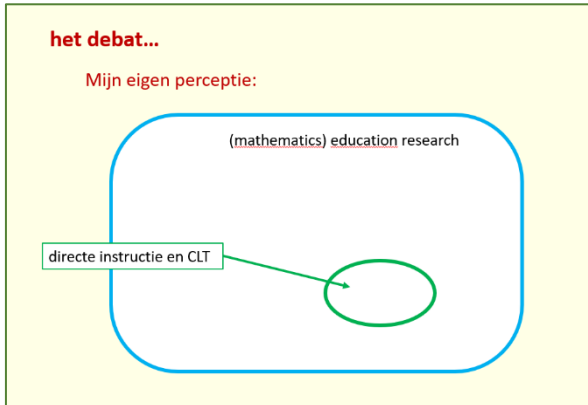
Onderzoek geeft aan dat de gehanteerde didactiek niet zo bepalend is als vaak gedacht wordt...



- KNAW (2009). *Rekenonderwijs op de basisschool: Analyse en sleutels tot verbetering*. Amsterdam: Koninklijke Academie van Wetenschappen.
- Hickendorf, M. et al. (2019). Wat werkt (niet) in het reken-wiskundeonderwijs. *Volgens Bartjens Ontwikkeling en onderzoek*, 38(3). [<https://vangorcumtijdschriften.nl/volgens-bartjens/artikel/wat-werkt-niet-in-het-reken-wiskundeonderwijs-jrg-38-nr-3-2019/>]

6. Afronding en conclusies

- Mijn eigen perceptie...



afronding, conclusies

Mijn eigen perceptie:

directe instructie

- slechts een deel van het totale onderzoek
- star en beperkt paradigma
- goed te vertalen naar praktijk
- geeft leraren snel houvast

overig onderzoek (bijv. op basis constructivisme)

- zeer divers
- verschillende theorieën en invullingen
- daardoor verwarring en onduidelijkheid (terminologiekwesties e.d.)
- vertalingen naar praktijk (te?) ambitieus
- al snel lastig voor leraren

Er is ongelooflijk veel onderzoek (zie eerder deze presentatie) en slechts een klein deel daarvan gaat over directe instructie en/of Cognitive Load Theory (CLT). Is het werkelijk denkbaar dat al die andere onderzoekers het mis hebben (of zelfs zomaar wat aanrommelend)? Persoonlijk denk ik van niet. Wel zijn er opmerkelijke verschillen...

- Nog een mooi voorbeeld:

afronding, conclusies

Een mooi voorbeeld:

(Twitter, 2 jan. 2020)

afronding, conclusies

Een mooi voorbeeld:

(Twitter, 2 jan. 2020)

Instructie: Hoe teken je een olifant? De een vindt het afgrijselijk zo, de ander vindt het een mooie stapsgewijze uitleg. Het hangt maar af van je visie...

[bron: Twitter, 2 januari 2020]

afronding, conclusies

En dus komen we weer uit op:

How to evaluate EEF outcomes
 Is the outcome positive?
 Do you like the intervention idea?
 Is the outcome positive?
 "This robust trial shows this is the best thing since sliced bread."
 "I didn't measure the right thing"
 "The study has methodological flaws"
 "There are numerous other benefits"
 "Takes longer"
 "This study conclusively shows it doesn't work"

afronding, conclusies

Of niet ???

Over: Folkert Haanstra, Marjo van Hoorn en M. Damen: Culturele invloeden op de esthetische beoordeling van beeldend werk. Een replicatieonderzoek naar de theorie van de U-vormige beeldende ontwikkeling. Cultuur + Educatie 24, Cultuurnetwerk Nederland, Utrecht, 2009. [a]Beelding uit andere publicatie ?

Figuur 1. Het U- en L-vormige model van artistieke ontwikkeling (Davis, 1901).

Zie o.a.: Marreveld, M. (2010). Kinderen mogen tekenen leren. *Didactief*, 40/5, p. 24-25. [versie opgevraagd van: <https://didactiefonline.nl/artikel/kinderen-mogen-leren-tekenen>]

Dus toch weer het al eerder vertoonde schema van Christian Bokhove...

Hoewel, ook naar dit tekenen is uiteraard onderzoek gedaan: Over o.a. de zgn. "U-curve", dat leerlingen in een bepaalde leeftijdsfase juist echt wel graag willen 'leren' tekenen.

- Marreveld, M. (2010). Kinderen mogen tekenen leren. *Didactief*, 40/5, p. 24-25. [versie opgevraagd van: <https://didactiefonline.nl/artikel/kinderen-mogen-leren-tekenen>] {gebaseerd op: Folkert Haanstra, Marjo van Hoorn en M. Damen: Culturele invloeden op de esthetische beoordeling van beeldend werk. Een replicatieonderzoek naar de theorie van de U-vormige beeldende ontwikkeling. Cultuur + Educatie 24, Cultuurnetwerk Nederland, Utrecht, 2009.}

- En dat doet dan weer denken aan:

afronding, conclusies

En dan misschien...




Geef jonge kinderen een compliment en ze leren beter. Achtjarige reageren namelijk goed op positieve feedback, zo blijkt uit onderzoek van de Universiteit Leiden. Twaalfjarige en volwassenen daarentegen kunnen beter uit de voeten met negatieve feedback. Toonde gedragsonderzoek al aan dat jonge kinderen anders leren, hersenonderzoek van het Leidse Brain and Development Lab bevestigt dit. De leerstrategie van kinderen verandert radicaal rond het twaalfde jaar. 'De switch zit tussen de acht en twaalf jaar',

Simone Barneveld, interview met Eveline Crone, 03-11-2008
[opgevraagd van: <https://didactiefonline.nl/artikel/een-kijkje-onder-de-hersenpan>]

afronding, conclusies

En dan misschien...



Achtjarige gebruiken dezelfde hersengebieden – de frontale cortex – als volwassenen bij cognitieve taken maar in een andere context, bijvoorbeeld na een compliment over de taak die ze uitvoeren. 'Een negatieve reactie is ingewikkelde informatie. Bij positieve feedback kun je denken: ik ga op dezelfde manier door. Maar als je iets niet goed doet, moet je nadenken over wat je hebt gedaan, wat er verkeerd aan was en het vervolgens aanpassen. Leren van je fouten is complexer dan doorgaan op dezelfde weg. Je maakt meer stappen en de hersenen van achtjarige zijn nog niet voldoende toegerust om die tussenstappen te maken. Twaalfjarige kunnen, weliswaar nog niet zo goed als volwassenen, dat al wel'.

Simone Barneveld, interview met Eveline Crone, 03-11-2008
[opgevraagd van: <https://didactiefonline.nl/artikel/een-kijkje-onder-de-hersenpan>]

Jonge kinderen zijn gevoeliger voor positieve feedback. Negatieve feedback (met denken aan alternatieven) is mogelijk nog te ingewikkeld voor ze.

- Crone, E. (2008). *Het puberende brein. Over de ontwikkeling van de hersenen in de unieke periode van de adolescentie*. Uitgeverij Bert Bakker.

Getoonde fragmenten komen uit:

- Barneveld, S. (2008). Een kijkje onder de hersenpan (interview met Eveline Crone, 03-11-2008). Didactief-online. [<https://didactiefonline.nl/artikel/een-kijkje-onder-de-hersenpan>]

[Overigens geeft Crone zelf aan dat het nog te prematuur is om op basis van haar onderzoek al concrete conclusies te trekken wat betreft aanbevelingen voor het onderwijs aan kinderen...]

- Het onderwijs als “wicked problem”...

afronding, conclusies

Goed onderwijs, een complex (“wicked”) probleem...?

Tabel 1: 'Wicked problems' als type beleidsprobleem te midden van vier probleemttypen
Consensus over in geding zijnde waarden

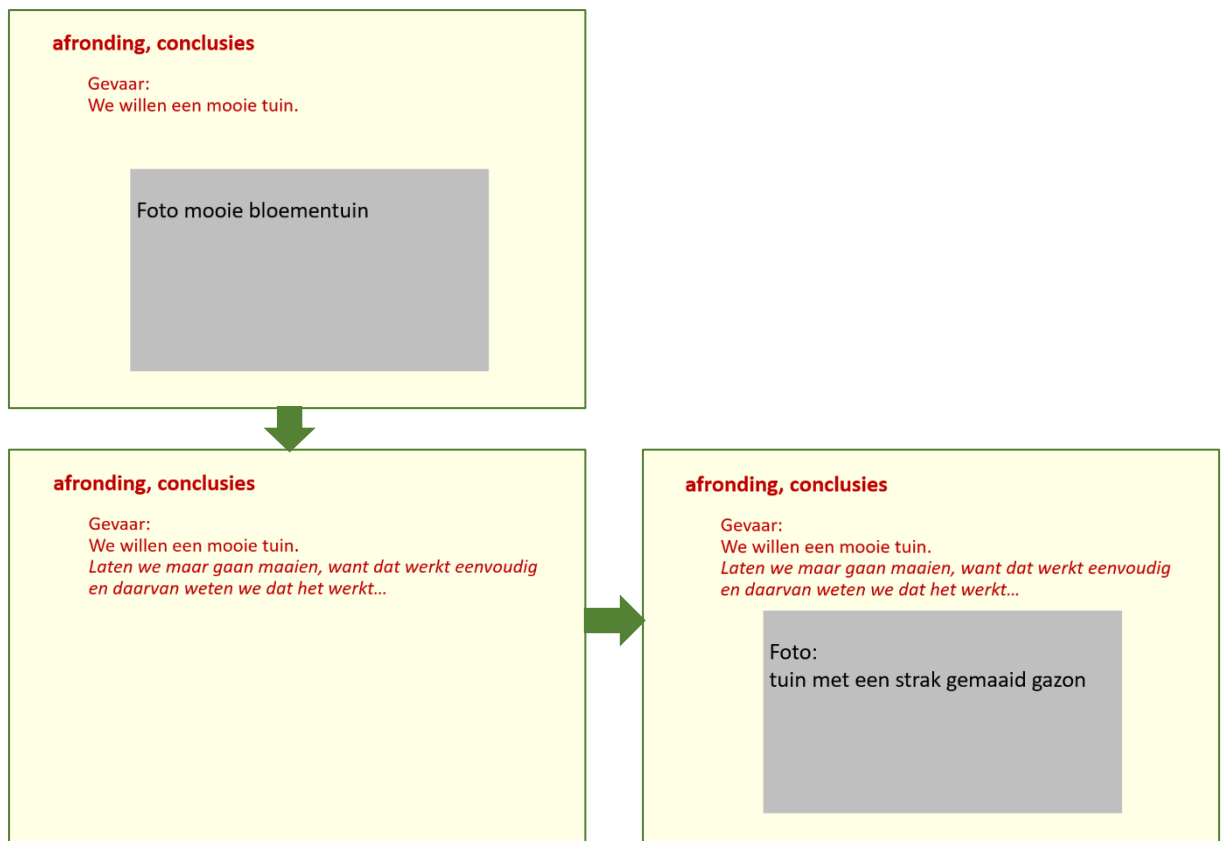
		Plus	Min
Consensus over van belang zijnde kennis	Plus	1 Routinematige, bureaucratische aanpak van betrekkelijk eenvoudige problemen	2 Veel kennis maar moeilijk om tot overeenstemming te komen (matig gestructureerde middelproblemen) B.v. omgaan met abortus of euthanasie
	Min	3 Weinig kennis, maar wel gevoelde wenselijkheid om te handelen (matig gestructureerde doelproblemen). B.v. opslaan kernenergie-afval maar in zoutkoepels?	4 Ongestructureerde problemen ("Wicked problems"): kennis min, consensus min B.v. voetbalvandalisme

Arno Korsten, *Wicked problems in het kort*, 29 juli 2016
[opgevraagd van: <http://www.arnokorsten.nl/PDF/Beleid/Wicked%20problems%20in%20het%20kort.pdf>]

In dit schema van Arno Korsten is sprake van twee dimensies. Verticaal staat de mate van consensus over de van belang zijnde kennis, horizontaal de mate van consensus over de in geding zijnde waarde. Ik vond dit waardevol als eventueel model om naar de wenselijkheid van directe instructie (versus bijvoorbeeld op constructivisme gebaseerde aanpakken) te kijken: Voorstanders van directe instructie claimen (onderling en naar buiten) op beide schalen een grote mate van consensus: “Leerlingen moeten gewoon goed kunnen lezen en rekenen...” (schaal van waarden) en “Directe instructie is gewoon de beste manier om ze dat te leren...” (schaal van kennis). Zij komen dan ook uit in het vak linksboven met “gewoon” de “eenvoudige” aanpak. Voorstanders van meer andersoortige didactische modellen zijn minder eenduidig over waarden (naast kennis bijv. ook ontplooiing e.d.) en de ideeën over hoe je dat aanpakt zijn veel gevarieerder en minder eenduidig (schaal van de consensus over kennis). Zij komen in het schema rechtsonder uit, bij de ongestructureerde problemen. Hier is de “juiste” aanpak vinden dus veel lastiger...

- bron: Korsten, A. (2016), *Wicked problems in het kort*. [07-01-20 opgevraagd van: <http://www.arnokorsten.nl/PDF/Beleid/Wicked%20problems%20in%20het%20kort.pdf>]

- Eindconclusie



- Dank voor uw aandacht / vragen en discussie...

Literatuur

- Barneveld, S. (2008). Een kijkje onder de hersenpan (interview met Eveline Crone, 03-11-2008). Didactief-online. [<https://didactiefonline.nl/artikel/een-kijkje-onder-de-hersenpan>]
- Barton, C. (2019). *Volgens Barton* (2 delen). Culemborg: Uitgeverij Phronese
- Van Bendegem, J.P. (2016). The philosophy of mathematical practice: What is it all about? In: P. Ernest et al. (Ed.), *The philosophy of mathematics education* (p. 13-18). Springer.
[ICME13 topical surveys (Open Access): <https://www.springer.com/series/14352>].
- Van Bendegem, J. P. (2018). The Who and What of the Philosophy of Mathematical Practices. In P. Ernest (Ed.), *The Philosophy of Mathematics Education Today* (p. 39-59). Springer.
- Bergsen, S., Meester, E., Kirschner, P.A., & Bosman, A. (2019). Constructivisme is een slechte didactische raadgever. *ScienceGuide*, 16 oktober 2019.
[<https://www.scienceguide.nl/2019/10/constructivisme-is-een-slechte-didactische-raadgever/>]
- Bishop, A., Clements, M. K., Keitel-Kreidt, C., Kilpatrick, J., & Leung, F. K. S. (Eds.). (2003). *Second international handbook of mathematics education*. Springer Science & Business Media.
- Boxer, A. (Ed.), (2019). *The researchED Guide to Explicit & Direct Instruction: An evidence-informed guide for teachers* (The ResearchED series). John Catt Educational Ltd.
- Bruner, J. S. (1966). *Toward a theory of instruction* (Vol. 59). Harvard University Press.
- Clements, M.A., Keitel, C. , Bishop, A.J. , Kilpatrick, J., & Leung, F.K.S. (Eds.), (2013). *Third International Handbook of Mathematics Education*. New York/Heidelberg: Springer.

- Confrey, J., & Kazak, S. (2006). A thirty-year reflection on constructivism in mathematics education in PME. In: Guitiérrez, A., Boero, P. (Eds), *Handbook of research on the psychology of mathematics education: Past, present and future* (p. 305-345). Sense publishers.
- Crone, E. (2008). *Het puberende brein. Over de ontwikkeling van de hersenen in de unieke periode van de adolescentie*. Uitgeverij Bert Bakker.
- Didau, D., & Rose, N. (2019). *Psychologie in de Klas. Wat iedere leraar moet weten*. Culemborg: Uitgeverij Phronese.
- Fischbein, E. (1990). Introduction. In: P. Neshor, & J. Kilpatrick, (Eds.). *Mathematics and cognition: A research synthesis by the International Group for the Psychology of Mathematics Education* (ICME Study series) (p. 1 – 13). Cambridge: Cambridge University Press.
- Gutiérrez, A., & Boero, P. (Eds.). (2006). *Handbook of research on the psychology of mathematics education: Past, present and future*. Sense publishers.
- Gutiérrez, Á., Leder, G. C., & Boero, P. (Eds.). (2016). *The second handbook of research on the psychology of mathematics education: The journey continues*. Sense publishers.
- Hickendorf, M. et al. (2019). Wat werkt (niet) in het reken-wiskundeonderwijs. *Volgens Bartjens Ontwikkeling en onderzoek*, 38(3). [<https://vangorcumtijdschriften.nl/volgens-bartjens/artikel/wat-werkt-niet-in-het-reken-wiskundeonderwijs-jrg-38-nr-3-2019/>]
- Hollingsworth, J., & Ybarra, S. (2016) [Nederlandse bewerking: Marcel Schmeier]. *Expliciete directe instructie. Tips en technieken voor een goede les*. Huizen: Uitgeverij Pica.
- Inglis, M., & Foster, C. (2018). Five decades of Mathematics education research. *Journal for Research in Mathematics Education*, 49(4), 462-500.
- Kaiser, G., Forgasz, H., Graven, M., Kuzniak, A., Simmt, E., & Xu, B. (Eds.). (2018). *Invited Lectures from the 13th International Congress on Mathematical Education*. Springer.
- Kirschner, P.A. (2018). *Iedereen haat directe instructie*. Didactief-online (blog). [<https://didactiefonline.nl/blog/paul-kirschner/iedereen-haat-directe-instructie>]
- Kirschner, P. A., Claessens, L., & Raaijmakers, S. (2018). *Op de schouders van reuzen. Inspirerende inzichten uit de cognitieve psychologie voor leerkrachten*. Meppel: Ten Brink uitgevers / Didactief-online. [vrije download via: <https://didactiefonline.nl/artikel/op-de-schouders-van-reuzen>]
- KNAW (2009). *Rekenonderwijs op de basisschool: Analyse en sleutels tot verbetering*. Amsterdam: Koninklijke Academie van Wetenschappen.
- Korsten, A. (2016), *Wicked problems in het kort*. [07-01-20 opgevraagd van: <http://www.arnokorsten.nl/PDF/Beleid/Wicked%20problems%20in%20het%20kort.pdf>]
- Lester jr., F.K. (Ed.). (2007). *Second handbook of research on mathematics teaching and learning*. Charlotte, NC: Information Age Publishing.
- Marreveld, M. (2010). Kinderen mogen tekenen léren. *Didactief*, 40/5, p. 24-25. [versie opgevraagd van: <https://didactiefonline.nl/artikel/kinderen-mogen-leren-tekenen>]
- Van der Meer, Q.L.Th., & Bergman, H.A. (red.) (1977). *Onderwijskundigen van de twintigste eeuw*. Amsterdam/Groningen: Intermediair/Wolters Noordhoff
- Menne, J. (2001). *Met Sprongen Vooruit. Een productief oefenprogramma voor zwakke rekenaars in het getalengebied tot 100 - een onderwijsexperiment*. Academisch proefschrift Universiteit Utrecht, Freudenthal Instituut.
- Neshor, P., & Kilpatrick, J. (Eds.). (1990). *Mathematics and cognition: A research synthesis by the International Group for the Psychology of Mathematics Education* (ICME Study series). Cambridge: Cambridge University Press.

- Niss, M. (2007). Reflections on the state and trends in research on mathematics teaching and learning: From here to Utopia. In F.K. Lester jr. (Ed.) *Second handbook of research on mathematics teaching and learning* (p. 1293-1312). Charlotte, NC: Information Age Publishing.
- Ohlsson, S. (2011). *Deep learning: How the mind overrides experience*. Cambridge University Press.
- Van Parreren, C.F. (1979). Verscheidenheid van mensbeelden – eenheid in de psychologie? In: C.F. van Parreren, & J.G. van der Bend, (red). *Psychologie en mensbeeld* (p. 89-115). Baarn: Ambo
- De Regt, H., & Dooremalen, H. (2015). *Het Snapgevoel. Over kennis en emotie*. Amsterdam: Boom Uitgevers.
- Remie, M. (2019). De leraar moet geen hamburgerbakker zijn (Interview met Paul Kirschner). *NRC*, 2-6-19 [<https://www.nrc.nl/nieuws/2019/06/02/de-leraar-moet-geen-hamburgerbakker-zijn-a3962308>]
- Schmeier, M. (2017). *Effectief rekenonderwijs op de basisschool*. Huizen: Pica Uitgevers.
- Schoenfeld, A.H. (2000). Purposes and methods of research in mathematics education. *Notices of the AMS*, 47(6), 641-649.
- Surma, T., Vanhoyweghen, K., Sluijsmans, D., Camp, G., Muijs, D., & Kirschner, P. A. (2019). *Wijze lessen: twaalf bouwstenen voor effectieve didactiek*. Meppel: Ten Brink Uitgevers.
[vrije download via: <https://www.ou.nl/web/wijze-lessen>]

Overige verwijzingen

- Bokhove, C. (2019) "Evaluatieschema onderzoeksuitkomsten": <https://twitter.com/cbokhove>
- Education Endowment Foundation (EEF): <https://educationendowmentfoundation.org.uk/>
- Engelmann, Siegfried, filmregistratie 1966: <https://www.youtube.com/watch?v=i9SjFsimyWA>
- ICME13, 2016, Hamburg: <http://icme13.org/>
- Lakatos, aanvullende informatie: https://nl.wikipedia.org/wiki/Imre_Lakatos (opgevraagd 07/01/20)
- Mathewerkstatt, site: http://www.ko-si-ma.de/front_content.php .
- Mattewerkstatt, film (13 min.) over de uitgangspunten:
http://www.ko-si-ma.de/front_content.php?idcat=410
- Mattewerkstatt, overzicht van publicaties (veelal Duitstalig en meestal Open Access):
http://www.ko-si-ma.de/front_content.php?idcat=413&lang=12
- Met sprongen vooruit, algemene informatie: <https://www.metsprongenvooruit.nl/>
- Monty Python and the Holy Grail: "We found a witch! Burn her!! Burn her!!":
https://www.youtube.com/watch?v=zrzMhU_4m-g
- Prediger, S. (2019). Presentatie ICMT3, Paderborn, waarvan een aantal slides gebruikt zijn:
<https://tagung.math.uni-paderborn.de/event/1/page/15-plenary-sessions#sec41>
- Project Follow Through, aanvullende informatie:
<https://www.nifdi.org/what-is-di/project-follow-through> (opgevraagd 07/01/20)
- Surma, Tim (2019) presentatie symposium afscheid Paul Kirschner Open Universiteit, 13 dec. 2019:
<https://www.ou.nl/-/full-circle-paul-kirschner-kijkt-bij-zijn-afschied-terug-op-35-jaar-ou>
- What Works Clearinghouse (WWC): <https://ies.ed.gov/ncee/wwc/>