Addendum rapport Rekenen op de basisschool: Review van de samenhang tussen beïnvloedbare factoren in het onderwijsleerproces en de rekenwiskundeprestaties van basisschoolleerlingen

Marian Hickendorff, Universiteit Leiden

oktober 2020

Aanleiding

In 2017 is het rapport *Rekenen op de basisschool* gepubliceerd (Hickendorff et al., 2017). De vraag die centraal stond was wat er vanuit wetenschappelijk onderzoek bekend is over de relatie tussen beïnvloedbare factoren van het onderwijsleerproces enerzijds en de rekenwiskundeprestaties van basisschoolleerlingen anderzijds. Die vraag was uitgezet door de Inspectie van het Onderwijs ter voorbereiding op het peilingsonderzoek Peil.Rekenen-Wiskunde 2019. De aanpak bestond uit drie componenten: (a) een review van de internationale literatuur (meta-analyses en reviews) en van onderzoeken met Nederlandse basisschoolleerlingen, (b) nadere analyses op recente peilingsonderzoeken PPON-2011 (groep 8) en TIMSS-2015 (groep 6) en (c) een veldraadpleging.

Momenteel zijn de voorbereidingen voor Peil.Rekenen-Wiskunde 2023 gestart. Er zijn geen redenen om aan te nemen dat het rapport uit 2017 niet meer actueel is. Wel is er een screening gedaan van de internationale literatuur die na publicatie van het rapport verschenen is. Het huidige addendum beschrijft de resultaten van die screening.

Aanpak

De database *Web of Science* is geraadpleegd met de zoektermen *mathematics/math/maths/arithmetic* gecombineerd met *meta-analysis/review*. De inclusiecriteria waren gelijk aan die in het rapport van Hickendorff et al (2017). In totaal zijn 29 meta-analyses en één review geïdentificeerd die aan de inclusiecriteria voldeden. De resultaten van deze meta-analyses zijn gescand en kort beschreven. Een belangrijke disclaimer is wel dat dit minder grondig is gedaan dan in de literatuurstudie voor het rapport van 2017: de resultaten zijn enkel op hoofdlijnen bekeken; de analyses van de moderatorvariabelen die mogelijk van invloed zijn op de effecten zijn niet meegenomen.

Net als in het rapport van Hickendorff et al (2017) zijn de factoren van het onderwijsleerproces onderverdeeld in factoren op het niveau van de les, leerkracht, school of leerling.

Overzicht van de resultaten

Hieronder is per niveau (les, leerkracht, school en leerling) in overzichtstabellen weergegeven welke effecten zijn gevonden. Daarbij is aangegeven of die effecten nieuw (linkerkolom), gewijzigd (middenkolom) of een bevestiging (rechterkolom) waren ten opzichte van de resultaten in het rapport van 2017. De kleurcodering is als volgt:

- Factoren in het groen: positieve samenhang met rekenprestaties
- Factoren in het grijs: nauwelijks tot geen samenhang met rekenprestaties
- Factoren in het rood: negatieve samenhang met rekenprestaties

In de bijlage staat een overzicht van de geanalyseerde literatuur.

Factoren op het niveau van de les

Lesinhoud

NIEUW	GEWIJZIGD	BEVESTIGING
interleaving (vs. *blocking*) van opgaven bij inductief leren		

Lesvorm

Instructie- en werkvormen

NIEUW	GEWIJZIGD	BEVESTIGING
		Directe Instructie (Mastery Learning)
		peer tutoring (effect op tutee)
		aanmoedigen self-explanation
peer tutoring (effect op tutor)		
projectgestuurd leren		
schema-instructie (bij contextopgaven)		

Technologische hulpmiddelen

NIEUW	GEWIJZIGD	BEVESTIGING
		technologie/ICT
interactieve whiteboards		
	Games/Gamification/Digital Game-Based Learning [was grijs]	

Formatieve toetsing en differentiatie

NIEUW	GEWIJZIGD	BEVESTIGING
		formatieve toetsing
differentiatie: via computerprogramma of als onderdeel van breder (school)programma	differentiatie in homogene niveaugroepen [was groen]	
	feedback [was groen; betreft hier alleen correctieve feedback]	

Overig

NIEUW	GEWIJZIGD	BEVESTIGING
	huiswerk [was groen]	

Factoren op het niveau van de leerkracht

NIEUW	GEWIJZIGD	BEVESTIGING
		professionele kennis
		professionele ontwikkeling

Factoren op het niveau van de school

NIEUW		BEVESTIGING
programma voor sociaal-emotioneel leren		

Factoren op het niveau van de leerling

NIEUW		BEVESTIGING
		rekenangst
zelfvertrouwen		
self-efficacy		
induceren growth mindset		
zelfregulatievaardigheden		

Samenvatting en conclusies

Van een aantal van de in het rapport uit 2017 beschreven factoren is bevestiging van de positieve samenhang met rekenprestaties gevonden. Dat betreft Directe Instructie (in dit geval specifiek *Mastery Learning*), het effect van *peer tutoring* op de prestaties van de *tutee*, het aanmoedigen van *self-explanation* (uitleggen van informatie door jezelf aan jezelf) via prompts, de inzet van ICT/technologische hulpmiddelen, de inzet van formatieve toetsing en de professionele kennis en professionele ontwikkeling van de leerkracht. Rekenangst van de leerling hangt opnieuw negatief samen met rekenprestaties.

Van enkele factoren is het patroon van de samenhang iets anders dan in de literatuurstudie van 2017. In de huidige literatuurstudie waren er meerdere meta-analyses die een positief effect vonden van games/gamification/digital game-based learning, terwijl dat in de literatuur van het rapport van 2017 nauwelijks tot geen samenhang had met rekenprestaties. Differentiatie in homogene niveaugroepen had in de huidige analyse geen tot nauwelijks samenhang met rekenprestaties terwijl in het rapport van 2017 een positieve samenhang werd beschreven. Feedback, en dan specifiek correctieve feedback, had in de huidige analyse geen tot nauwelijks samenhang terwijl feedback in het rapport uit 2017 een positief effect had. Daar werd echter ook al de nuancering aangebracht dat het vooral de meer uitgebreide procesgerichte feedback was die een positief effect had en niet zozeer enkel de correctieve feedback (antwoord goed of fout). Tot slot had huiswerk in de huidige analyse geen tot nauwelijks effect en in het rapport van 2017 wel een positief effect.

Tot slot is een aantal factoren met een positieve samenhang geïdentificeerd die in de eerder literatuurstudie niet naar voren kwamen. Dat betreft ten eerste *interleaving* (versus *blocking*) in de context van het leren van begrippen op basis van losse voorbeelden (inductief leren). Bij *interleaving* worden voorbeelden van verschillende begrippen door elkaar aangeboden terwijl bij *blocking* voorbeelden van een begrip samen worden aangeboden en apart van voorbeelden van andere begrippen. Andere factoren met een positief effect zijn het positieve effect dat *peer tutoring* ook op de prestaties van de tutor (en niet alleen op de *tutee*) heeft, projectgestuurd leren (waarbij leerlingen met complexe, realistische taken werken betrekt die resulteren in een product of presentatie), schema-instructie om contextopgaven op te lossen (waarbij contextopgaven in bepaalde types worden ingedeeld om een oplossingsaanpak te selecteren), instructie via interactieve whiteboards, differentiatie via een computerprogramma of als onderdeel van een breder schoolprogramma, een

schoolprogramma voor sociaal-emotioneel leren en ten slotte het zelfvertrouwen van de leerling, de zelfregulatievaardigheden van de leerling en het induceren van een *growth mindset* bij de leerling. *Self-efficacy* (vertrouwen in de competentie om taak uit te voeren) had geen tot nauwelijks effect op rekenprestaties in een meta-analyse van verschillende longitudinale studies naar de reciproke relatie tussen *self-efficacy* en rekenprestaties.

Al met al brengt de nieuwe literatuur vooral bevestiging en enkele nuances aan in de eerder geïdentificeerde patronen en de nieuw geïdentificeerde factoren geven een aanvulling van factoren die invloed hebben op rekenprestaties. Als aanvulling op de factoren die reeds voor Peil-2019 zijn aanbevolen mee te nemen (zie Hoofdstuk 7.2 van Hickendorff et al, 2017) zijn de volgende factoren ook relevant[1]:

- inzet van *peer tutoring*
- inzet van interactieve whiteboards
- inzet van *games* of varianten daarvan (*gamification*, *digital game-based learning*)
- inzet van projectgestuurd leren (maar mogelijk niet zo relevant voor Nederlandse basisschoolcontext)
- het soort feedback dat gegeven wordt (als onderdeel van formatieve toetsing)
- zelfregulatievaardigheden van de leerling
- *growth mindset* van de leerling en de mate waarin de leerkracht dat induceert/stimuleert/aanmoedigt

[1] Hoewel 'zelfvertrouwen van de leerling' in dit addendum als nieuwe factor op basis van de meta-analyses is geïdentificeerd stond deze factor al wel in het lijstje van aanbevelingen in H7.2 van het rapport uit 2017, op basis van ander onderzoek. Daarom staat 'zelfvertrouwen' hier niet in het lijstje.

Bijlage: Overzicht van verwerkte literatuur

Factoren op het niveau van de les

Lesinhoud

- *interleaving* (versus *blocking*) van opgaven bij inductief leren (Brunmair & Richter, 2019)

Instructie- en werkvormen

- Direct Instruction (Mastery Learning) (Stockard, Wood, Coughlin, & Rasplica Khoury, 2018)
- *peer tutoring*: effect op rekenprestaties (Alegre-Ansuategui, Moliner, Lorenzo, & Maroto, 2018)
- *peer tutoring*: effect op prestaties van de tutor (Leung, 2019)
- induceren *self-explanation* (uitleg van zelf aan zelf) via prompts (Bisra, Liu, Nesbit, Salimi, & Winne, 2018)
- projectgestuurd leren (versus traditionele instructie) (C. H. Chen & Yang, 2019)
- schema-instructie bij contextopgaven (Peltier & Vannest, 2017)

Technologische hulpmiddelen

- instructie via het interactieve white-board (Shi, Zhang, Yang, & Yang, 2020)
- ICT (Hardman, 2019)
- technologie (Higgins, Huscroft-D'Angelo, & Crawford, 2019)
- technology in de rekenles (Young, Gorumek, & Hamilton, 2018)
- technologie-*enhanced* rekeninstructie (Young, 2017)
- technologie op de basisschool (Chauhan, 2017)
- gamification (Huang et al., 2020)
- game-based learning: het leren via video-games vs. traditionele instructie (Tokac, Novak, & Thompson, 2019)
- digital game-based learning bij rekenen (Byun & Joung, 2018)
- competitie in digital game-based learning (Ching Huei Chen, Shih, & Law, 2020)

Formatieve toetsing en differentiatie

- formatieve toetsing: effectieve kenmerken (Lee, Chung, Zhang, Abedi, & Warschauer, 2020)
- differentiatie: homogene niveaugroepen, via computergestuurde programma's en als onderdeel van breder programma (Deunk, Smale-Jacobse, de Boer, Doolaard, & Bosker, 2018)
- effect van correctieve feedback op het redeneren over wiskundige equivalentie (Fyfe & Brown, 2018)

Overig

- huiswerk (Baş, Şentürk, & Ciğerci, 2017)

Factoren op het niveau van de leerkracht

- professionele ontwikkeling en/of nieuwe curriculummaterialen voor STEM-uitkomsten (Lynch, Hill, Gonzalez, & Pollard, 2019)
- leerkrachtkenmerken: professionele kennis, instructiemanagement, sociale factoren, persoonlijke kwaliteit, achtergrondkenmerken (Danişman, Güler, & Karadağ, 2019)

Factoren op het niveau van de school

- programma voor social-emotioneel leren (Corcoran, Cheung, Kim, & Xie, 2018)

Factoren op het niveau van de leerling

Overtuigingen

- rekenangst (Zhang, Zhao, & Kong, 2019)
- rekenangst (Namkung, Peng, & Lin, 2019)
- zelfvertrouwen (Çiftçi & Yildiz, 2019)
- self-efficacy (Talsma, Schüz, Schwarzer, & Norris, 2018)
- induceren growth mindset via growth-mindset interventie (Sarrasin et al., 2018)

Vaardigheden

- zelfregulatievaardigheden (Robson, Allen, & Howard, 2020)

Referenties

Alegre-Ansuategui, F. J., Moliner, L., Lorenzo, G., & Maroto, A. (2018). Peer tutoring and academic achievement in mathematics: A meta-analysis. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, *14*(1), 337–354. https://doi.org/10.12973/ejmste/79805

Baş, G., Şentürk, C., & Ciğerci, F. M. (2017). Homework and academic achievement: A meta-analytic review of research. *Issues in Educational Research*, *27*(1), 31–50.

Bisra, K., Liu, Q., Nesbit, J. C., Salimi, F., & Winne, P. H. (2018). Inducing Self-Explanation: a Meta-Analysis. *Educational Psychology Review*, *30*(3), 703–725. https://doi.org/10.1007/s10648-018-9434-x

Brunmair, M., & Richter, T. (2019). Similarity matters: A meta-analysis of interleaved learning and its moderators. *Psychological Bulletin*, *145*(11), 1029–1052. https://doi.org/10.1037/bul0000209

Byun, J., & Joung, E. (2018). Digital game-based learning for K-12 mathematics education: A meta-analysis. *School Science and Mathematics*, *118*(3–4), 113–126. https://doi.org/10.1111/ssm.12271

Chauhan, S. (2017). A meta-analysis of the impact of technology on learning effectiveness of elementary students. *Computers and Education*, *105*, 14–30. https://doi.org/10.1016/j.compedu.2016.11.005

Chen, C. H., & Yang, Y. C. (2019). Revisiting the effects of project-based learning on students' academic achievement: A meta-analysis investigating moderators. *Educational Research Review*, *26*(January), 71–81. https://doi.org/10.1016/j.edurev.2018.11.001

Chen, Ching Huei, Shih, C. C., & Law, V. (2020). The effects of competition in digital game-based learning (DGBL): a meta-analysis. *Educational Technology Research and Development*, (1). https://doi.org/10.1007/s11423-020-09794-1

Çiftçi, K., & Yildiz, P. (2019). The effect of self-confidence on mathematics achievement: The meta-analysis of Trends in International Mathematics and Science Study (TIMSS). *International Journal of Instruction*, *12*(2), 683–694. https://doi.org/10.29333/iji.2019.12243a

Corcoran, R. P., Cheung, A. C. K., Kim, E., & Xie, C. (2018). Effective universal school-based social and emotional learning programs for improving academic achievement: A systematic review and meta-analysis of 50 years of research. *Educational Research Review*, *25*(July 2017), 56–72. https://doi.org/10.1016/j.edurev.2017.12.001

Danişman, Ş., Güler, M., & Karadağ, E. (2019). The Effect of Teacher Characteristics on Student Achievement: A Meta-Analysis Study. *Croatian Journal of Education*, *21*, 1367–1398. https://doi.org/10.15516/cje.v21i4.3322

Deunk, M. I., Smale-Jacobse, A. E., de Boer, H., Doolaard, S., & Bosker, R. J. (2018). Effective differentiation Practices:A systematic review and meta-analysis of studies on the cognitive effects of differentiation practices in primary education. *Educational Research Review*, *24*(February), 31–54. https://doi.org/10.1016/j.edurev.2018.02.002

Fyfe, E. R., & Brown, S. A. (2018). Feedback influences children's reasoning about math equivalence: A meta-analytic review. *Thinking and Reasoning*, *24*(2), 157–178. https://doi.org/10.1080/13546783.2017.1359208

Hardman, J. (2019). Towards a pedagogical model of teaching with ICTs for mathematics attainment in primary school: A review of studies 2008–2018. *Heliyon*, *5*(5), e01726. https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2019.e01726

Hickendorff, Mostert, T. M. M., Van Dijk, C. J., Jansen, L. L. M., Van der Zee, L. L., & Auer, M. F. F. (2017). *Rekenen op de basisschool. Review van de samenhang tussen beinvloedbare factoren in het onderwijsleerproces en de rekenwiskundeprestaties van basisschoolleerlingen*. Universiteit Leiden. Retrieved from https://www.nro.nl/wp-content/uploads/2017/12/Rekenen-op-de-

basisschool-review-405-17-920.pdf

Higgins, K., Huscroft-D'Angelo, J., & Crawford, L. (2019). Effects of Technology in Mathematics on Achievement, Motivation, and Attitude: A Meta-Analysis. *Journal of Educational Computing Research*, *57*(2), 283–319. https://doi.org/10.1177/0735633117748416

Huang, R., Ritzhaupt, A. D., Sommer, M., Zhu, J., Stephen, A., Valle, N., … Li, J. (2020). The impact of gamification in educational settings on student learning outcomes: a meta-analysis. *Educational Technology Research and Development*, (0123456789). https://doi.org/10.1007/s11423-020-09807-z

Lee, H., Chung, H. Q., Zhang, Y., Abedi, J., & Warschauer, M. (2020). The Effectiveness and Features of Formative Assessment in US K-12 Education: A Systematic Review. *Applied Measurement in Education*, *33*(2), 124–140. https://doi.org/10.1080/08957347.2020.1732383

Leung, K. C. (2019). An updated meta-analysis on the effect of peer tutoring on tutors' achievement. *School Psychology International*, *40*(2), 200–214. https://doi.org/10.1177/0143034318808832

Lynch, K., Hill, H. C., Gonzalez, K. E., & Pollard, C. (2019). *Strengthening the Research Base That Informs STEM Instructional Improvement Efforts: A Meta-Analysis*. *Educational Evaluation and Policy Analysis* (Vol. 41). https://doi.org/10.3102/0162373719849044

Namkung, J. M., Peng, P., & Lin, X. (2019). *The Relation Between Mathematics Anxiety and Mathematics Performance Among School-Aged Students: A Meta-Analysis*. *Review of Educational Research* (Vol. 89). https://doi.org/10.3102/0034654319843494

Peltier, C., & Vannest, K. J. (2017). A Meta-Analysis of Schema Instruction on the Problem-Solving Performance of Elementary School Students. *Review of Educational Research*, *87*(5), 899–920. https://doi.org/10.3102/0034654317720163

Robson, D. A., Allen, M. S., & Howard, S. J. (2020). Self-Regulation in Childhood as a Predictor of Future Outcomes: A Meta-Analytic Review. *Psychological Bulletin*, *146*(4), 324–354. https://doi.org/10.1037/bul0000227

Sarrasin, J. B., Nenciovici, L., Foisy, L. M. B., Allaire-Duquette, G., Riopel, M., & Masson, S. (2018). Effects of teaching the concept of neuroplasticity to induce a growth mindset on motivation, achievement, and brain activity: A meta-analysis. *Trends in Neuroscience and Education*, *12*(April), 22–31. https://doi.org/10.1016/j.tine.2018.07.003

Shi, Y., Zhang, J., Yang, H., & Yang, H. H. (2020). Effects of Interactive Whiteboard-based Instruction on Students' Cognitive Learning Outcomes: A Meta-Analysis. *Interactive Learning Environments*, *0*(0), 1–18. https://doi.org/10.1080/10494820.2020.1769683

Stockard, J., Wood, T. W., Coughlin, C., & Rasplica Khoury, C. (2018). The Effectiveness of Direct Instruction Curricula: A Meta-Analysis of a Half Century of Research. *Review of Educational Research*, *88*(4), 479–507. https://doi.org/10.3102/0034654317751919

Talsma, K., Schüz, B., Schwarzer, R., & Norris, K. (2018). I believe, therefore I achieve (and vice versa): A meta-analytic cross-lagged panel analysis of self-efficacy and academic performance. *Learning and Individual Differences*, *61*(October 2017), 136–150. https://doi.org/10.1016/j.lindif.2017.11.015

Tokac, U., Novak, E., & Thompson, C. G. (2019). Effects of game-based learning on students' mathematics achievement: A meta-analysis. *Journal of Computer Assisted Learning*, *35*(3), 407–420. https://doi.org/10.1111/jcal.12347

Xenidou-Dervou, I., Molenaar, D., Ansari, D., van der Schoot, M., & van Lieshout, E. C. D. M. (2017). Nonsymbolic and symbolic magnitude comparison skills as longitudinal predictors of mathematical achievement. *Learning and Instruction*, *50*, 1–13. https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2016.11.001

Young, J. (2017). Technology-enhanced mathematics instruction: A second-order meta-analysis of 30 years of research. *Educational Research Review*, *22*, 19–33.

https://doi.org/10.1016/j.edurev.2017.07.001

Young, J., Gorumek, F., & Hamilton, C. (2018). Technology effectiveness in the mathematics classroom: a systematic review of meta-analytic research. *Journal of Computers in Education*, *5*(2), 133–148. https://doi.org/10.1007/s40692-018-0104-2

Zhang, J., Zhao, N., & Kong, Q. P. (2019). The relationship between math anxiety and math performance: a meta-analytic investigation. *Frontiers in Psychology*, *10*(AUG), 1–17. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.01613