REVIEW REKENEN WISKUNDE IN HET VO EN VSO

JOLIEN VALK, SARA VAN DER LINDEN, MARTINA MEELISSEN

MAART 2023

UNIVERSITY OF TWENTE.



Review Rekenen Wiskunde in het VO en VSO / J. Valk, S. van der Linden, M.R.M. Meelissen
Enschede: Universiteit Twente – 2023.

Colofon

Universiteit Twente
Faculteit Behavioural, Management and Social Sciences (BMS)
Learning, Data Analytics and Technology Department (LDT)

© Maart 2023, Universiteit Twente
Overname van gegevens uit deze publicatie is niet toegestaan, tenzij de bron wordt vermeld.

Deze literatuurstudie is gefinancierd door het Nationaal Regieorgaan Onderwijsonderzoek (NRO).

SAMENVATTING

Ter voorbereiding van het peilingsonderzoek Rekenen en Wiskunde einde tweede leerjaar voortgezet (speciaal) onderwijs 2024-2025 is er in opdracht van de Inspectie van het Onderwijs een literatuurstudie en expertbevraging uitgevoerd naar effectieve kenmerken van het onderwijsleerproces op de reken- en wiskundeprestaties van leerlingen in het V(S)O. De literatuurstudie bevat twee delen, één voor het VO en één voor het VSO. Middels een systematische aanpak zijn er 20 relevante meta-analyses en systematische reviews voor het VO en 3 relevante meta-analyses en systematische reviews voor het VSO geselecteerd in de periode van 2012-2023. In het raamwerk onderliggend aan deze review wordt een onderscheid gemaakt in verschillende niveaus: de les, de leerkracht, de klas, de school en de leerling (Hickendorff et al., 2017). Voor het VO zijn er in totaal 13 effectieve kenmerken gevonden op het niveau van de les, voor het VSO zijn er in totaal 2 effectieve kenmerken gevonden op het niveau van de les. Ook zijn er voor het VO vijf kenmerken gevonden op het niveau van de leerling die de reken- en wiskundeprestaties beïnvloeden. De gevonden kenmerken zijn vervolgens aan wiskunde-experts voorgelegd en hen is gevraagd om aan te geven in welke mate het kenmerk ook in de Nederlandse context (1) belangrijk zou kunnen zijn voor leerlingprestaties in rekenen en wiskunde in de onderbouw van het VO, PRO en VSO, (2) voorkomt in de onderwijspraktijk in de onderbouw van het VO, PRO en VSO, en (3) of de experts nog aanvullende beïnvloedbare kenmerken van het onderwijsleerproces kennen, die in Nederland aantoonbaar samenhangen met reken- en wiskundeprestaties in het voortgezet onderwijs. Van alle kenmerken die met de literatuurreview gevonden zijn, zijn vijf kenmerken volgens experts relevant en worden ze ook toegepast in de Nederlandse context. Dit zijn: (adaptieve) leer- en begeleidingssystemen, realistisch rekenen, leerlinggerichte instructie, (meta) cognitieve strategieën en visuele materialen. Aan leerlinggerichte instructie en het gebruik van visuele materialen wordt door de experts het meeste belang gehecht. Beide kenmerken zijn ook belangrijk voor het praktijkonderwijs en het VSO.

INHOUDSOPGAVE

Samenvatting ... 3
Inhoudsopgave ... 4
1. Inleiding ... 5
2. Theoretisch kader ... 6
2.1 Doelpopulatie en onderzoeksvragen ... 6
2.2 Definitie beïnvloedbare kenmerken onderwijsleerproces ... 6
3. Onderzoeksmethode ... 8
3.1 Literatuuronderzoek ... 8
3.1.1 Literatuuronderzoek naar effectief rekenonderwijs in de onderbouw van het VO ... 8
3.1.2 Literatuuronderzoek naar effectief rekenonderwijs in de onderbouw van het VSO ... 12
3.2 Expertraadpleging ... 13
4. Resultaten literatuurreview ... 14
4.1 Kenmerken effectief reken- en wiskundeonderwijs in het VO ... 14
4.1.1 Kenmerken op het niveau van de les ... 14
4.1.2 Kenmerken op het niveau van de leerkracht, klas en school ... 17
4.1.3 Kenmerken op het niveau van de leerling ... 17
4.1.4 Samenvatting ... 19
4.2 Kenmerken van effectief reken- wiskundeonderwijs in het VSO ... 20
4.2.1 Kenmerken op het niveau van de les ... 20
4.2.2 Kenmerken op het niveau van de leerkracht, klas en school ... 21
4.2.3 Kenmerken op het niveau van de leerling ... 21
4.2.4 Samenvatting ... 21
4.3 Resultaten expertraadpleging ... 22
4.3.1 Belang van de kenmerken voor het Nederlandse onderwijs ... 22
4.3.2 Mate waarin de kenmerken toegepast worden in het Nederlandse onderwijs ... 28
4.3.3 Samenvatting bevindingen expertbevraging uitkomsten review ... 30
4.3.4 Andere genoemde kenmerken die volgens experts van belang zijn ... 31
5. Beperkingen, opbrengsten en conclusie ... 32
5.1 Beperkingen ... 32
5.2 Opbrengsten en conclusie ... 32
6. Referenties ... 34
7. Appendices ... 38
7.1 Appendix A: VO Artikelen uit rapport Hickendorff et al. (2017) ... 38
7.2 Appendix B: VO Artikelen uit addendum Hickendorff (2020) ... 47
7.3 Appendix C: Tabellen met de resultaten van het literatuuronderzoek VO – Niveau van de les ... 53
7.4 Appendix D: Tabellen met de resultaten van het literatuuronderzoek VO – Niveau van de leerling ... 63
7.5 Appendix E: Tabellen met de resultaten van het literatuuronderzoek VSO – Niveau van de les ... 65
7.6 Appendix F: Tabel met de resultaten van het literatuuronderzoek VSO – Niveau van de leerling ... 66

1. INLEIDING

Onder de regie van de Inspectie van het Onderwijs worden er periodieke onderzoeken uitgevoerd naar de kennis, vaardigheden en houdingen van leerlingen op een bepaald vakgebied in het basis- en voortgezet (speciaal) onderwijs (Inspectie van het Onderwijs, 2022, november). De peilingsonderzoeken hebben als doel een betrouwbaar en valide beeld te geven van de vaardigheden van leerlingen in een bepaald domein of vakgebied aan het einde van de basisschool en in het tweede leerjaar van het voortgezet onderwijs. Daarnaast wordt er onderzoek gedaan naar de ontwikkelingen van de leerprestaties over jaren heen en bieden zij inzicht in de kenmerken die mogelijk samenhangen met het vaardigheidsniveau van deze leerlingen. Het gaat dan om algemene en domein-specifieke kenmerken van leerlingen, docenten/klassen en scholen, en om domein-specifieke kenmerken van het onderwijsleerproces. Op een representatieve steekproef van scholen maken leerlingen een toets in een bepaald vakgebied op basis van een domeinbeschrijving, zodat deze toets een goede representatie is van het Nederlandse beoogde curriculum. Zowel de leerlingen als de leerkrachten en schoolleiders vullen verder een vragenlijst in over het onderwijsleerproces (zoals over instructiekenmerken en methodegebruik); domein-specifieke kenmerken (zoals de attitudes ten opzichte van het vakgebied) van leerlingen of professionele ontwikkeling van docenten in het vakgebied) en algemene kenmerken (zoals achtergrondkenmerken van de leerling of kenmerken van de schoolpopulatie). In sommige peilingen worden daarnaast ook verdiepende gegevens verzameld onder andere door middel van interviews met leerlingen, docenten en schoolleiders.

Deze literatuurreview naar de relatie tussen leeropbrengsten en kenmerken van het onderwijsleerproces in het vakgebied reken- en wiskunde, is opgesteld ter voorbereiding op de landelijke peiling in het voorjaar van 2025 in het tweede leerjaar van het voortgezet onderwijs (VO) en het voortgezet speciaal onderwijs (VSO, voormalig cluster 3 en 4 leerlingen). Op basis van metareviews heeft deze review als doel de samenhang tussen beïnvloedbare kenmerken van het onderwijsleerproces en reken- en wiskundeprestaties van leerlingen in de onderbouw van het VO en VSO in kaart te brengen.

Deze literatuurreview dient als een addendum op het rapport *Rekenen op de basisschool* (Hickendorff et al., 2017), dat is gepubliceerd ter voorbereiding van het peilingsonderzoek Peil.Rekenen-Wiskunde 2019 in het primair onderwijs (PO) en het addendum uit 2020 (Hickendorff, 2020). In deze rapporten zijn de relaties tussen de beïnvloedbare kenmerken van het onderwijsproces en de reken- en wiskundeprestaties van leerlingen onderzocht in PO. Deze literatuurreview volgt grotendeels de aanpak uit de rapporten van Hickendorff (2017; 2020).

Evenals de review van Hickendorff zal deze literatuurreview worden aangevuld met een expertraadpleging. Op basis van de review en de expertbevraging zullen aanbevelingen geformuleerd worden met betrekking tot kenmerken van het onderwijsleerproces die gepeild zouden kunnen worden in de toekomstige nationale peilingsonderzoeken naar rekenen en wiskunde in het VO en VSO.

2. THEORETISCH KADER

2.1 DOELPOPULATIE EN ONDERZOEKSVRAGEN

De doelpopulatie van deze literatuurreview zijn leerlingen uit Westerse landen in de eerste jaren van het secundair onderwijs inclusief leerlingen in *Special Needs Education* (SEN). De landelijke peiling Rekenen en Wiskunde in het voorjaar van 2025 zal zich namelijk richten op leerlingen in de onderbouw van het VO (praktijkonderwijs, vmbo, havo, vwo) én het VSO (voormalig cluster 3 en 4 leerlingen met uitstroomprofiel 'vervolgonderwijs'). Deze literatuurreview bestaat daarom uit twee delen. In het eerste deel staan de leerlingen in het reguliere secundaire onderwijs centraal, in het tweede deel SEN-leerlingen die vergelijkbaar zijn met voormalig cluster 3 en 4 leerlingen. Het doel van deze review is het beantwoorden van de volgende twee onderzoeksvragen:

1. Wat zijn de beïnvloedbare kenmerken van het onderwijsleerproces die samenhangen met en/of van invloed zijn op reken- en wiskundeprestaties van leerlingen in de onderbouw van het voortgezet onderwijs?
2. Wat zijn de beïnvloedbare kenmerken van het onderwijsleerproces die samenhangen met en/of van invloed zijn op reken- en wiskundeprestaties van leerlingen in de onderbouw van het voortgezet speciaal onderwijs in Nederland?

2.2 DEFINITIE BEÏNVLOEDBARE KENMERKEN ONDERWIJSLEERPROCES

Voor deze review is dezelfde definitie voor het onderwijsleerproces gebruikt als Hickendorff et al. (2017): "Alles wat er op en vanuit school gebeurt om een kind kennis en vaardigheden te laten verwerven (…)", waar het in het VO en VSO specifiek gaat om het gebied rekenen en wiskunde (p. 26). De kenmerken die een rol spelen in het onderwijsleerproces zullen op dezelfde manier worden geordend als in de review van Hickendorff et al. (2017). Bij kenmerken op het niveau van de les gaat het dan bijvoorbeeld over hulpmiddelen en vormen van instructie die worden ingezet. Op het niveau van de leraar worden onder andere de kennis vaardigheden van leraren in kaart gebracht. Wanneer het gaat om het niveau van de klas gaat het bijvoorbeeld over de sfeer in de klas. Bij het niveau van de school wordt onder andere gekeken naar het schoolbeleid met betrekking tot reken-wiskundeonderwijs, maar ook naar het leerklimaat. En tenslotte zijn er ook kenmerken op leerlingniveau die mogelijk een invloed kunnen hebben, zoals rekenangst. Een overzicht van generieke factoren die onderzocht zijn in het PO en als uitgangpunt zullen dienen voor deze review (en waar nodig aangevuld zullen worden), zijn opgenomen in Figuur 1.

niveau	categorie factor(en)		factor(en)
les	*opportunity to learn*	leerstofaanbod	leerstofinhoud
		tijd	instructietijd, oefentijd, *time-on-task*
	instructie- en werkvormen		directe instructie, begeleide/constructivistsche instructie, probleemgestuurd leren, onderzoekend leren, samenwerkend leren, voorbeeldgestuurd leren, zelfregulerend leren
	hulpmiddelen	technologisch	computerondersteuning, *games*
		niet-technologisch	concreet materiaal zoals een rekenrek
	toetsing	summatief	eindtoetsen
		formatief	feedback, monitoren eigen prestaties
	overige leskenmerken		rekenmethode, differentiatie, vakintegratie, huiswerk
leerkracht	kennis en vaardigheden		vakkennis, pedagogische vakkennis, klassenmanagement, helderheid uitleg
	professionele ontwikkeling		professionalisering, professionele leeromgevingen
	overtuigingen		prestatieverwachtingen, visie op (reken)didactiek, professionele motivatie, rekenangst
klas	sfeer		werkklimaat, veiligheid, relaties, ondersteuning, regels, prestatiegerichtheid
school	rekenbeleid		rekencoördinator, belang van rekenen binnen de school
	evaluatie van het (reken)leerproces		monitoren van prestaties, inzicht (reken)behoeftes leerlingen, opbrengstgericht werken
	klimaat		structuur
leerling	overtuigingen		motivatie, *self-efficacy*, attitude, rekenangst

Figuur 1
Raamwerk beïnvloedbare kenmerken in het onderwijsleerproces in het PO. Overgenomen uit Hickendorff et al. (2017)

3. ONDERZOEKSMETHODE

3.1 LITERATUURONDERZOEK

In het literatuuronderzoek is er in internationale meta-analyses en systematische reviews gezocht naar kenmerken die samenhangen met (correlationeel design) of aantoonbare invloed hebben op (experimenteel design) reken- en wiskundeprestaties van leerlingen in de eerste jaren van het secundair onderwijs. In de testfase is er ook gezocht naar literatuur in Nederlandse databases, maar hier werden geen relevante artikelen gevonden. Omwille de omvang van de onderzoeksvraag beperkte dit addendum zich tot meta-analyses en reviews. Aan de ene kant is dit een restrictie, maar aan de andere kant bieden meta-analyses en reviews betrouwbare schattingen van de invloed van een kenmerk middels meerdere individuele studies die verzameld en gecombineerd zijn (Fagard et al., 1996; Stone & Rosopa, 2017).

3.1.1 Literatuuronderzoek naar effectief rekenonderwijs in de onderbouw van het VO

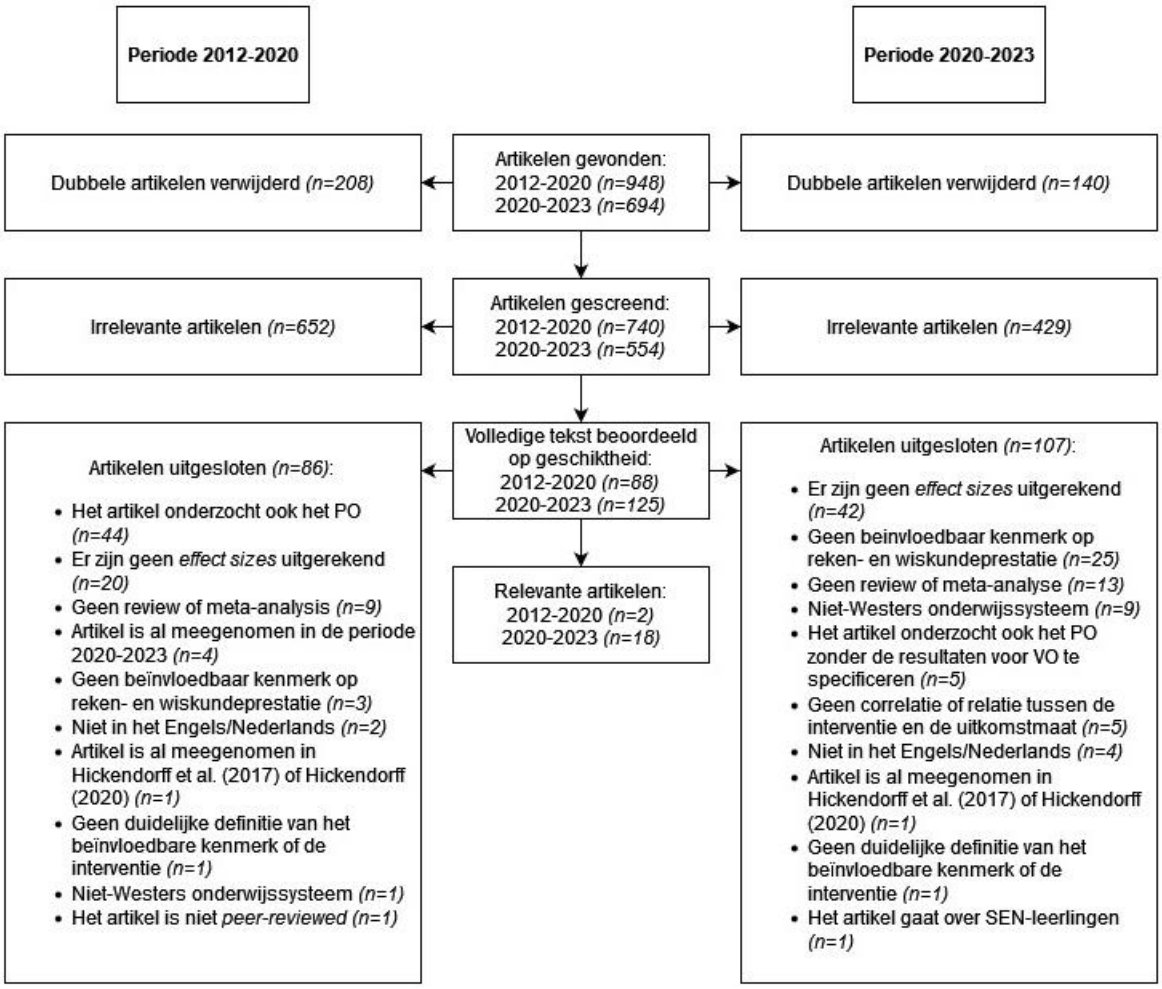
In de eerste stap werd er in de internationale literatuur gezocht naar relevante artikelen waarin er onderzoek werd gedaan naar leerlingen in de onderbouw van het voortgezet onderwijs met uitsluiting van SEN-leerlingen.

Selectieprocedure

De selectieprocedure bestond uit drie stappen: identificeren, screenen en volledige tekst beoordelen op geschiktheid. Alvorens het starten van het identificeren van artikelen zijn de zoekopdrachten doorgenomen met een informatiespecialist op het gebied van onderwijskundig onderzoek van de Universiteit Twente. Na het bespreken is de selectieprocedure van de artikelen in de periode 2012-2020 van start gegaan op 20-10-2022 en de selectieprocedure van de artikelen in de periode 2020-2023 op 12-10-2022. De resultaten van de selectieprocedure kunnen worden gevonden in het PRISMA overzicht in Figuur 2.

Identificeren

Om een actueel beeld te krijgen van beïnvloedbare kenmerken in het onderwijsleerproces op reken- en wiskundeprestaties van leerlingen in het VO, is er voor deze review gezocht naar relevante artikelen die in de afgelopen tien jaar zijn gepubliceerd. In de voorgaande reviews van Hickendorff is gezocht naar literatuur waarin minimaal leerlingen uit het PO onderzocht werden. De resultaten hiervan zijn in de Appendices A en B toegevoegd en waar mogelijk aangevuld met de resultaten specifiek voor het VO. Dit is ter volledigheid, deze worden verder niet meegenomen in de analyses omdat deze selectie buiten de opdracht viel. In de periode 2020-2023 is er gezocht naar artikelen die minimaal leerlingen uit het VO benoemen. In de periode 2012-2020 is er gezocht naar artikelen met enkel leerlingen in het VO, aangezien Hickendorff de artikelen over zowel PO als VO leerlingen al had meegenomen.



Figuur 2
PRISMA-overzicht selectieprocedure VO

Tijdens het identificeren werd er in de databases Web of Science, Scopus, en Ebscohost (ERIC en APA) gezocht naar artikelen voor beide zoekperiodes. Om zo effectief mogelijk te zoeken in de internationale databases zijn de zoektermen zo specifiek mogelijk gemaakt. Voor het construct rekenen en wiskunde werden dezelfde zoektermen gebruikt als in het rapport van Hickendorff et al. (2017). Om de relevantie van de gevonden resultaten te verhogen zijn er tevens zoektermen toegevoegd voor het documenttype, leerprestaties en VO. Naast zoektermen die aanwezig moesten zijn in artikelen, werden er ook een zoektermen toegevoegd die uitgesloten moesten worden. Artikelen over VSO, of internationale alternatieven hiervan, konden worden uitgesloten, want deze maakten deel uit van het tweede onderdeel van deze review over VSO/ SEN-leerlingen. Daarnaast werden in de periode 2012-2020 de artikelen over PO uitgesloten. In Tabel 1 is een overzicht toegevoegd van de gebruikte zoektermen, die in alle mogelijke zoekcombinaties mochten worden gebruikt. De zoekresultaten werden geïmporteerd in het softwareprogramma Covidence (Covidence, n.d.). Na het filteren van de dubbele artikelen bleven er $n = 740$ artikelen over voor de zoekperiode 2012-2020 en $n = 554$ artikelen in de periode 2020-2023.

Tabel 1

Gebruikte Zoektermen Voor Internationale Artikelen in de Verschillende Databases (VO)

Type criteria	Construct	Zoektermen in het Engels
Aanwezig	Rekenen en wiskunde	(math OR mathematics OR maths OR arithmetic)
	Document type	("meta analysis" OR review OR meta-analysis)
	Leerlingprestatie	(Skill* OR competenc* OR abilit* OR achiev* OR attain* OR aptitude OR perform* OR learn* OR know* OR understand* OR expertise OR comprehend* OR assess* OR concept* OR literacy OR proficien* OR success)
	Voortgezet onderwijs	("high school" OR "secondary education" OR "secondary school" OR "middle school" OR K12 OR pupils OR pre-vocational OR "prevocational education" OR "intermediate vocational education")
Afwezig	Speciale leerbehoeften	NOT ("special education" OR "special needs" OR "learning disabilit*" OR impair* OR disorder)
	Primair onderwijs[1]	NOT (Kindergarten OR "primary education" OR "primary school" OR "elementary school" OR "elementary education" OR "primary class")

Title-abstract-keyword screening

Tijdens de tweede stap werden de artikelen gescreend op basis van de titel, abstract en *keywords*. Voor het uitsluiten van artikelen zijn er inclusie- en exclusiecriteria opgesteld, welke zijn opgenomen in Tabel 2. Zoals aangegeven werd er een inclusiecriteria gehanteerd voor het onderzochte onderwijssysteem in het artikel, dat een Westers onderwijssysteem, of vergelijkbaar hiermee moest zijn. Met een Westers onderwijssysteem wordt in dit rapport een onderwijssysteem bedoeld dat wordt gegeven in de Westerse landen: Europa, Australië, Nieuw Zeeland, Canada, en de Verenigde Staten (Wang et al., 2020). Als een artikel niet beschikbaar was via de Universiteit Twente is contact opgenomen met de auteurs. Indien de auteurs geen kopie van het artikel deelden, werd het artikel uitgesloten.

Na het screenen van de artikelen, bleven er $n = 88$ artikelen over voor de zoekperiode 2012-2020 en $n = 125$ artikelen voor de periode 2020-2023. Deze artikelen werden in de volgende stap volledig gelezen, en beoordeeld op relevantie.

Tabel 2

Inclusie- en Exclusiecriteria (VO)

Type criteria	Construct	Beschrijving
Inclusie	Onderwijsniveau voortgezet onderwijs	In het artikel worden minstens leerlingen uit het VO onderzocht, waarvan minimaal een deel in de onderbouw. Wanneer zowel PO als VO werd meegenomen, moesten de resultaten uitgesplitst zijn op onderwijstype.
	Samenhang/ relatie type interventie en uitkomstmaat	Het artikel onderzoekt de uitkomstmaat reken- en wiskundeprestatie, of algemene leerprestaties met een uitsplitsing op reken- en wiskunde per interventie.
	Beïnvloedbaar kenmerk	Het artikel onderzoekt minstens één beïnvloedbaar kenmerk in het onderwijsleerproces.
	Onderwijssysteem	Het onderwijssysteem dat onderzocht is, is een Westers- of vergelijkbaar met een Westers onderwijssysteem. Dit, om een redelijke vergelijking met het Nederlandse onderwijssysteem mogelijk te maken.
	Definitie	Het artikel geeft een definitie van of specificeert de interventie/onderwijskenmerk in de inclusiecriteria.
	Taal	Het artikel is geschreven in het Engels of Nederlands.
Exclusie	Ouders	Artikelen waarin de invloed van ouders van belang is. Deze review richt zich op de effecten die vanuit school plaatsvinden. De betrokkenheid van ouders valt daarom buiten de scope van dit addendum.
	Voortgezet speciaal onderwijs	Artikelen over het VSO, of een internationale variant hiervan (bijv. *special needs education*). Het literatuuronderzoek is opgesplitst in twee delen en dit deel focust zich alleen op het VO
	Beschikbaarheid	Artikelen die niet beschikbaar/toegankelijk zijn.

[1] Afwezig in de zoekperiode 2012-2020.

Volledige tekst screening

Nadat de artikelen gescreend waren, zijn ze volledig doorgelezen en beoordeeld op relevantie. Hierbij werden dezelfde inclusie- en exclusiecriteria gehanteerd als tijdens het screenen. Bij twijfel werden artikelen voorgelegd aan het volledige onderzoeksteam en besproken tot 100% consensus. Vervolgens is per artikel nagegaan of deze in een *peer-reviewed* tijdschrift zijn gepubliceerd. Na deze stappen bleven er $n = 2$ relevante artikelen over voor de zoekperiode 2012-2020 en $n = 18$ relevante artikelen in de periode 2020-2023.

Data extractie

Nadat een artikel geselecteerd was, werd de relevante data voor het beantwoorden van de onderzoeksvraag uit het artikel geëxtraheerd. Hierbij werd minimaal de typen data meegenomen die opgenomen zijn in Tabel 3. Alvorens het extraheren van data uit de artikelen werd er een elektronisch formulier opgesteld. Voor de datacollectie moet er namelijk een helder formulier opgesteld worden waarmee er voldoende gegevens uit een artikel kunnen worden weergegeven op een georganiseerde manier (Li et al., 2015). Ook voor het extraheren van relevante data uit de artikelen werd het programma Covidence gebruikt. Alvorens het extraheren is het data extractie formulier getest, en waar nodig aangepast.

Tabel 3

Typen data voor de data extractie

Type data	Beschrijving
Meta-data	Auteur, jaartal, titel, wetenschappelijk tijdschrift.
Aantal studies	Hoeveelheid artikelen die zijn meegenomen
Research design	Omschrijving van het type studies (bijv. experimenteel) die zijn meegenomen in het artikel.
Proefpersonen	Kenmerken van de proefpersonen in het artikel.
Uitkomstvariabel	Algemene leerprestatie of reken- en wiskundeprestatie
Beïnvloedbaar kenmerk	Interventiekenmerk op het niveau van de les, leerkracht, klas, school, of leerling.
Resultaat kenmerk op uitkomstvariabel	Het effect op leerlingprestaties zoals gerapporteerd in het artikel.
Moderator-analyse	Indien van toepassing, de uitsplitsing naar relevante verschillende moderatorvariabelen.

Voor het extraheren van de *effect sizes* van het beïnvloedbare kenmerk op leerlingprestaties werd er rekening gehouden met de verschillen tussen het *fixed-effects model* en het *random-effects model*. Deze modellen worden toegepast gebaseerd op verschillende assumpties. Bij het *fixed-effects model* wordt er aangenomen dat er onder alle verzamelde artikelen van een meta-analyse een gemeenschappelijk effectgrootte wordt berekend (Deeks et al., 2019). Dit model kan toegepast worden wanneer de meta-analyse studies heeft verzameld die sterk op elkaar lijken, waarbij bijvoorbeeld een enkele interventie onder vaste omstandigheden wordt getest. Echter, zoals beschreven door Pigott and Polanin (2019), is het voor een meta-analyses aan te raden om het *random-effects model* te gebruiken. Immers, een meta-analyse kan artikelen hebben meegenomen waarin een interventie werd getest over verschillende landen, onderwijsniveaus, en jaar van publicatie. Bij het extraheren van de *effect sizes* zijn de resultaten van het *random-effects model* aangehouden, omdat deze de kans bood om de resultaten te generaliseren buiten de geïncludeerde studies van het artikel zelf (Tufanaru et al., 2015).

Data analyse

De data analyse bestond uit twee stappen. Eerst is de data per artikel geanalyseerd, waarbij het codeboek voor de beïnvloedbare kenmerken (gebaseerd op Figuur 1) deductief werden toegepast op categorie-niveau, en waar mogelijk op kenmerk-niveau. Indien de categorieën niet goed aansloten, werd er inductief nieuwe codes ontwikkeld voor de beïnvloedbare kenmerk. Deze nieuwe codes zijn met voorbeelden uit de artikelen besproken in het gehele onderzoeksteam tot 100% consensus.

In de tweede stap zijn de bevindingen per kenmerk gegroepeerd om inzicht te krijgen in de effecten en in hoeverre er bewijslast is voor de invloed van een kenmerk van het onderwijsleerproces op de reken- en wiskundeprestaties van leerlingen. Voor het interpreteren van de *effect sizes,* die gerapporteerd kunnen zijn onder verschillende types zoals Cohen's *d* en Hedge's *g,* werden de beschrijvingen van Cohen (1998) gehanteerd. Hierbij worden *effect sizes* vanaf $d = 0.2$ gezien als kleine effecten, vanaf $d = 0.5$ zijn de effecten gemiddeld, en wanneer de effecten groter zijn dan $d = 0.8$ worden de effecten als groot gezien. Bij effecten kleiner dan $d = 0.2$, worden de effecten als verwaarloosbaar gezien.

3.1.2 Literatuuronderzoek naar effectief rekenonderwijs in de onderbouw van het VSO

Voor het beantwoorden van de tweede onderzoeksvraag, is er een tweede literatuuronderzoek uitgevoerd naar artikelen over beïnvloedbare kenmerken van het onderwijsleerproces op reken- en wiskundeprestaties van SEN-leerlingen om hiermee inzicht te krijgen in de factoren die van belang zijn voor de reken- en wiskundeprestaties in de onderbouw van het voortgezet speciaal onderwijs.

Selectieprocedure

Bij het literatuuronderzoek voor het VSO werd dezelfde methode aangehouden zoals is beschreven voor het VO, met de volgende aanpassingen in de zoektermen en de inclusie- en exclusiecriteria (Tabel 4 en 5, respectievelijk). De selectieprocedure van de artikelen vond plaats op 14-12-2022 en de resultaten kunnen worden gevonden in het PRISMA overzicht in Figuur 3.

Tabel 4
Aanpassing zoektermen voor het VSO

Aanpassing	Construct	Zoektermen ENG
Toegevoegd	Speciale leerbehoeften	("special education" OR "special needs" OR "learn* disabilit*" OR impair* OR disorder OR "intellect* disab*" OR "physical disab*" OR "mental disab*" OR "cognit* impair*" OR "cognit* disorder" OR "physical impair*" OR handicap* OR "chronic* ill*" OR "development* delay" OR "behavi* problem*" OR "conduct problem*" OR autism OR aggress* OR "disruptive behavi*" OR adhd OR depress*)
Verwijderd	GEEN Speciale leerbehoeften	NOT ("special education" OR "special needs" OR "learning disabilit*" OR impair* OR disorder)

Tabel 5
Aanpassing inclusie – en exclusiecriteria VSO

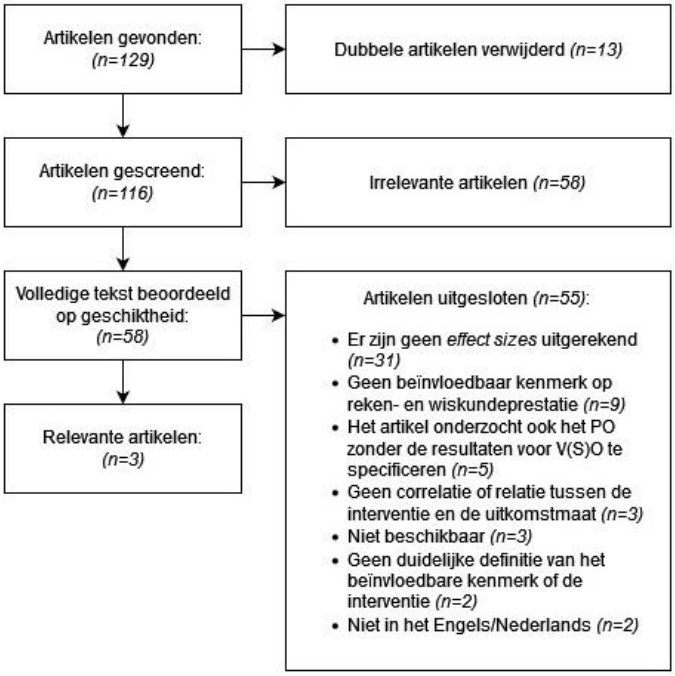
Aanpassing	Construct	Beschrijving
Toegevoegd	VSO-leerlingen	Het artikel omvatte ten minste proefpersonen in de onderbouw van het voortgezet onderwijs overeenkomstig met leerlingen in het NL VSO overeenkomstig met voormalig cluster 3-4 die mogelijk het doorstroomprofiel vervolgonderwijs kunnen krijgen.
Verwijderd	VO-leerlingen	Het artikel omvat ten minste proefpersonen in het voortgezet onderwijs waarvan minimaal een deel in de onderbouw.

Data extractie

Nadat een artikel geselecteerd was, werd de relevante data voor het beantwoorden van de onderzoeksvraag uit het artikel geëxtraheerd. Voor de data extractie werd een vergelijkbaar elektronisch formulier gebruikt als in het VO, met een toevoeging voor het extraheren van de doelgroep. Immers de doelgroepen werden bij benadering meegenomen omdat de internationale context niet één-op-één toepasbaar is op de Nederlandse context.

Data analyse

De data analyse bestond uit dezelfde twee stappen als de data analyse van het literatuuronderzoek naar VO. Eerst is de data per artikel geanalyseerd, waarbij het code-boek voor de beïnvloedbare kenmerken (gebaseerd op Figuur 1) deductief werden toegepast op categorie-niveau, en waar mogelijk op kenmerk-niveau. In de tweede stap zijn de bevindingen per kenmerk gegroepeerd om inzicht te krijgen in de effecten en in hoeverre er bewijslast is voor de invloed van een kenmerk van het onderwijsleerproces op de reken- en wiskundeprestaties van leerlingen.



Figuur 3
PRISMA-overzicht selectieprocedure VSO

3.2 EXPERTRAADPLEGING

De resultaten uit het literatuuronderzoek zijn voorgelegd aan experts om de resultaten te valideren en om te verkennen in hoeverre de bevindingen aansluiten bij Nederlandse context. Er zijn experts geraadpleegd op het gebied van rekenen en wiskunde in het voortgezet onderwijs. De experts hebben verschillende achtergronden zoals vakdidactici, curriculumexperts, onderzoekers, rekencoördinatoren, leerkrachten en lerarenopleiders. De experts zijn per e-mail uitgenodigd worden om schriftelijk te reageren op de kenmerken die naar voren zijn gekomen uit de literatuurstudies. In navolging van de review van Hickendorff et al. (2017) zijn de experts gevraagd of de gevonden kenmerken (1) belangrijk zouden kunnen zijn voor leerlingprestaties in rekenen en wiskunde in de onderbouw van het VO, PRO en VSO (schaal van 1 = niet tot nauwelijks belangrijk tot 4 = zeer belangrijk), (2) voorkomen in de onderwijspraktijk in de onderbouw van het VO, PRO en VSO (schaal van 1 = niet tot nauwelijks tot 3 = op grote schaal), en (3) of de experts nog aanvullende beïnvloedbare kenmerken van het onderwijsleerproces kennen, die in Nederland aantoonbaar samenhangen met reken- en wiskundeprestaties in het voortgezet onderwijs. Daarnaast konden de expert hun antwoorden op de vragen toelichten. De gevonden kenmerken in de studies van Hickendorff (2017; 2020) waren in deze studies al aan experts voorgelegd en zijn in deze expertbevraging niet meer meegenomen.

Op basis van de scores op de eerste twee vragen is nagegaan welke kenmerken door de experts gemiddeld genomen redelijk tot zeer belangrijk werden gevonden en op beperkte of grote schaal voorkomen in het tweede leerjaar. Het kan dus voorkomen dat sommige kenmerken wel belangrijk werden gevonden voor leerlingprestaties, maar niet of nauwelijks voorkomen in leerjaar 2. Als een kenmerk niet of nauwelijks wordt toegepast in het tweede leerjaar, kan de samenhang met reken- en wiskundeprestaties in een kwantitatieve dataverzameling zoals een peilingsonderzoek niet goed worden vastgesteld.

4. RESULTATEN LITERATUURREVIEW

Hieronder worden de effectieve kenmerken van het onderwijsleerproces beschreven, eerst voor het VO (onderzoeksvraag 1) en vervolgens voor het VSO (onderzoeksvraag 2). De resultaten worden behandeld aan de hand van de verschillende niveaus waarbinnen de interventie plaatsvindt (niveau van de les, leerkracht, klas, school, en leerling). De kenmerken zijn verder geordend op basis van gerapporteerde *effect size* van hoog naar laag, waarbij *effect sizes* lager dan $d = 0.2$ niet zijn gerapporteerd. In de tekst wordt niet altijd verwezen naar non-significante of verwaarloosbare effecten, maar deze zijn voor de volledigheid wel opgenomen de appendices C en D.

4.1 KENMERKEN EFFECTIEF REKEN- EN WISKUNDEONDERWIJS IN HET VO

In totaal zijn er $n = 20$ relevante artikelen gevonden, waarvan $n = 1$ reviews en $n = 19$ meta-analyses, waarbij 18 kenmerken in het onderwijsleerproces zijn geïdentificeerd.

4.1.1 Kenmerken op het niveau van de les

De meeste kenmerken die in de onderzoeksliteratuur zijn gevonden, zijn op het niveau van de les. In totaal zijn er 13 (technologie-ondersteunde) instructie- en werkvormen geïdentificeerd in internationale literatuurstudies en meta-analyses die een effect hadden op reken- en wiskundeprestaties in het VO. Een overzicht van deze instructie- en werkvormen is opgenomen in Tabel 6 en de bevindingen worden daarna verder toegelicht.

Tabel 6
Effectieve kenmerken van de les

Niveau	Categorie	Kenmerk(en)
Les	(Technologie-ondersteunde) instructie- en werkvormen	- (Adaptieve) leer- en begeleidingssystemen* - Realistisch rekenen - Ontwerpend leren - Project-gestuurd onderwijs - Leerlinggerichte instructie - (Meta) Cognitieve strategieën voor het oplossen van woordproblemen - Wiskundig modelleren en simulaties* - *Flipped Classroom** - Computer-ondersteund samenwerkend leren*– - *Game-Based Learning** - *(Peer) Tutoring* - ARCS-model (motivatie vergroten) - Schrijven om te leren

** Bij deze instructie- en werkvormen speelt technologie-ondersteuning een centrale rol.*

(Adaptieve) leer- en begeleidingssystemen

Een van de kenmerken die uit de literatuur naar voren kwam, was het toepassen van of het gebruik van leer- en begeleidingssystemen, met uiteenlopende positieve effecten op de reken- en wiskundeprestaties van leerlingen (zie Tabel C1.1). Deze computer of web-gebaseerde systemen bieden leerlingen de kans om opgaven in het systeem te oefenen, waarbij het systeem, waar nodig, de leerlingen voorziet van begeleiding, instructie, ondersteuning, of terugkoppeling. Er zijn er in de literatuur twee verschillende toepassingen gevonden. Ten eerste vonden Ran et al. (2021) een groot positief effect *(ES* = 0.803*)* op de reken- en wiskundeprestaties van leerlingen bij het gebruik van een programma dat begeleiding biedt voor moeilijk lerende leerlingen. Ook vond Ran et al. (2021) een groot positief effect *(ES* = 0.867*)* wanneer systemen toegepast werden voor het geven van instructies en begeleiding om leerlingen te ondersteunen in het oplosproces van opdrachten. Daarnaast onderzocht Myers et al. (2021) in hoeverre het oefenen van visuele, interactieve, of statische woordproblemen in een leersysteem het woordprobleem oplossingsvermogen van leerlingen kon verhogen. Zij vonden een gemiddeld positief effect *(ES* = 0.58*)* op het probleemoplossingsvermogen wanneer leerlingen oefenden in het leersysteem.

Realistisch rekenen

Juandi et al. (2022) onderzochten de invloed van realistisch reken- wiskundeonderwijs (*realistic mathematics education*) op de reken- en wiskundeprestaties van leerlingen (Tabel C1.2). Zoals de naam suggereert staat een realistische context centraal bij de leeractiviteiten. De realistische context functioneert als startpunt waarbij de initiële kennis van leerlingen wordt verkend. Juandi et al. (2022) vonden een groot positief effect (*ES* = 0.97), ook wanneer er werd uitgesplitst op de onderbouw *(ES* = 0.94*)* en de bovenbouw *(ES* = 0.85*).* Daarnaast vonden zij de beste resultaten wanneer de interventie 3 tot 4 meetings omvatte, waarbij de effecten gemiddeld positief waren (*ES* = 0.74*).*

Ontwerpend leren

In de literatuur werd één meta-analyse gevonden naar ontwerpend leren (Tabel C1.3). Ontwerpend leren is een methode waarbij leerlingen betrokken zijn bij het ontwerp van een oplossing, wat de kans zou bieden om het begrip te ondersteunen en om de leerervaringen over te dragen naar andere situaties. Naast dat leerlingen actief betrokken worden bij het ontwerpen van een oplossing, is het ook belangrijk dat de leerprestaties worden gekoppeld aan individuele groei. Delen and Sen (2022) vonden een gemiddeld positief effect *(ES* = 0.602*)* van ontwerpend leren op leerlingprestaties. Wanneer er werd uitgesplitst op het vakgebied reken- en wiskunde vonden zij een klein positief effect *(ES* = 0.418*).*

Project-gestuurd onderwijs

Project-gestuurd onderwijs is een werkvorm waarbij leerlingen actief bezig zijn en waarbij de focus ligt op het kritisch denken en het conceptueel begrijpen van problemen. Er is in de literatuur één artikel gevonden die deze instructievorm onderzocht (Tabel C1.4). Siregar et al. (2020) onderzochten de invloed van een STEM-programma project-gestuurd onderwijs en vonden een klein positief effect *(ES* = 0.242*).*

Leerlinggerichte instructie

In de literatuur is één meta-analyse gevonden waarin de effectiviteit van leerlinggerichte instructie werd onderzocht (Tabel C1.5). Ay Emanet and Kezer (2021) stelde dat leerlingen naast de instructie van de leerkracht begrijpen en onthouden, ook betekenis moeten geven aan de instructies. De leerkracht maakt hiervoor gebruik van de voorkennis en behoeftes van de leerlingen. Zij vonden een groot positief effect (*ES* = 0.811) op de reken- en wiskundeprestaties, waarbij ook positieve effecten werden gevonden wanneer er werd uitgesplitst op de onder- en bovenbouw (*ES* = 0.831 en *ES* = 0.708, respectievelijk).

(Meta) Cognitieve strategieën voor het oplossen van woordproblemen

Myers et al. (2021) onderzocht verschillende (meta)-cognitieve strategieën voor het oplossen van woordproblemen (Tabel C1.6). Ten eerste onderzochten Myers et al. (2021) de interventies waarin leerlingen voornamelijk (meta)-cognitieve leren toepassen om woordproblemen op te lossen. Zij vonden een groot positief effect (*ES* = 0.88). Eveneens onderzocht Myers et al. (2021) de gecombineerde strategieën schema-gebaseerde instructie (*scheme-based instruction* (*SBI)*) en model-gebaseerd probleemoplossende interventie (*model-based problem solving* (*MBPS)*. De SBI/MBPS interventie omvat de strategieën die uit meerdere stappen bestonden, waar een leerling begint met het identificeren van een probleem, om vervolgens een representatie te creëren, een oplossingsplan op te stellen, het probleem gaat oplossen, en daarna het antwoord controleert. Ook de invloed van SBI/MBPS op het oplossingsvermogen van woordproblemen was groot en positief (*ES* = 0.87). Het effect van het aanleren van (meta)-cognitieve strategieën op reken- en wiskundeprestatie in het algemeen is niet onderzocht.

Wiskundig modelleren en simulaties

Er zijn twee artikelen gevonden waarin werd onderzocht of de toepassing van wiskundig modelleren en het gebruik van simulaties de reken- en wiskundeprestaties van leerlingen verhoogde (Tabel C1.7). De meta-analyse van Sokolowski (2015) onderzocht of *mathematical modelling* een effect had op leerlingprestaties in reken- en wiskunde. Confrey and Maloney (2007, as cited in Sokolowski, 2015) beschreven *mathematical modelling* als een proces waarin leerlingen een situatie tegenkomen, de situatie problematiseren, en vervolgens onderzoek, redeneren, en wiskundige structuren gebruiken om het probleem op te lossen. Zij vonden een gemiddeld positief effect *(ES* = 0.69*)* op reken- en wiskundeprestaties van leerlingen. Wanneer er werd uitgesplitst op reken- en wiskundige subdomeinen werd er een groot positief effect gevonden bij geometrie *(ES* = 0.81*)* en een gemiddeld positief effect gevonden bij algebra *(ES* = 0.73*)*. Ook werd er een groot positief effect *(ES* = 0.94*)* gevonden wanneer er werd uitgesplitst op het middelbaar onderwijsniveau. Tot slot werd er uitgesplitst op

interventietijd, waarbij kortere interventietijden een groot positief effect (*ES* = 1.31*)* hadden in vergelijk met langere interventietijden (*ES* = 0.46*)*. Daarnaast onderzochten Donnelly-Hermosillo et al. (2020) de toepassing van grafische technologieën waarin visuele feedback over complexe fenomenen kunnen worden weergegeven. Grafische technologieën ondersteunen onderzoeksfuncties zoals het genereren van hypotheses, het analyseren of interpreteren van data, en het reflecteren op de resultaten. Ze vonden een klein positief effect *(ES* = 0.43*)* op het leren van leerlingen, en een hoger klein positief effect *(ES* = 0.47*)* wanneer er werd uitgesplitst op het vakgebied reken- en wiskunde. Ze concludeerden dat deze technologie vooral nuttig was bij complexe onderwerpen waarin verschillen over tijdperioden moeten worden geïnterpreteerd zoals wiskundige functies.

Flipped Classroom

Er zijn twee meta-analyses gevonden die de invloed van *flipped classroom* op leerlingprestaties onderzochten (Tabel C1.8). In het *flipped classroom* model wordt de instructie vóór de les gegeven in de vorm van video's die de leerlingen thuis kunnen volgen. Tijdens de les is er vervolgens meer tijd voor samenwerkend leren, probleemoplossende activiteiten, of andere actieve leeractiviteiten (Wagner et al., 2021; Yildirim Yakar, 2021). De gebeurtenissen die traditioneel in de klas plaatsvinden, vinden nu buiten de klas plaats, en andersom, als het ware als een omgekeerde les (Lage et al., 2000). Yildirim Yakar (2021) vond een gemiddeld positief effect (*ES* = 0.51) op reken- en wiskundeprestaties. Deze resultaten zijn vergelijkbaar met Wagner et al. (2021), die een klein positief effect (*ES* = 0.42) vonden van het effect van *flipped classroom* op leerlingprestaties op de middelbare school. Bij de uitsplitsing op vakgebied werd er een klein positief effect (*ES* = 0.34) gevonden op de combinatie reken- en wiskunde en ICT. Tevens vonden zij dat *flipped classroom* het meest effectief was wanneer de interventietijd kleiner dan 4 weken was (*ES* = 0.59).

Computerondersteund samenwerkend leren

In de literatuur is één artikel gevonden over computerondersteund samenwerkend leren met een gemiddeld positief effect (Tabel C1.9). Zoals de term aangeeft is samenwerkend leren (of coöperatief leren) een werkvorm waarin het samenwerken van leerlingen centraal staat (Hickendorff et al., 2017). Wanneer deze werkvorm wordt ondersteund door computers, biedt dit leerlingen de kans om met behulp van computertechnologieën samen een gemeenschappelijk doel te halen. In de meta-analyse van Talan (2021) werd computerondersteund samenwerkend leren onderzocht, en werd er een gemiddeld positief effect (*ES* = 0.523) gevonden op de leerlingprestaties. Er werden er non-significante effecten gevonden wanneer er werd uitgesplitst op vakgebied en onderwijsniveau. Wanneer er werd uitgesplitst op interventietijd werd het grootste gemiddelde positieve effect *(ES* = 0.714*)* gevonden bij een interventieduur van 7 tot 8 weken.

Game-Based Learning

De invloed van *game-based* technologieën op reken- en wiskundeprestatie is onderzocht in één meta-analyse waar een gemiddeld positief effect werd gevonden (Tabel C1.10). In de meta-analyse van Ran et al. (2021) werden meerdere computersoftware en -applicaties onderzocht waaronder *game-based* technologieën. Deze term omvatte de leeractiviteiten die reken- en wiskundige concepten presenteren in educatieve spelletjes in een gecomputeriseerde omgeving. Zij vonden dat *game-based* technologieën een gemiddeld positief effect (*ES* = 0.588) hadden op de reken- en wiskundeprestaties van laag-presterende leerlingen.

(Peer) Tutoring

Tutoring, waarbij leerlingen extra begeleiding krijgen, al dan niet door leeftijdsgenootjes, had een klein positief effect op de reken- en wiskundeprestaties van leerlingen (Tabel C1.11). In de meta-analyse van Nickow et al. (2020) werd *tutoring* omschreven als "één-op-één begeleiding of begeleiding in kleine groepen door leerkrachten, paraprofessionals, vrijwilligers of ouders" (p. 1). Zij onderzochten het effect van *tutoring* op leerlingprestaties en vonden een klein positief effect (*ES* = 0.20) wanneer er werd uitgesplitst op zowel onderwijsniveau middelbare school en vakgebied reken- en wiskunde. Wanneer er werd uitgesplitst op vakgebied reken- en wiskunde, waarbij zowel PO als VO werden meegenomen, vonden zij kleine positieve effecten (*ES* = 0.41) wanneer de *tutoring* werd gegeven door paraprofessionals en iets kleinere positieve effecten wanneer leerkrachten (*ES* = 0.39) extra begeleiding gaven aan leerlingen. Naast *tutoring* door leerkrachten, paraprofessionals, vrijwilligers of ouders, werd ook *peer tutoring* onderzocht. Bij *peer tutoring*, zoals de naam aangeeft, wordt de extra begeleiding gegeven door leeftijdsgenootjes. Alegre et al. (2020) vond een klein positief effect (*ES* = 0.37) van *peer tutoring* op reken- en wiskundeprestaties, waarbij een groter positief effect (*ES* = 0.61) werd gevonden wanneer de *peer tutoring* werd toegepast door leerlingen van dezelfde leeftijd. Ook vonden zij kleinere effecten wanneer *peer tutoring* programma's langer dan 8 weken duurde (*ES* = 0.29) in vergelijk met programma's die korter dan 8 weken duurden (*ES* = 0.52). In lijn met deze resultaten vonden ze kleinere effecten wanneer sessies langer dan 30 minuten (*ES* = 0.26) duurde

wanneer vergeleken met sessies die korter dan 30 minuten duurden (*ES* = 0.55). Zij suggereerden dat wanneer *peer tutoring* te intens, of te lang duurt, leerlingen moe en verveeld kunnen raken waardoor *peer tutoring* minder effectief is.

ARCS-model

Het ARCS-model (*Attention, Relevance, Confidence, Satisfaction*) is een model om de motivatie van leerlingen te vergroten. Het model hanteert benaderingen uit de instructievormen ontwerpend leren en project-gestuurd leren in technologie gebaseerde leeromgevingen. Via een lineair leerproces stimuleert het *Attention*-component de nieuwsgierigheid van leerlingen en het *Relevance*-component combineert de ervaringen, doelen, en het belang van het leerproces met de lesstof. Het *Confidence*-component verbetert de overtuiging van leerlingen dat zij zullen uitblinken in het leerproces. Het laatste component *Satisfaction* stelt leerlingen in staat om de feedback te verwerken als resultaat van het leerproces. In de meta-analyse van Goksu and Islam Bolat (2021) werd het effect van het ARCS-model op leerlingprestaties onderzocht (Tabel C1.11). Zij vonden een gemiddeld positief effect (*ES* = 0.74) op leerlingprestaties met een iets hoger effect wanneer er werd uitgesplitst op het vakgebied reken- en wiskunde (*ES* = 0.79).

Schrijven-om-te-leren

Graham et al. (2020) onderzochten de invloed van schrijven-om-te-leren op het leren van leerlingen (Tabel C1.12). In deze meta-analyse werd schrijven-om-te-leren omschreven als het gebruik van schrijven als een middel om de kennis van leerlingen te versterken, uit te breiden, en te verdiepen. Zij vonden kleine positieve effecten (*ES* = 0.30) op het leren van leerlingen, met vergelijkbare resultaten wanneer uitgesplitst op het vakgebied reken- en wiskunde (*ES* = 0.32). Daarnaast werden er ook vergelijkbare effecten gevonden wanneer er werd uitgesplitst op onderwijsniveau onderbouw (*ES* = 0.30) en bovenbouw (*ES* = 0.30).

4.1.2 Kenmerken op het niveau van de leerkracht, klas en school

Op het niveau van de leerkracht, klas en school zijn er in de studies binnen deze literatuurreview geen kenmerken gevonden die een effect hebben op de reken- en wiskundeprestaties van leerlingen in het VO.

4.1.3 Kenmerken op het niveau van de leerling

De kenmerken van de leerling die als startpunt zijn gehanteerd zijn toegevoegd aan Tabel 7. In de literatuur zijn meerdere artikelen gevonden die de invloed van een kenmerk op het niveau van de leerling op reken- en wiskundeprestaties onderzocht. Deze kenmerken zijn verdeeld over twee categorieën: overtuigingen en vaardigheden.

Tabel 7
Startpunt van de kenmerken op het niveau van de leerling

Niveau	Categorie	Kenmerk(en)
Leerling	Attitudes	- Activiteit-gerelateerde emotie - Attitude ten opzichte van reken- en wiskunde
	Vaardigheden	- Zelfregulatie vaardigheden - Creativiteit - *Computational Thinking*

Overtuigingen

Er zijn twee artikelen gevonden over de invloed van leerlingattitudes en- vaardigheden (vaardigheden die niet direct betrekking hebben op het leren van rekenen en wiskunde) op reken- en wiskundeprestaties (Tabel D1.1).

Emoties

Camacho-Morles et al. (2021) onderzochten vier activiteit-gerelateerde emoties: plezier, woede, frustratie en verveling. Activiteit-gerelateerde emoties richten zich op de actie tijdens de toetsafname in plaats van op de emotie die leerlingen ervaren op basis van het resultaat. Zij omschreven plezier als een positieve emotie met een hoge opwinding terwijl woede een negatieve emotie is die leerlingen ervaren wanneer zij moeilijkheden ervaren die worden veroorzaakt door andere personen tijdens de prestatie. Frustratie is ook een onplezierige emotie die leerlingen kunnen ervaren als een reactie op obstakels die een succesvolle afronding van de prestatie in de weg staan. Verveling is een activiteit-emotie die wordt ervaren wanneer leerlingen negatieve gevoelens zoals desinteresse of gebrek een stimulatie ervaren. Hoewel de activiteit-emotie

van plezier een klein positief effect (*ES* = 0.23) had op algemene leerprestaties van de gehele populatie, werd er geen relatie (*ES* = 0.19) gevonden wanneer er werd uitgesplitst op het vakgebied reken- en wiskunde. Woede (*ES* = -0.36) en verveling (*ES* = -0.25) hadden een kleine negatief effect op de reken- en wiskundeprestatie van leerlingen. Wanneer er werd uitgesplitst op onderwijsniveau middelbare school werd er een klein positief effect gevonden bij plezier (*ES* = 0.32) en kleine negatieve effecten bij woede (*ES* = -0.35) en verveling (*ES* = -0.25) op algemene leerlingprestaties.

Attitude ten opzichte van reken- en wiskunde

In de review van Wen and Dubé (2022) werd de relatie tussen attitude en reken- en wiskundeprestaties onderzocht. Zij onderscheidden zeven attitudes verdeeld over drie componenten: cognitieve, affectieve en gedragscomponent. Het cognitieve component omvat waargenomen waarde, vertrouwen, sekse-stereotypering, en zelfbeeld. De waargenomen waarde meet hoeveel belang leerlingen hechten aan reken- en wiskunde. Het vertrouwen in reken- en wiskunde is de mate waarin leerlingen geloven dat ze de moeilijkheden van reken- en wiskunde aankunnen en goede resultaten kunnen halen. In het algemeen zorgen sekse-stereotypering ervoor dat leerlingen reken- en wiskunde beschouwen als een door jongens gedomineerd vak, waarin jongens beter vaardig zouden zijn in reken- en wiskunde dan meisjes. Zelfbeeld is de perceptie van een leerling in een bepaalde omgeving, bijvoorbeeld de perceptie van leerlingen van zichzelf in reken- en wiskunde. In het affectieve component zit plezier en rekenangst. In contrast met plezier – een positief gevoel – is rekenangst een negatief gevoel die samengaat met angst en spanning wanneer leerlingen reken- en wiskundige problemen op proberen te lossen. In het gedragscomponent zit gedragsintenties, die de actie of het gedrag van leerlingen ten opzichte van reken- en wiskunde meten. Een voorbeeld uit Tocco (1971, as cited in Wen & Dubé, 2022) is “Ik denk na over wiskundeproblemen buiten school en ik werk ze graag uit”. Er werden kleine positieve effecten gevonden bij zelfvertrouwen (*ES* = 0.34 tot 0.42), plezier (*ES* = 0.27 tot 0.68), zelfbeeld (*ES* = 0.21 tot 0.76), gedragsintenties (*ES* = 0.21 tot 0.34) en waargenomen waarde (*ES* = 0.11 tot 0.30). Ook waren rekenangst (*ES* = -0.27 tot -0.48) en de overtuigingen over sekse-stereotypering (*ES* = -0.21) negatief gecorreleerd met reken- en wiskundeprestaties.

Vaardigheden

Er zijn drie artikelen gevonden die gecategoriseerd kunnen worden als leerlingvaardigheden die niet direct betrekking hebben op het leren van rekenen en wiskunde (Tabel D1.2).

Zelf-regulatie

Elhusseini et al. (2022) onderzochten in hun meta-analyse de impact van zelfregulatievaardigheden op de prestaties van leerlingen. Zij omschreven zelfregulatievaardigheden als het vermogen van zelfbeheersing om impulsieve gedachten en gedrag te onderdrukken. Zij stelden dat wanneer leerlingen zelfregulatievaardigheden toepasten tijdens de les, dat functies zoals werkgeheugen, aandacht, en cognitieve flexibiliteit de leerlingen in staat zouden stellen om nieuwe dingen te verwerken en te onthouden. Zij vonden een groot positief effect *(ES* = 0.833*)* van zelfregulatievaardigheden op leerlingprestaties. Wanneer er werd uitgesplitst op vakgebied vonden zij een klein positief effect *(ES* = 0.385*)* op reken- en wiskundeprestaties. De effecten waren non-significant wanneer er werd uitgesplitst op onderwijsniveau.

Creatieve vaardigheden

Er is één meta-analyse gevonden die de relatie tussen creatieve vaardigheden en reken- en wiskundeprestaties onderzocht. Tegenwoordig wordt creativiteit gezien als een haalbaar potentiaal voor elke leerling dat kan worden gekoesterd zowel in de klas als daarbuiten. In de meta-analyse van Bicer et al. (2021) wordt het model van Csikszentmihalyi (1996, as cited in Bicer et al., 2021) aangehaald, waarin creativiteit wordt opgedeeld in drie dimensies: de maker, het domein, en het veld. De maker is de leerling, het domein is het systeem waarin een leerling zich bevindt, en het veld is het omringende sociale systeem. Dit model suggereert dat leerlingen verschillende niveaus van creativiteit kunnen hebben op verschillende leergebieden, bijvoorbeeld reken- en wiskunde. Bicer et al. (2021) vonden een kleine positieve relatie (*ES* = 0.47*)* tussen creatieve vaardigheden en reken- en wiskundeprestaties van leerlingen. Daarnaast werden er statistisch significante resultaten gevonden wanneer er werd uitgesplitst het onderwijsniveau van de onder- en bovenbouw *(ES* = 0.50 en *ES* = 0.39, respectievelijk*)*. Ook werd er een gemiddelde positief effect *(ES* = 0.53*)* gevonden tussen wiskundige creativiteit en wiskundeprestaties van leerlingen. Dit sluit aan bij de aanname dat creativiteit domein-specifiek is.

Computational Thinking

Ten slotte werd er in de meta-analysis van Lei et al. (2020) onderzocht of het *computational thinking* van leerlingen is gekoppeld aan betere academische prestaties. Zij gebruikten de definitie van Wing (p. 33) als uitgangspunt: “de denkprocessen die zijn betrokken bij het formuleren van een probleem en het uitdrukken van de oplossing(en) op een manier dat een computer – mens of machine – het effectief kan uitvoeren” (2006, as cited in Lei et al., 2020). Zij vonden een klein positief effect *(ES* = 0.288*)* tussen *computational thinking* en academische prestaties van leerlingen. Echter, wanneer er werd uitgesplitst op vakgebied werden er non-significante resultaten gevonden voor rekenen en wiskunde.

4.1.4 Samenvatting

Op basis van de voorgaande resultaten zijn er 18 kenmerken van het onderwijsleerproces gevonden waarvan metastudies hebben aangetoond dat zij een effect hebben op of samenhangen met de reken- en wiskundeprestaties in het voortgezet onderwijs (Tabel 8). Er zijn alleen kenmerken gevonden op het niveau van de les en de leerling.

Tabel 8

Overzicht resultaten literatuurreview VO

Niveau	Categorie	Kenmerk(en)
Les	(Technologie-ondersteunde) instructie- en werkvormen	- (Adaptieve) leer- en begeleidingssystemen* - Realistisch rekenen - Ontwerpend leren - Project-gestuurd onderwijs - Leerlinggerichte instructie - (Meta) Cognitieve strategieën voor het oplossen van woordproblemen - Wiskundig modelleren en simulaties* - *Flipped Classroom** - Computer-ondersteund samenwerkend leren* - *Game-Based Learning** - *(Peer) Tutoring* - ARCS-model (motivatie vergroten) - Schrijven om te leren
Leerkracht	Leerkrachtkenmerken	
Klas	Klaskenmerken	
School	Schoolkenmerken	
Leerling	Overtuigingen	- Activiteit-gerelateerde emotie - Attitude ten opzichte van rekenen en wiskunde
	Vaardigheden	- Zelfregulatie vaardigheden - Creativiteit - *Computational Thinking*

4.2 KENMERKEN VAN EFFECTIEF REKEN- WISKUNDEONDERWIJS IN HET VSO

In totaal zijn er $n = 3$ relevante artikelen gevonden, waarvan $n = 2$ reviews en $n = 1$ meta-analyses, waarbij drie kenmerken in het onderwijsleerproces zijn geïdentificeerd.

4.2.1 Kenmerken op het niveau van de les

Twee van de drie kenmerken die in de onderzoeksliteratuur zijn gevonden, zijn op het niveau van de les. Er zijn twee (technologie-ondersteunde) instructie- en werkvormen geïdentificeerd in internationale literatuurstudies en meta-analyses die een effect hadden op reken- en wiskundeprestaties van SEN-leerlingen (zie Tabel 4 voor de gebruikte zoektermen waarmee deze leerlingen zijn gedefinieerd). Een overzicht van deze instructie- en werkvormen is opgenomen in Tabel 9 en de bevindingen worden daarna verder toegelicht.

Tabel 9
Effectieve kenmerken van de les

Niveau	Categorie	Kenmerk(en)
Les	Instructie- en werkvormen	- Tutoring
	Hulpmiddelen	- Visuele materialen

Instructie- en werkvormen

Er is één artikel gevonden over de invloed van instructie- en werkvormen op reken- en wiskundeprestaties (Tabel E1.1).

Tutoring

Dit kenmerk is tevens gevonden is in de literatuurreview van studies in het VO. In de gevonden meta-analyse verwijst *tutoring* naar gespecialiseerde instructie in een specifiek reken- en wiskundig domein die wordt gegeven in kleine klassen of persoonlijk. Stevens et al. (2018) vond een groot positief effect (*ES* = 0.85) op de reken- en wiskundeprestaties van leerlingen die rekenproblemen of dyscalculie ervaren. Hierbij werd dyscalculie omschreven als de groep leerlingen die een leerstoornis hebben die is geïdentificeerd door de school. Leerlingen werden omschreven als het hebben van rekenproblemen als zij onder het 40e percentiel scoorden.

Hulpmiddelen

Het tweede artikel dat in deze review is gevonden voor SEN-leerlingen valt in de categorie hulpmiddelen (Tabel E1.2).

Visuele materialen

In de review van Jitendra et al. (2016) werd onderzocht of het gebruik van visuele materialen voor het beschrijven van problemen de reken- en wiskundeprestaties van leerlingen met leerstoornissen en leerlingen die risico lopen op rekenproblemen kon verhogen. Hierin werden leerlingen geïdentificeerd als risicovol voor rekenproblemen als zij onder het 25e percentiel scoorde. Wanneer leerlingen onder het 10e percentiel scoorde, werden leerlingen geïdentificeerd onder de categorie leerstoornis. In de visuele materialen werd een onderscheid gemaakt tussen concrete objecten (bijv. tekeningen, diagrammen, getallenlijnen) en interactieve visuele materialen waarin leerlingen aanpassingen konden maken (bijv. breukencirkels, algebra tegels). Jitendra et al. (2016) vonden grote positieve effecten op de reken- en wiskundeprestaties wanneer er gebruik werd gemaakt van concrete visuele materialen (*ES* = 0.87). Er werden gemiddelde positieve effecten gevonden bij de visuele materialen waarin leerlingen aanpassingen konden maken (*ES* = 0.64). Wanneer er werd uitgesplitst op onderwijsniveau werden er gemiddeld positieve effecten gevonden bij de onderbouw (*ES* = 0.79). Daarnaast is er uitgesplitst op sub-domeinen van rekenen en wiskunde, waarbij de grootste positieve effecten werden gevonden bij het oplossen van woordproblemen (*ES* = 0.73).

4.2.2 Kenmerken op het niveau van de leerkracht, klas en school

Evenals voor het VO heeft deze literatuurreview voor VSO geen kenmerken opgeleverd op het niveau van de leerkracht, klas of school.

4.2.3 Kenmerken op het niveau van de leerling

Er in de literatuurreview gericht op VSO één artikel gevonden die onder de categorie 'overtuigingen' valt, welke is opgenomen in Tabel 10.

Tabel 10
Startpunt van de kenmerken op het niveau van de leerling

Niveau	Categorie	Kenmerk(en)
Leerling	Overtuigingen	- (Reken)angst

Overtuigingen

(Reken)angst

Brumariu et al. (2022) onderzocht of leerlingen die (reken)angst ervaarde ook verlaagde academische prestaties toonden. De meegenomen studies in deze review moesten een onafhankelijke meting hebben van angst-gerelateerde symptomen en stoornissen. Zij vonden verwaarloosbare, maar significante negatieve effecten (*ES* = -0.06) op academische prestaties. Hetzelfde effect (*ES* = -0.06) werd gevonden wanneer er werd uitgesplitst op het onderwijsniveau van de middelbare school. Wanneer uitgesplitst op het vakgebied rekenen en wiskunde werden vergelijkbare verwaarloosbare negatieve (*ES* = -0.09) effecten gevonden.

4.2.4 Samenvatting

Deze review heeft slechts drie kenmerken opgeleverd die volgens metastudies een effect hebben op de reken- en wiskundeprestaties van SEN-leerlingen en die mogelijk ook relevant zijn voor VSO-leerlingen. Dit zijn *tutoring,* gebruik van visuele materialen en (reken)angst.

4.3 RESULTATEN EXPERTRAADPLEGING

De resultaten uit het literatuuronderzoek zijn voorgelegd aan 16 experts, waarvan er 7 gereageerd hebben. Aan de experts zijn per kenmerk drie vragen voorgelegd:

1. In welke mate het kenmerk ook in de Nederlandse context belangrijk zou kunnen zijn voor leerlingprestaties in rekenen en wiskunde in de onderbouw van het VO (en apart voor het praktijkonderwijs) en het VSO. Dit kon men aangeven met een cijfer van 1 (niet tot nauwelijks belangrijk) tot 4 (zeer belangrijk).

2. In welke mate het kenmerk in het huidige Nederlandse onderwijs voorkomt in de onderwijspraktijk in de onderbouw van het VO (en apart voor het praktijkonderwijs) en het VSO. Dit kon men aangeven met cijfer van 1 (niet tot nauwelijks) tot 3 (op grote schaal). Deze vraag is niet gesteld bij de kenmerken op het niveau van de leerling, omdat deze kenmerken niet direct betrekking hebben op het onderwijsleerproces. Deze vraag is opgenomen vanwege het uiteindelijke doel van deze review, namelijk het identificeren van onderwijskenmerken die opgenomen zouden kunnen worden in het instrumentarium van Peil.VO/VSO Rekenen en Wiskunde 2024/2025.

3. Of de expert nog aanvullende beïnvloedbare kenmerken van het onderwijsleerproces kent, die in Nederland aantoonbaar samenhangen met reken- en wiskundeprestaties in het voortgezet onderwijs.

In de tabellen hieronder is tussen haakjes het aantal experts vermeld dat hierover een oordeel heeft gegeven. Niet elke expert kon op alle vragen antwoord geven omdat deze te weinig kennis had over het genoemde onderwijstype, geen of te weinig kennis had over het genoemde kenmerk of het kenmerk en de daarbij behorende beschrijving/definitie onvoldoende duidelijk vond.

Voor elk kenmerk is de definitie zoals deze werd gegeven in de betreffende metastudies, zo letterlijk mogelijk vertaald en weergegeven. Hiermee is geprobeerd om (onjuiste) interpretaties door de onderzoekers te vermijden. Dit betekende ook dat experts het kenmerk soms op verschillende manieren uitlegden of niet zeker wisten wat er bedoeld werd. Opmerkingen hierover zijn weergegeven in de laatste kolom van de tabellen hieronder.

4.3.1 Belang van de kenmerken voor het Nederlandse onderwijs

In Tabel 11 en 12 staan de gemiddelde scores weergegeven voor het belang van het kenmerk voor het Nederlandse onderwijs in de onderbouw V(S)O. Bij elke vraag hadden de experts de mogelijkheid hun antwoord toe te lichten. In de laatste kolom in de tabel zijn de meest relevante of kenmerkende opmerkingen en toelichtingen weergegeven.

Tabel 11a

Oordeel van de experts over het belang van het leskenmerk voor het Nederlands voortgezet onderwijs (onderbouw), in gemiddelden

Kenmerk	Belang (1-4)*			Opmerkingen
Niveau van de les	**VO**	**PRO**	**VSO**	
(Adaptieve) leer- en begeleidingssystemen	2,8 (4)	3,0 (3)	4,0 (1)	Cruciale voorwaarde is dat de digitale omgeving voldoende faciliteiten biedt voor rekenen en wiskunde. Denk aan notaties van breuken en wiskundige symbolen (wortelteken), (verhoudings)tabellen, grafieken, formules, handschriftherkenning, tools voor intelligente automatische beoordeling. Het mag niet ten koste gaan van de instructie door de docent. In havo/vwo minder van belang dan in vmbo.
Realistisch rekenen	2,7 (6)	3,5 (4)	2,7 (3)	Voor praktijkonderwijs is het rekenen alleen zinvol in een betekenisvolle context, voor andere onderwijssoorten kan het oefenen met kale sommen soms ook wel zinvol zijn. Het ligt er maar net aan wat je onder “prestaties” laat vallen. Als je wil dat leerlingen beter worden in het toepassen van rekenkundige technieken in realistische situaties, dan moet je daar inderdaad mee oefenen. Als het alleen gaat om vaardigheid in formele wiskundige bewerkingen, dan betwijfel ik of dit per se meerwaarde heeft. Ik ben het niet eens met de definitie van realistisch rekenen. Dat gaat niet over de realistische context als startpunt, maar over een voor de betreffende leerling betekenisvol startpunt. De manier waarop dat vorm krijgt, verschilt voor de drie genoemde schooltypes, maar voor alle drie is het van groot belang. Realistisch rekenen of realistische wiskunde gaat over veel meer dan alleen het gebruik van contexten (bijv. ook de rol van modellen en interactie voor niveauverhoging / verticaal mathematiseren). Bij pro is het betekenisvol maken van de wiskunde van groter belang dan bij v(s)o.
Ontwerpend leren	3,0 (4)	3,0 (2)	3,0 (2)	Het zou er vooral om moeten gaan dat leerlingen situaties analyseren en problemen oplossen en daaruit wiskundige concepten extraheren en die vervolgens in hun denken van een betekenis voorzien.
Project-gestuurd onderwijs	2,0 (5)	1,7 (3)	1,5 (2)	In projecten kunnen leerlingen hun rekenvaardigheden in de praktijk toepassen als het project goed ontworpen is en goede mogelijkheden biedt. Als we leerlingen een goede basis willen meegeven voor het gebruik van rekenen en wiskunde in hun latere leven dan is het volgens mij absoluut heel belangrijk om leerlingen actief bezig te laten zijn en kritisch te laten denken en zorgen dat ze problemen conceptueel gaan begrijpen. Dat hoeft naar mijn idee niet per se in projecten (zelfs liever niet, aangezien die erg inefficiënt zijn), maar wel volgens de manier die hier als definitie voor projectgestuurd onderwijs gegeven wordt. Ik zie dit meer als een vorm- dan als een inhoudskwestie. Ik kan me voorstellen dat een projectvorm, zeker als afwisseling, soms goed kan werken, maar vind het geen belangrijk punt.

Leerlinggerichte instructie	3,7 (6)	3,8 (4)	3,7 (3)	Afstemmen op de behoeften van leerlingen, aansluiten bij wat leerlingen al weten en kunnen, zorgen dat leerlingen de leerstof echt begrijpen, is voor alle vakken belangrijk en dus ook voor rekenen. Het lijkt mij essentieel dat je aansluit op de voorkennis van leerlingen, aangezien de uitleg anders in dorre aarde valt Betekenis verlenen en aansluiten bij voorkennis van leerlingen staat dicht bij de uitgangspunten van realistisch reken- wiskundeonderwijs. Het gaat hier vooral om betekenis geven aan wiskundige concepten, bewerkingen en eigenschappen, vooral los van een specifieke situatie. Dat is niet altijd naar behoefte van een leerling, maar wel essentieel in de wiskundige ontwikkeling van leerlingen
(Meta) Cognitieve strategieën voor het oplossen van woordproblemen	3,0 (6)	2,8 (4)	2,7 (3)	Dit stappenpad doet me denken aan het Drieslagmodel (zie ERWD-protocol van Van Groenenstijn) dit zou inderdaad zeer belangrijk kunnen zijn voor het oplossen van woordproblemen Leerlingen vinden het vaak erg lastig om te bepalen hoe ze een open probleem moeten aanpakken. Het trainen daarvan lijkt me dus heel zinvol. Of dat dan heel generiek moet zijn, dat is de vraag. Onderzoeken geven aan dat het vaak beter is om domein-specifieke strategieën te leren en niet zo zeer leerlingen te proberen algemene heuristieken aan te leren In mijn ogen is probleemoplossen een zeer belangrijk doel van reken-wiskundeonderwijs. Dus dat je leert om bij een non-routine probleem zelf op zoek te gaan naar een opening. Als het gaat om strategieën voor het oplossen van zgn redactiesommen, dan lijkt me dat nauwelijks belangrijk voor de leerlingprestaties Reken/wiskundeprestaties van leerlingen zouden vooral betrekking moeten hebben op dit soort strategieën.
Wiskundig modelleren en simulaties	3,0 (5)	2,3 (3)	2,5 (2)	Modelleren is zeer belangrijk als het gaat om ‘echte’ herkenbare problemen uit de werkelijkheid. Dit wordt veel toegepast in het VO. In dit geval is het gecombineerd met simulaties. Dat komt volgens mij nauwelijks voor en ik weet niet of die simulaties nu wel zo extra bijdragen aan het leren modelleren. Het lijkt me erg nuttig als leerlingen leren modelleren, aangezien dat een zinvolle vaardigheid is. Ik weet niet of het ook zorgt voor het verbeterende van de rest van de vaardigheden bij rekenen en wiskunde. Dus ook hier weer: als je wil dat leerlingen beter willen modelleren, dan is dit kenmerk belangrijk. Als het alleen om basisvaardigheden gaat, dan is dat minder aan de orde. Ook modelleren is, in het verlengde van probleemoplossen, een belangrijk doel van reken-wiskundeonderwijs, waarvan de opbrengst als het goed is het rekenen overstijgt. Het is echter ook meteen een heel hoog en ambitieus doel.

Flipped Classroom	1,6 (5)	1,7 (3)	1,7 (3)	Dit () is volgens mij alleen nuttig als leerlingen allemaal hun huiswerk doen en de docent goed afstemt en haar doelen goed voor ogen heeft en communiceert. Ik heb het idee dat dit niet zo past bij de Nederlandse leerling. Die wil graag uitleg van de docent, en niet een filmpje kijken. Bij zo'n filmpje ligt de nadruk bovendien vaak op repreductie en niet op guided reinvention, dus ik heb het idee dat het ook vooral focust op instrumenteel begrip en niet zozeer relationeel begrip. () Gaat het om basisvaardigheden en instrumenteel begrip, dan werkt dit wellicht. Wil je dat leerlingen echt snappen wat ze doen, dan zou ik het niet zo aanpakken. Dan moet je immers het suboptimale leerproces van het leren via een filmpje weer repareren tijdens de coaching. Net als bij projectonderwijs gaat het hier om een vorm. Het is belangrijk dat we nieuwe vormen ontwikkelen en beproeven en dit is daar een van. Ik vind het geen doel op zichzelf. Dit vraagt wel een enorme cultuuromslag. Weinig leerlingen zullen vooraf een video bekijken als ze daar niet op 'afgerekend' worden. Wiskundevideo's richten zich vooral op het how-to, op procedurele kennis. Interactie tussen leerlingen onderling en met hun leraar is van belang om meer conceptuele kennis te verwerven.
Computer-ondersteund samenwerkend leren	2,2 (4)	2,3 (3)	2,3 (2)	Cooperatief leren is belangrijk en komt redelijk veel voor, maar het is lang niet altijd gecombineerd met computerondersteund leren. Computerondersteund leren komt ook heel veel voor, maar leerlingen zitten vaak in hun eentje achter de computer. Ook hier gaat het om vorm, en wel in twee opzichten: samenwerkend leren, en computer ondersteund leren. Samenwerken is lastig, en via de computer nog meer. Ik denk wel dat hier kansen liggen die verder benut kunnen worden Samenwerkend leren is belangrijk, maar wel in fysieke interactie.
Game-Based Learning	2,0 (5)	2,0 (3)	2,0 (3)	Kan een leuke en motiverende vorm zijn, zeker als afwisseling. Leerlingen zijn vaak gevoelig voor spelelement en voor beloning. Mits de games meer om het lijf hebben dan sommetjes maken en daarvoor op een of andere wijze beloond worden.
(Peer) Tutoring	2,6 (5)	2,0 (3)	1,5 (2)	Het effect kan inderdaad groot zijn voor zowel de uitlegger als voor degene die de stof nog niet beheerst. Misschien is het vooral belangrijk voor de leerling die zijn peers ondersteuning biedt. Ik denk dat leerlingen heel veel van elkaar kunnen leren. Ook extra begeleiding van een docent is vaak heel zinvol.
ARCS-model	4 (1)**	-	-	Ik ken het model niet. Als het te maken heeft met hoge verwachtingen van leerlingen hebben (daar lijkt het op), kan het denk ik wel bijdragen aan betere prestaties. Belangrijk is niet zozeer het stappenplan als zodanig, maar meer het beoogde doel: het vergroten van de motivatie van leerlingen.
Schrijven om te leren	2,7 (3)	1,5 (2)	1 (1)	Het belang hiervan bleek ook tijdens de recente pandemie. Leerlingen hoefden minder te schrijven en hun (wiskundige) leerprestaties gingen achteruit. Van belang is vooral dat leerlingen leren hun uitwerkingen en oplossingswijzen goed opschrijven. De vraag is in hoeverre dat hun wiskundekennis vergroot. Het gaat in dit geval vooral om versterking van metacognitieve kennis.

Visuele materialen	3,3 (6)	3,5 (4)	4,0 (3)	Visuele ondersteuning maakt de instructie krachtiger. Als we willen dat leerlingen snappen wat ze aan het doen zijn, dan is visualisatie voor de meesten naar mijn idee cruciaal. Vaak helpt het visualiseren ook bij het bedenken van een oplossingsstrategie. Visualisatie is natuurlijk een krachtig didactisch hulpmiddel. Dat is zeer belangrijk en kan altijd beter. Er zijn goede voorbeelden, zoals de getallenlijn, het rechthoeksmodel voor het vermenigvuldigen van tweetermen, etc. Gebruik van visuele materialen vormt een stadium in de overgang van informeel denken en handelen naar formeel handelen en abstract denken. Voor vwo-leerlingen mag het leren niet blijven steken bij visuele materialen, maar in het vmbo is dat minder bezwaarlijk.

* Aantal gegeven antwoorden staan tussen haakjes aangegeven; ** niet meegenomen vanwege onduidelijkheid over de betekenis

Tabel 11b

Oordeel van de experts over het belang van het leerlingkenmerk voor het Nederlands voortgezet onderwijs (onderbouw), in gemiddelden

Kenmerk	**Belang (1-4)**			**Opmerkingen**
Niveau van de leerling	**VO**	**PRO**	**VSO**	
Leerlingemoties bij het maken van toetsen	2,5 (6)	2,2 (4)	2,0 (3)	Ik denk vooral dat het belangrijk is om kwalitatief goede toetsen te hebben en te variëren in toetsvorm, dus niet altijd een schriftelijk proefwerk.
Attitude ten opzichte van reken- en wiskunde	2,8 (6)	2,8 (4)	2,7 (3)	Het lijkt me belangrijk om hier rekening mee te houden om leerlingen gemotiveerd te houden. Het is natuurlijk van belang dat leerlingen een positief beeld hebben van wiskunde. De uitstraling van het vak kan helpen, en daar ligt onder andere een rol voor de docent.
Zelfregulatie vaardigheden	2,7 (6)	2,5 (4)	2,3 (3)	Dit is natuurlijk wel belangrijk, maar overstijgt rekenen-wiskunde. Ik zie hierin niet direct een aanknopingspunt om de reken-wiskundeprestaties naar een hoger niveau te tillen. Het gaat hier ook om iets als doorzettingsvermogen: niet te snel opgeven en je tanden ergens in zetten.
Creativiteit	2,6 (5)	1,8 (4)	2,0 (3)	Creativiteit zou belangrijk moeten zijn in reken-wiskundeonderwijs, maar er wordt te weinig een beroep gedaan op creativiteit. Leerlingen worden toch meer getraind op standaardvaardigheden. Voor mij staat creativiteit bij wiskunde dicht bij probleemoplossen, dat ik eerder als belangrijk heb aangemerkt. Het gaat in feite om het vermogen om vanuit verschillende invalshoeken tegen iets aan te kijken, dingen te proberen, en dat zijn waardevolle zaken, niet alleen voor rekenen-wiskunde maar ook breder.

* Aantal gegeven antwoorden staan tussen haakjes aangegeven.

4.3.2 Mate waarin de kenmerken toegepast worden in het Nederlandse onderwijs

In Tabel 12 staan de gemiddelde scores weergegeven voor de mate waarin het kenmerk volgens de experts voorkomt in het Nederlandse onderwijs in de onderbouw van het V(S)O.

Tabel 12a
Oordeel van de experts over de mate waarin het kenmerk voorkomt in het Nederlands voortgezet onderwijs (onderbouw), in gemiddelden

Kenmerk	**Komt voor (1-3)***			**Opmerkingen**
Niveau van de les	**VO**	**PRO**	**VSO**	
(Adaptieve) leer- en begeleidingssystemen	2,0 (6)	2,5 (2)	-	In het voortgezet onderwijs kennen we een aantal digitale lesmethoden die op basis van het bovenstaande werken, zoals SmartRekenen, SmartWiskunde en Bettermarks. Ook de reguliere methoden kennen digitale varianten. Ze worden op beperkte schaal gebruikt. Ik weet dat verscheidene docenten gebruikmaken van online materiaal waar leerlingen adaptief doorheen kunnen. Te denken is aan de methode Bettermarks, en ook Getal & Ruimte en Moderne Wiskunde hebben digitaal materiaal (waarvan de kwaliteit voor zover ik weet wisselend is). Met name in de onderbouw vmbo wordt rekenen veel geoefend via de computer.
Realistisch rekenen	2,2 (6)	2,7 (3)	1,5 (2)	De lesmethode met het grootste marktaandeel hanteert de didactiek van voordoen – nadoen. Rekenen (en wiskunde) is in de onderbouw ook al vaak behoorlijk abstract. Er is wel weer verschil tussen vmbo b/k en avo. Met name in havo/vwo zie ik niet vaak uitgelegd in welke praktijk rekenen en wiskunde gebruikt kunnen worden. In het praktijkonderwijs is het rekenen vaak wel gekoppeld aan praktische zaken zoals rekenen met geld, meten, enz. Sinds RME (realistisch wiskundeonderwijs – realistic mathematics education), ontwikkeld in Nederland bij het Freudenthal Instituut, ligt hier een grote nadruk op in Nederland. In regulier VO zien we nog veel te veel voorbeelden van pseudo-realistische contexten die niet bijdragen aan de betekenis van of het inzicht in rekenen-wiskunde.
Ontwerpend leren	1,7 (5)	2,0 (2)	1,0 (1)	Dit is een praktijk die ik niet vaak tegenkom en als ik het zie is dat in de bovenbouw havo/vwo bv in een technasium. Docenten in Nederland betrekken leerlingen over het algemeen veel bij de uitleg. Leerlingen doen aan “guided reinvention”, waarbij ze meedenken over hoe het probleem opgelost kan worden en het dus niet zomaar voorgeschoteld krijgen.

Projectgestuurd onderwijs	1,4 (5)	1,5 (2)	2,0 (1)	Projectgestuurd onderwijs wordt hier geïnterpreteerd als werkvorm. In die zin komt het op beperkte schaal voor (bijv. eens per jaar een project rond meetkunde of statistiek). Als onderwijsbenadering komt het m.i. niet-nauwelijks voor in het vo (wel in het ho). Er zijn scholen die projectweken kennen, waarbij leerlingen gezamenlijk werken aan een vakoverstijgend project. Het gaat daarbij vooral om het gebruiken van wiskundekennis in het betreffende project en daarmee ervaring opdoen. In de onderbouw (en in het algemeen) zien we weinig praktijken waarin kritisch denken en echt diepgaand begrijpen van problemen gestimuleerd wordt. We zien dat vaker in de bovenbouw en/of bij voorbereiding van olympiades bv. Daadwerkelijk "projectgestuurd" onderwijs zie ik niet veel in de reken- of wiskundeles. Werkvormen waarbij "leerlingen actief bezig zijn en waarbij de focus ligt op het kritisch denken en het conceptueel begrijpen van problemen" zie ik wel regelmatig, maar niet in de vorm van projecten. Ik vind de definitie hier daarom dit wat vreemd.
Leerlinggerichte instructie	2,0 (6)	2,7 (3)	2,5 (2)	Komt soms voor in de vorm van zogeheten 'denkopgaven' of iets van die strekking, maar vormt niet de kern van het wiskundeonderwijs. Over het algemeen kunnen leraren in het vo beter afstemmen op de behoeften van de leerlingen. Docenten proberen vaak wel rekening te houden met de voorkennis waarvan ze denken dat leerlingen die hebben, maar het in kaart brengen van de daadwerkelijke voorkennis van de specifieke leerlingen die op dat moment voor hen zitten gebeurt lang niet altijd. Ik denk dat iedere docent hier wel naar streeft maar dat de praktijk weerbarstig is.
(Meta) Cognitieve strategieën voor het oplossen van woordproblemen	2,1 (6)	2,7 (3)	3,0 (2)	In pro en vso wordt denk ik wel veel aandacht besteed aan het lezen van een talige opdracht en hoe je daar getallen en bewerkingen uit kunt destilleren. Volgens mij leren de meeste docenten leerlingen vrij systematisch aan op welke manier ze een probleem (som/opgave) kunnen aanpakken en stapsgewijs oplossen. Het gebeurt niet vaak dat er complexe problemen aan de orde zijn – dus als dat bedoeld wordt, zijn mijn antwoorden te positief. Als het gaat om standaard-woordproblemen wordt het drieslagmodel (met de bijbehorende vertaalcirkel) veel gebruikt. Non-routine problemen komen in het huidige reken-wiskundeonderwijs nauwelijks voor. Ik heb het idee dat de focus in het onderwijs in Nederland toch vooral ligt op het reproduceren van technieken en het leren hoe bepaalde opgaven opgelost moeten worden. Sommige docenten zullen wel enigszins een poging doen om leerlingen te laten nadenken over hoe je een probleem aanpakt, maar heel veel zie ik dat niet. Ik vermoed dat de intentie er wel is, maar dat (te) veel aandacht en energie gaan zitten in de uitvoering van standaard procedures.

Wiskundig modelleren en simulaties	1,7 (6)	1,0 (3)	1,0 (2)	Als we kijken naar de modelleercyclus zoals die bijvoorbeeld beschreven wordt in het handboek wiskundedidactiek, dan denk ik dat dat in het VO slechts weinig in volledigheid aan bod komt. Met name het conceptualiseren wordt vrijwel altijd al voor ze gedaan, dus een conceptueel model wordt altijd al gegeven. Hooguit moet er dan nog gemathematiseerd worden, maar ook dat is vaak beperkt. Het interpreteren van een oplossing komt nog wel eens voor, maar ook beperkt. Ik denk dat dit vaak hoog gegrepen is, en dat het gevaar van (te grote) vereenvoudiging op de loer ligt. Bij wiskunde A in de bovenbouw (niet waar het hier om gaat, maar waar de onderbouw wel op voorbereidt) wordt het model in feite vaak al gegeven, en dan blijft er van zelf modelleren weinig meer over. De onderbouw wiskunde dag is wel een mooi voorbeeld.
Flipped Classroom	1,5 (6)	1,3 (3)	1,5 (2)	Ik vermoed dat in COVID lockdown periodes hiermee veel meer ervaring is opgedaan en dat is goed. Die ervaringen worden vermoedelijk ook meegenomen naar de huidige praktijk.
Computerondersteund samenwerkend leren	1,5 (6)	2,0 (3)	2,5 (2)	Ik denk dat dit nauwelijks gebeurt, al heeft, net als bij de vorige vraag, Corona dit mogelijk wel een zetje gegeven.
Game-Based Learning	1,2 (6)	1,3 (3)	1,5 (2)	
(Peer) Tutoring	1,8 (5)	1,0 (2)	1,0 (1)	Gebeurt regelmatig in de klas, maar wordt niet georganiseerd. Tutoring door docenten komt veel voor (zeker sinds NPO). Ook peer tutoring komt veel voor op kleine schaal, doordat leerlingen meestal in duo's (en soms in groepjes) zitten en zo regelmatig elkaar helpen.
ARCS-model	1,3 (3)	1,0 (1)	-	
Schrijven om te leren	2,0 (4)	1,0 (2)	1,0 (1)	Het uitschrijven van een uitwerking of oplossingswijze wordt bijna altijd van leerlingen vereist, ook in de wiskunde-examens. Leraren hechten hier sterk aan. Veel leraren laten leerlingen notities maken om de lesstof beter te kunnen onthouden.
Visuele materialen	2,5 (6)	2,7 (3)	3,0 (2)	Gebeurt mondjesmaat en ten hoogste als opmaat voor een instructie op formeel niveau. Leraren in het vo stappen al gauw naar formeel of abstract niveau. Dit vormt een van de bronnen van aansluitingsproblemen met het primair onderwijs. Ik denk dat visualisatie al best veel en goed worden gebruikt, maar dat kan natuurlijk altijd beter.

* aantal gegeven antwoorden staan tussen haakjes aangegeven

4.3.3 Samenvatting bevindingen expertbevraging uitkomsten review

Hieronder staan de kenmerken die door de experts belangrijk worden gevonden (gemiddelde score 3 of hoger) voor het Nederlandse onderwijs. Voor elk belangrijk gevonden kenmerk is vervolgens weergegeven of deze ook voorkomt in de onderbouw van het Nederlandse onderwijs (gemiddelde score van 2 of hoger).

Uiteindelijk zijn er vijf kenmerken, waarvan experts aangegeven hebben dat zij van belang zijn én in beperkte mate of veel voorkomen in het Nederlandse onderwijs (Tabel 13). Dit zijn (adaptieve) leer- en begeleidingssystemen, realistisch rekenen, leerlinggerichte instructie, (meta) cognitieve strategieën voor het oplossen van woordproblemen en visuele materialen. Aan leerlinggerichte instructie en het gebruik van visuele materialen wordt het meeste belang gehecht.

Tabel 13

Kenmerken van het onderwijsleerproces die volgens experts belangrijk zijn en voorkomen in het v(s)o.

Belangrijk volgens experts	Komt voor
(Adaptieve) leer- en begeleidingssystemen (voornamelijk PRO, VSO en VMBO)	VO en PRO
Realistisch rekenen (voornamelijk pro, maar realistisch rekenen in de Nederlandse definitie is voor alle onderwijstypen van belang)	VO en PRO
Ontwerpend leren	nauwelijks
Leerlinggerichte instructie	VO, PRO en VSO
(Meta) Cognitieve strategieën voor het oplossen van woordproblemen (alleen vo, interpretatie van welke strategieën dit behelst verschilt tussen experts)	VO, PRO en VSO
Wiskundig modelleren en simulaties (alleen vo)	nauwelijks
Visuele materialen	VO, PRO en VSO

4.3.4 Andere genoemde kenmerken die volgens experts van belang zijn

Tot slot is aan de experts gevraagd of zij nog andere kenmerken kunnen benoemen, die mogelijk relevant zijn voor het prestatieniveau van leerlingen in rekenen en wiskunde in de onderbouw van het V(S)O.
Door twee van de experts wordt verwezen naar beïnvloedbare kenmerken die in internationale studies naar leerlingprestaties, zoals PISA-2012 en TIMSS, samen lijken te hangen met reken- en wiskundeprestaties.
Eén expert verwijst verder naar factoren die uit reviews naar onderwijseffectiviteit in het algemeen (dus niet alleen gericht op reken- en wiskundeprestaties) naar voren zijn gekomen.

In deze review zijn geen kenmerken gevonden op het niveau van de leerkracht. Volgens experts zijn de kenmerken van "goed lesgeven" en de kwaliteit van leerkrachten wel degelijk erg belangrijk. Meer specifiek wordt verwezen naar:

- *teacher noticing* (het waarnemen, interpreteren en beslissen van de leraar tijdens het onderwijsproces)
- hoge verwachtingen hebben van leerlingen
- kennis hebben over de potentie van leerlingen

Op niveau van de les worden nog genoemd:

- de kwaliteit van de leermiddelen (inclusief technische hulpmiddelen)
- het beeld of de uitstraling van het vak
- variatie van werk- en toetsvormen
- directe instructie

Deze suggesties zijn deels onderbouwd door middel van de volgende literatuurverwijzingen:

Blömeke S., Jentsch, A., Ross, N., Kaiser, G. & König, J. (2022). Opening up the black box: Teacher competence, instructional quality, and students' learning progress. *Learning and Instruction*, *79* (101600). https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2022.101600

Dindyal, J., Schack, E. O., Choy, B. H., & Sherin, M. G. (2021). Exploring the terrains of mathematics teacher noticing. *ZDM – Mathematics Education*, *53*, 1–16. https://doi.org/10.1007/s11858-021-01249-y

Drijvers, P. (2011). Wat bedoelen ze toch met... realistisch? *Wiskrant,* 31*(1)*. Retrieved from https://www.fi.uu.nl/wiskrant/artikelen/311/311september_drijvers.pdf

Drijvers, P. (2018). Digital assessment of mathematics: opportunities, issues and criteria. *Mesure et Évaluation en Éducation, 41*(1), 41–66. https://doi.org/10.7202/1055896ar

Inspectie van het Onderwijs (2019). *Reken-en wiskundeonderwijs aan (potentieel) hoogpresterende leerlingen*. Retrieved from https://www.onderwijsinspectie.nl/documenten/themarapporten/2019/04/10/themaonderzoek-reken--en-wiskundeonderwijs-aan-potentieel-hoogpresterende-leerlingen

Jacobs, V. R., Lamb, L., & Philipp, R. A. (2010). Professional noticing of children's mathematical thinking. *Journal for Research in Mathematics Education*, *41*(2), 169–202.

Royal Netherlands Academy of Arts and Sciences KNAW. (2009). Rekenonderwijs op de basisschool. Analyse en sleutels tot verbetering. Retrieved from https://www.knaw.nl/publicaties/rekenonderwijs-op-de-basisschool.

Scheerens, J., Veldkamp, B, & Meelissen, M. (2021). Onderzoek naar hefbomen voor kwaliteitsverbetering in het onderwijs. Oberon: Utrecht

5. BEPERKINGEN, OPBRENGSTEN EN CONCLUSIE

5.1 BEPERKINGEN

Deze studie had als doel om de effectieve kenmerken van het wiskunde- onderwijsleerproces in het voortgezet (speciaal) onderwijs in kaart te brengen. Dit addendum beperkte zich tot een review van meta-analyses en systematische reviews. Deze kunnen resulteren in betrouwbare schattingen van de invloed van een kenmerk omdat deze middels meerdere individuele studies die verzameld en gecombineerd zijn (Fagard et al., 1996; Stone & Rosopa, 2017). Het verzamelen van specifieke informatie over de condities voorwaardelijk voor het succes van een interventie of onderwijskenmerk -voor zover de metastudies daar zelf geen expliciete informatie over gaven-, viel echter buiten de kaders van deze review. Waar mogelijk is informatie over de intensiteit toegevoegd (zoals hoe vaak en hoe lang de interventie moet worden geïmplementeerd om effect te hebben), maar informatie over de kwaliteit van de uitvoering van de interventie (zoals de kwaliteitseisen waaraan software moet voldoen of de vaardigheden die de docent of 'peer-' leerling moet beschikken), en de vraag of de interventie of onderwijskenmerk voor alle onderzochte leerlingen wel het beoogde effect heeft, kon in deze review niet expliciet worden meegenomen. Zoals enkele experts terecht hebben opgemerkt is er te weinig informatie beschikbaar over het effect van deze kenmerken tegen de achtergrond van niet-beïnvloedbare, relevante leerling-, leerkracht- en schoolkenmerken.

Een verdere belangrijke beperking van deze review is *publication bias*. Kenmerken of interventies die geen effect hebben dan wel niet samenhangen met leerlingprestaties hebben minder kans om te worden gepubliceerd. Daarnaast spelen hier ook de interesses van het onderzoeksveld een rol (door een van de experts aangeduid als 'mode-gevoelig'). Een meta-studie heeft alleen zin als er meerdere publicaties over een bepaald onderwerp zijn gepubliceerd. Zo bleek er relatief veel aandacht te zijn voor interventies en kenmerken waarbij gebruik wordt gemaakt van de mogelijkheden van technologie. In deze review is er alleen naar metastudies is gekeken die de afgelopen 10 jaar zijn verschenen, en daardoor is er een kans dat veelbelovende en voor het Nederlandse onderwijs mogelijk relevante kenmerken (zoals op niveau van de leerkracht, klas of school) buiten beschouwing zijn gebleven. Om dit deels te ondervangen zijn experts geraadpleegd of er belangrijke kenmerken ontbreken. Overigens heeft de eerdere review van Hickendorff et al. (2017) ook voor het voortgezet onderwijs wel kenmerken op de andere niveaus opgeleverd dan alleen op het niveau van de les en de leerling.

Tot slot zijn er in deze review alleen studies meegenomen die gepubliceerd zijn in *peer-reviewed* tijdschriften, ofwel tijdschriften waarbij collegiale toetsing heeft plaats gevonden. Desalniettemin is het niet zeker of de interventies of onderwijskenmerken die binnen een metastudie zijn meegenomen en waarvan bijvoorbeeld effectgroottes zijn gerapporteerd, in voldoende mate vergelijkbaar zijn. De beantwoording van de vraag in hoeverre de uitvoerders van de meta-analyses zich hebben gehouden aan de kwaliteitseisen, definities, inclusie- en exclusiecriteria die zij voor de selectie en beoordeling van de originele studies hebben opgesteld, viel buiten de kaders van deze literatuurreview.

5.2 OPBRENGSTEN EN CONCLUSIE

Uit de expertbevraging zijn vijf kenmerken naar voren gekomen, waarover de experts van mening zijn dat ze van belang zijn voor het Nederlandse onderwijs en ook in het Nederlandse onderwijs voorkomen. Deze kenmerken zouden in het volgende peilingsonderzoek meegenomen kunnen worden voor zowel het VO als het VSO. Deze kenmerken bevinden zich allemaal op het niveau van de les en dit zijn:

1. (adaptieve) leer- en begeleidingssystemen
2. realistisch rekenen
3. leerlinggerichte instructie
4. (meta) cognitieve strategieën
5. visuele materialen

De domeinbeschrijving van SLO beschrijft ook de toepassing van authentieke contexten, oefenprogramma's, en specifieke hulpmiddelen voor het VSO in het uitgevoerd curriculum (Sjoers et al., 2022), wat aansluit bij de bevindingen van deze studie met betrekking tot realistisch rekenen, (adaptieve) leer- en begeleidingssystemen en visuele materialen. Aan leerlinggerichte instructie en het gebruik van visuele materialen wordt het meeste belang gehecht door de experts en beide zijn ook belangrijk voor zowel het praktijkonderwijs als het VSO. Voor de volgende peiling voor rekenen en wiskunde in het VO wordt wel aangeraden om op basis van de gevonden studies en samen met experts de te meten kenmerken scherp te definiëren en te vertalen naar voor de leerkrachten en leerlingen herkenbare items in de vragenlijsten. Ook kan overwogen worden om bijvoorbeeld leerlinggerichte instructie, vanwege de complexiteit van dit begrip, onderdeel te laten zijn van een kwalitatieve

dataverzameling, waarbij bijvoorbeeld met interviews in kaart wordt gebracht in hoeverre en wat wiskundedocenten (kunnen) doen om hun instructie zoveel mogelijk te laten aansluiten bij de (voor)kennis en behoeften van individuele leerlingen.

Alhoewel er in deze literatuurstudie geen leerkrachtkenmerken naar voren zijn gekomen, onderschrijven de experts wel het belang van de leerkracht. Vanuit de experts werd bijvoorbeeld gesuggereerd dat '*teacher noticing'*, ofwel het waarnemen, interpreteren en beslissen van de leraar tijdens het onderwijsproces een aanvulling kan zijn voor dit niveau. Terwijl dit een veelbelovend fenomeen is waar veel onderzoek naar wordt gedaan, zijn er tot op heden weinig studies die de effecten van *teacher noticing* op de instructiekwaliteit en de leerlingprestaties hebben vastgesteld met uitzondering van de studie van Blömeke et al. (2022), welke ook door de expert werd benoemd.

Experts hebben verder verschillende suggesties gedaan voor andere kenmerken die meegenomen zouden kunnen worden in het volgende peilingsonderzoek. Een aantal van deze kenmerken die gemeten worden in internationale onderzoeken zoals PISA en TIMSS, almede 'directe instructie' zijn in het eerste peilingsonderzoek naar rekenen en wiskunde in het VO meegenomen. De uitkomsten van het eerste peilingsonderzoek zijn bekend bij de start van het tweede peilingsonderzoek. De resultaten van PISA-2022, met wiskunde als hoofddomein, worden eind 2023 gepubliceerd. Deze studies en algemene onderwijseffectiviteitsstudies zijn bruikbare bronnen om beïnvloedbare kenmerken te identificeren die (ook) van belang kunnen zijn voor de Nederlandse leerlingprestaties in rekenen en wiskunde.

6. REFERENTIES

Alegre-Ansuategui, F. J., Moliner, L., Lorenzo, G., & Maroto, A. (2017). Peer Tutoring and Academic Achievement in Mathematics: A Meta-Analysis. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, *14*. https://doi.org/10.12973/ejmste/79805

Alegre, F., Moliner, L., Maroto, A., & Lorenzo-Valentin, G. (2020). Academic Achievement and Peer Tutoring in Mathematics: A Comparison Between Primary and Secondary Education. *Sage Open*, *10*(2). https://doi.org/10.1177/2158244020929295

Ay Emanet, E., & Kezer, F. (2021). The Effects of Student-Centered Teaching Methods Used in Mathematics Courses on Mathematics Achievement, Attitude, and Anxiety: A Meta-Analysis Study. *Participatory Educational Research*, *8*(2), 240-259. https://doi.org/10.17275/per.21.38.8.2

Baş, G., Şentürk, C., & Cigerci, F. (2017). Homework and Academic Achievement: A Meta-Analytic Review of Research. *Issues in Educational Research*, *27*, 31-50.

Bicer, A., Chamberlin, S., & Perihan, C. (2021). A Meta-Analysis of the Relationship between Mathematics Achievement and Creativity. *Journal of Creative Behavior*, *55*(3), 569-590. https://doi.org/10.1002/jocb.474

Blank, R. K., & de las Alas, N. (2009). *The Effects of Teacher Professional Development on Gains in Student Achievement: How Meta Analysis Provides Scientific Evidence Useful to Education Leaders* (978-1-933757-09-4). Society for Research on Educational Effectiveness.

Blömeke, S., Jentsch, A., Ross, N., Kaiser, G., & König, J. (2022). Opening Up the Black Box: Teacher Competence, Instructional Quality, and Students' Learning Progress. *Learning and Instruction*, *79*, 101600. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2022.101600

Brumariu, L. E., Waslin, S. M., Gastelle, M., Kochendorfer, L. B., & Kerns, K. A. (2022). Anxiety, Academic Achievement, and Academic Self-Concept: Meta-Analytic Syntheses of Their Relations Across Developmental Periods. *Development and Psychopathology*. https://doi.org/10.1017/S0954579422000323

Brunmair, M., & Richter, T. (2019). Similarity Matters: A Meta-Analysis of Interleaved Learning and its Moderators. *Psychological Bulletin*, *145*. https://doi.org/10.1037/bul0000209

Camacho-Morles, J., Slemp, G. R., Pekrun, R., Loderer, K., Hou, H. C., & Oades, L. G. (2021). Activity Achievement Emotions and Academic Performance: A Meta-analysis. *Educational Psychology Review*, *33*(3), 1051-1095. https://doi.org/10.1007/s10648-020-09585-3

Capar, G., & Tarım, K. (2015). Efficacy of the Cooperative Learning Method on Mathematics Achievement and Attitude: A Meta-Analysis Research. *Educational Sciences: Theory & Practice*, *15*. https://doi.org/10.12738/estp.2015.2.2098

Carbonneau, K., Marley, S., & Selig, J. (2013). A Meta-Analysis of the Efficacy of Teaching Mathematics With Concrete Manipulatives. *Journal of Educational Psychology*, *105*. https://doi.org/10.1037/a0031084

Chauhan, S. (2017). A Meta-Analysis of the Impact of Technology on Learning Effectiveness of Elementary Students. *Computers & Education*, *105*, 14-30. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.compedu.2016.11.005

Chen, C.-H., Shih, C.-C., & Law, V. (2020). The effects of competition in digital game-based learning (DGBL): A meta-analysis. *Educational Technology Research and Development*, *68*(4), 1855-1873. https://doi.org/10.1007/s11423-020-09794-1

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*, 71-81. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.edurev.2018.11.001

Cheung, A., & Slavin, R. (2013). The Effectiveness of Educational Technology Applications for Enhancing Mathematics Achievement in K-12 Classrooms: A Meta-Analysis. *Educational Research Review*, *9*, 88–113. https://doi.org/10.1016/j.edurev.2013.01.001

Çiftçi, Ş., & Yıldız, 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*, 683-694. https://doi.org/10.29333/iji.2019.12243a

Cohen, J. (1998). *Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences* (2nd ed.). Routledge. https://doi.org/https://doi.org/10.4324/9780203771587

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*, 56-72. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.edurev.2017.12.001

Covidence. (n.d.). *Covidence Systematic Review Software*. Veritas Health Innovation, Melbourne, Australia. Available at www.covidence.org.

Danişman, Ş., Guler, M., & Karadağ, E. (2020). The Effect of Teacher Characteristics on Student Achievement: A Meta-Analysis Study. https://doi.org/10.15516/cje.v21i4.3322

Deeks, J. J., Higgins, J. P. T., & Altman, D. G. (2019). Analysing Data and Undertaking Meta-Analyses. In Higgins J. P. T., Thomas J., Chandler J., Cumpston M., Li T., Page M. J., & Welch V. A. (Eds.), *Cochrane Handbook for Systematic*

Reviews of Interventions (pp. 241-284). Version 6.3 (updated February 2022). Cochrane, 2022. https://doi.org/https://doi.org/10.1002/9781119536604.ch10
Delen, I., & Sen, S. (2022). Effect of Design-Based Learning on Achievement in K-12 Education: A Meta-Analysis. *Journal of Research in Science Teaching*, 27. https://doi.org/10.1002/tea.21800
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*, 31-54. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.edurev.2018.02.002
Donnelly-Hermosillo, D. F., Gerard, L. F., & Linn, M. C. (2020). Impact of Graph Technologies in K-12 Science and Mathematics Education [Article]. *Computers & Education*, *146*, 32, Article 103748. https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.103748
Elhusseini, S. A., Tischner, C. M., Aspiranti, K. B., & Fedewa, A. L. (2022). A Quantitative Review of the Effects of Self-Regulation Interventions on Primary and Secondary Student Academic Achievement. *Metacognition and Learning*, 23. https://doi.org/10.1007/s11409-022-09311-0
Fagard, R. H., Staessen, J. A., & Thijs, L. (1996). Advantages and Disadvantages of the Meta-Analysis Approach. *Journal of Hypertension.*, *14*(2). https://doi.org/10.1097/00004872-199609002-00004
Flore, P. C., & Wicherts, J. M. (2015). Does Stereotype Threat Influence Performance of Girls in Stereotyped Domains? A Meta-Analysis. *Journal of School Psychology*, *53*(1), 25-44. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jsp.2014.10.002
Fyfe, E., & Brown, S. (2017). Feedback Influences Children's Reasoning About Math Equivalence: A Meta-Analytic Review. *Thinking & Reasoning*, 1-22. https://doi.org/10.1080/13546783.2017.1359208
Goksu, I., & Islam Bolat, Y. (2021). Does the ARCS Motivational Model Affect Students' Achievement and Motivation? A Meta-Analysis. *Review of Education*, *9*(1), 27-52. https://doi.org/ Https://doi.org/10.1002/rev3.3231
Graham, S., Kiuhara, S. A., & MacKay, M. (2020). The Effects of Writing on Learning in Science, Social Studies, and Mathematics: A Meta-Analysis. *Review of Educational Research*, *90*(2), 179-226, Article 0034654320914744. https://doi.org/10.3102/0034654320914744
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*. https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2019.e01726
Hickendorff, M. (2020). Addendum Rapport Rekenen op de Basisschool: Review van de Samenhang Tussen Beïnvloedbare Factoren in het Onderwijsleerproces en de Rekenwiskundeprestaties van Basisschoolleerlingen. *Universiteit Leiden, Instituut Pedagogische Wetenschappen, afdeling Onderwijswetenschappen*. Retrieved from https://www.nro.nl/sites/nro/files/migrate/Rekenen-op-de-basisschool-review-405-17-920.pdf
Hickendorff, M., 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 Beïnvloedbare Factoren in het Onderwijsleerproces en de Rekenwiskundeprestaties van Basisschoolleerlingen. *Universiteit Leiden, Instituut Pedagogische Wetenschappen, afdeling Onderwijswetenschappen*. Retrieved from https://www.nro.nl/sites/nro/files/migrate/Rekenen-op-de-basisschool-review-405-17-920.pdf
Higgins, K., Huscroft-D'Angelo, J., & Crawford, L. (2017). 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., Hampton, J., & Li, J. (2020). The Impact of Gamification in Educational Settings on Student Learning Outcomes: A Meta-Analysis. *Educational Technology Research and Development*, *68*(4), 1875-1901. https://doi.org/10.1007/s11423-020-09807-z
Hurley, M. (2010). Reviewing Integrated Science and Mathematics: The Search for Evidence and Definitions From New Perspectives. *School Science and Mathematics*, *101*, 259-268. https://doi.org/10.1111/j.1949-8594.2001.tb18028.x
Jitendra, A. K., Nelson, G., Pulles, S. M., Kiss, A. J., & Houseworth, J. (2016). Is Mathematical Representation of Problems an Evidence-Based Strategy for Students With Mathematics Difficulties? *Exceptional Children*, *83*(1), 8-25. https://doi.org/10.1177/0014402915625062
Johnson, D. W., Johnson, R. T., & Stanne, M. B. (2000). Cooperative Learning Methods: A Meta-Analysis. *University of Minnesota, Minneapolis: Cooperative Learning Center.* Retrieved from http://www.tablelearning.com/uploads/File/EXHIBIT-B.pdf
Juandi, D., Kusumah, Y. S., & Tamur, M. (2022). A Meta-Analysis of the Last Two Decades of Realistic Mathematics Education Approaches. *International Journal of Instruction*, *15*(1), 381-400. https://doi.org/10.29333/iji.2022.15122a
Kablan, Z. (2013). The Effectiveness Level of Material Use in Classroom Instruction: A Meta-analysis Study. *Educational Sciences: Theory and Practice*, *13*, 1638-1644. https://doi.org/10.12738/estp.2013.3.1692
Kingston, N., & Nash, B. (2011). Formative Assessment: A Meta-Analysis and a Call for Research. *Educational Measurement: Issues and Practice*, *30*. https://doi.org/10.1111/j.1745-3992.2011.00220.x
Lage, M. J., Platt, G. J., & Treglia, M. (2000). Inverting the Classroom: A Gateway to Creating an Inclusive Learning Environment. *The Journal of Economic Education*, *31*(1), 30-43. https://doi.org/10.2307/1183338

Lee, H., Chung, H., 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*, 124-140. https://doi.org/10.1080/08957347.2020.1732383

Lei, H., Chiu, M. M., Li, F., Wang, X., & Geng, Y. J. (2020). Computational thinking and academic achievement: A meta-analysis among students. *Children and Youth Services Review*, *118*, 8, Article 105439. https://doi.org/10.1016/j.childyouth.2020.105439

Leung, K. (2015). Preliminary Empirical Model of Crucial Determinants of Best Practice for Peer Tutoring on Academic Achievement. *Journal of Educational Psychology*, *107*, 558-579. https://doi.org/10.1037/a0037698

Leung, K. C. (2019). An Updated Meta-Analysis on the Effect of Peer Tutoring on Tutors' Achievement. *School Psychology International*, *40*(2), 200-214. http://dx.doi.org/10.1177/0143034318808832

Li, Q., & Ma, X. (2010). A Meta-Analysis of the Effects of Computer Technology on School Students' Mathematics Learning. *Educational Psychology Review*, *22*, 215-243. https://doi.org/10.1007/s10648-010-9125-8

Li, T., Vedula, S. S., Hadar, N., Parkin, C., Lau, J., & Dickersin, K. (2015). Innovations in Data Collection, Management, and Archiving for Systematic Reviews. *Ann Intern Med*, *162*(4), 287-294. https://doi.org/10.7326/m14-1603

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*, *41*(3), 260-293. https://doi.org/10.3102/0162373719849044

McClendon Patrick, S. (2013). *A Meta-Analysis of Dissertation Research on the Relationship between Professional Learning Community Implementation and Student Achievement* The University of Alabama].

Myers, J. A., Brownell, M. T., Griffin, C. C., Hughes, E. M., Witzel, B. S., Gage, N. A., Peyton, D., Acosta, K., & Wang, J. (2021). Mathematics Interventions for Adolescents with Mathematics Difficulties: A Meta-Analysis. *Learning Disabilities Research and Practice*, *36*(2), 145-166. https://doi.org/10.1111/ldrp.12244

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*, *89*(3), 459-496. https://doi.org/10.3102/0034654319843494

Nickow, A., Oreopoulos, P., Quan, V., & National Bureau of Economic, R. (2020). *The Impressive Effects of Tutoring on PreK-12 Learning: A Systematic Review and Meta-Analysis of the Experimental Evidence.*

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

Pigott, T. D., & Polanin, J. R. (2019). Methodological Guidance Paper: High-Quality Meta-Analysis in a Systematic Review. *Review of Educational Research*, *90*(1), 24-46. https://doi.org/10.3102/0034654319877153

Ran, H., Kasli, M., & Secada, W. G. (2021). A Meta-Analysis on Computer Technology Intervention Effects on Mathematics Achievement for Low-Performing Students in K-12 Classrooms. *Journal of Educational Computing Research*, *59*(1), 119-153. https://doi.org/10.1177/0735633120952063

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

Şad, S. N., Kış, A., & Demir, M. (2016). A Meta-Analysis of the Effect of Contemporary Learning Approaches on Students' Mathematics Achievement. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, *32*. https://doi.org/10.16986/HUJE.2016017222

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*, 22-31. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.tine.2018.07.003

Schroeder, N. L., Nesbit, J. C., Anguiano, C. J., & Adesope, O. O. (2018). Studying and Constructing Concept Maps: a Meta-Analysis. *Educational Psychology Review*, *30*(2), 431-455. https://doi.org/10.1007/s10648-017-9403-9

Shenderovich, Y., Thurston, A., & Miller, S. (2015). Cross-Age Tutoring in Kindergarten and Elementary School Settings: A Systematic Review and Meta-Analysis. *International Journal of Educational Research*, *76*. https://doi.org/10.1016/j.ijer.2015.03.007

Shi, Y., Yang, H., Zhang, J., Wang, S., & Yang, H. H. (2019, 2-4 July 2019). The Effects of Interactive Whiteboard-Based Classroom Instruction on Students' Cognitive Learning Outcomes: A Meta-Analysis. 2019 International Symposium on Educational Technology (ISET),

Siregar, N. C., Rosli, R., Maat, S. M., & Capraro, M. M. (2020). The Effect of Science, Technology, Engineering and Mathematics (STEM) Program on Students' Achievement in Mathematics: A Meta-Analysis. *International Electronic Journal of Mathematics Education*, *15*(1).

Sjoers, S., Schmidt, V., & van der Laan, A. (2022). Rekenen en wiskunde onderbouw vo & vso vervolgonderwijs. Domeinbeschrijving ten behoeve van peilingsonderzoek in 2025. *Amersfoort, SLO*.

Sokolowski, A. (2015). The Effects of Mathematical Modelling on Students' Achievement-Meta-Analysis of Research. *IAFOR Journal of Education*, *3*(1), 93-114. https://doi.org/10.22492/ije.3.1.06

Sokolowski, A., Li, Y., & Willson, V. (2015). The Effects of Using Exploratory Computerized Environments in Grades 1 to 8 Mathematics: A Meta-Analysis of Research. *International Journal of Stem Education*, *2*(1), 8. https://doi.org/10.1186/s40594-015-0022-z

Steenbergen-Hu, S., & Cooper, H. (2013). A Meta-Analysis of the Effectiveness of Intelligent Tutoring Systems on K-12 Students' Mathematical Learning. *Journal of Educational Psychology*, *105*, 970. https://doi.org/10.1037/a0032447

Stevens, E. A., Rodgers, M. A., & Powell, S. R. (2018). Mathematics Interventions for Upper Elementary and Secondary Students: A Meta-Analysis of Research. *Remedial and Special Education*, *39*(6), 327-340. https://doi.org/10.1177/0741932517731887

Stockard, J., Wood, T., Coughlin, C., & Khoury, C. (2018). The Effectiveness of Direct Instruction Curricula: A Meta-Analysis of a Half Century of Research. *Review of Educational Research*, *88*, 003465431775191. https://doi.org/10.3102/0034654317751919

Stone, D. L., & Rosopa, P. J. (2017). The Advantages and Limitations of Using Meta-analysis in Human Resource Management Research. *Human Resource Management Review*, *27*(1), 1-7. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.hrmr.2016.09.001

Talan, T. (2021). The Effect of Computer-Supported Collaborative Learning on Academic Achievement: A Meta-Analysis Study. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*, *9*(3), 426-448. https://doi.org/10.46328/ijemst.1243

Talsma, K., Schüz, B., Schwarzer, R., & Norris, K. (2018). I Believe, Therefore I Achieve (and Vice Cersa): A Meta-Analytic Cross-Lagged Panel Analysis of Self-Efficacy and Academic Performance. *Learning and Individual Differences*, *61*, 136-150. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.lindif.2017.11.015

Tingir, S., Cavlazoglu, B., Caliskan, O., Koklu, O., intepe tingir, S., & Koklu, O. (2017). Effects of Mobile Devices on K-12 Students' Achievement: A Meta-Analysis: Effects of Mobile Devices. *Journal of Computer Assisted Learning*, *33*. https://doi.org/10.1111/jcal.12184

Tokac, U., Novak, E., & Thompson, C. (2019). Effects of Game-Based Learning on Students' Mathematics Achievement: A Meta-Analysis. *Journal of Computer Assisted Learning*, *35*. https://doi.org/10.1111/jcal.12347

Tufanaru, C., Munn, Z., Stephenson, M., & Aromataris, E. (2015). Fixed or Random Effects Meta-Analysis? Common Methodological Issues in Systematic Reviews of Effectiveness. *International Journal of Evidence-Based Healthcare*, *13*(3), 196-207. https://doi.org/10.1097/XEB.0000000000000065

Van der Kleij, F. M., Feskens, R. C. W., & Eggen, T. J. H. M. (2015). Effects of Feedback in a Computer-Based Learning Environment on Students' Learning Outcomes: A Meta-Analysis. *Review of Educational Research*, *85*(4), 475-511. https://doi.org/10.3102/0034654314564881

Wagner, M., Gegenfurtner, A., & Urhahne, D. (2021). Effectiveness of the Flipped Classroom on Student Achievement in Secondary Education: A Meta-Analysis. *Zeitschrift Fur Padagogische Psychologie*, *35*(1), 11-31. https://doi.org/10.1024/1010-0652/a000274

Wang, M.-T., Guo, J., & Degol, J. L. (2020). The role of sociocultural factors in student achievement motivation: A cross-cultural review. *Adolescent Research Review*, *5*(4), 435-450. https://doi.org/10.1007/s40894-019-00124-y

Wen, R., & Dubé, A. K. (2022). A Systematic Review of Secondary Students' Attitudes Towards Mathematics and its Relations With Mathematics Achievement. *Journal of Numerical Cognition*, *8*(2), 295-325. https://doi.org/10.5964/jnc.7937

Yildirim Yakar, Z. (2021). The Effect of Flipped Learning Model on Primary and Secondary School Students' Mathematics Achievement: A Meta-Analysis Study. *Cukurova University Faculty of Education Journal*, *50*(2), 1329-1366. https://doi.org/10.14812/cufej.865337

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*. 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*, Article 1613. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.01613

7. APPENDICES

7.1 APPENDIX A: VO ARTIKELEN UIT RAPPORT HICKENDORFF ET AL. (2017)

Informatie uit de review								**Toevoeging/ aanpassing**
Factoren op niveau van de	**Categorie**	**Beïnvloedbare factor**	**Studie**	**Aantal studies in VO**	**Uitkomst-maat**	**Effectgrootte uit review 2017**	**Uitgesplitst naar**	**Toevoeging/ aanpassing**
Les	Instructie- en werkvormen	Moderne Instructievormen	(Şad et al., 2016)	Middelbare school = 28	Rekenprestaties	Methode: Samenwerkend leren: *ES* = 0.72 Meervoudige intelligentie theorie: *ES* = 0.98 Probleemgestuurd leren: *ES* = 0.94 Constructivistisch leren: *ES* = 1.29	Groepsgrootte: *ES* = -0.04	
Les	Instructie- en werkvormen	Samenwerkend leren versus competitief en individueel leren	(Johnson et al., 2000)	Onderbouw = 32 Bovenbouw = 17	Algemene leerprestaties	-	Constructive/academic controversy: - vs. comp.: *ES* = 0.67* - vs. ind.: *ES* = 0.91 Cooperative integrated reading and composition: - vs. comp.: *ES* = 0.18 - vs. ind.: *ES* = 0.18 Group investigation: - vs. comp.: *ES* = 0.37 - vs. ind.: *ES* = 0.62 Jigsaw:	

							- vs. comp.: *ES* = 0.29 - vs. ind.: *ES* = 0.13 <u>Learning together:</u> - vs. comp.: *ES* = 0.85** - vs. ind: *ES* = 1.04*** <u>Student teams achievement divisions:</u> - vs. comp.: *ES* = 0.51 - vs. ind.: *ES* = 0.29 <u>Teams-games-tournaments:</u> - vs. comp.: *ES* = 0.48 - vs. ind.: *ES* = 0.58 <u>Team assisted individualization:</u> - vs. comp.: *ES* = 0.25 - vs. ind.: *ES* = 0.33	
Les	Instructie- en werkvormen	Coöperatieve werkvormen	(Capar & Tarım, 2015)	Middelbare school = 11 Hoge school = 8	Rekenprestaties	-	<u>Onderwijsniveau:</u> - Basisonderwijs: *ES* = 0.50 <u>Werkvorm:</u> - Samen Leren: *ES* = 0.95 - Ongestructureerd: *ES* = 0.91 - Heterogene groepjes op leerniveau: *ES* = 0.71	<u>Onderwijsniveau</u> - Middelbare school: *ES* = 0.30 - Hoge school: *ES* = 0.54
Les	Instructie- en werkvormen	*Peer tutoring*	(Shenderovich et al., 2015)	1	Rekenprestaties	*ES* = -0.02		
Les	Instructie- en werkvormen	*Peer tutoring*	(Leung, 2015)	Middelbare school = 12	Algemene leerprestaties	*ES* = 0.36****	<u>Vorm:</u> - Gestructureerde peer *tutoring*: *ES* = 0.53 - Ongestructureerde peer *tutoring*: *ES* = 0.33	<u>Onderwijsniveau:</u> Middelbare school: *ES* = 0.61 (ns) <u>Vakgebied:</u> - Reken- en wiskunde: *ES* = 0.53 (ns)
Les	Hulpmiddelen	Educatieve technologische applicaties	(Cheung & Slavin, 2013)	Middelbare school = 29	Rekenprestaties	*ES* = 0.16	<u>Applicatietype</u>: - CAI: *ES* = 0.19 - CML: *ES* = 0.09	<u>Onderwijsniveau:</u> Middelbare school: *ES* = 0.14

							- Comprehensive: *ES* = 0.06 Duur: - <30 minuten per week: *ES* = 0.06 (ns) - 30-75 minuten per week: *ES* = 0.20 - >75 minuten per week: *ES* = 0.14 Onderwijsniveau: - Basisonderwijs: *ES* = 0.78 - Voortgezet onderwijs: *ES* = 0.61 Duur: - 1 semester: *ES* = 0.88 - 1 semester tot 1 jaar: *ES* = 0.57 - langer dan 1 jaar: *ES* = 0.55 Instructiemethode: - Traditioneel: *ES* = 0.62 - Constructivistisch: *ES* = 1.29 type: - Tutorial: *ES* = 0.68 - Communicatiemedia: *ES* = 0.39 - Exploratieve leeromgeving: *ES* = 1.32 - Tools: *ES* = 0.54 Onderzoeksdesign: - Experimenteel: *ES* = 0.42 - Quasi-experimenteel: *ES* = 0.80 Publicatie:
Les	Hulpmiddelen	Computer technologie	(Li & Ma, 2010)	37	Rekenprestaties	*ES* = 0.28 (ns)	

Les	Hulpmiddelen	Exploratory computerized environments (ECE)	(Sokolowski et al., 2015)	Onderbouw = 9	Rekenprestaties	*ES* = 0.60	- Voor 1999: *ES* = 0.99 - Na 1999: *ES* = 0.42 <u>Groep</u>: - Groep 3-5: *ES* = 0.61 - Groep 6-7: *ES* = 0.41 - Groep 8 en eerste klassen - Voortgezet onderwijs: *ES* = 0.65 <u>Ondersteuning</u>: - Exploratie: *ES* = 0.62 - Probleem oplossen: *ES* = 0.54 <u>Domein</u>: - Geometrie: *ES* = 0.67 - Algebra: *ES* = 0.61 <u>Ondersteuningsvorm</u>: - Begeleid door de leerkracht: *ES* = 0.75 - Computerondersteuning: *ES* = 0.61. <u>Duur</u>: - Kort: *ES* = 0.47 - Gemiddeld (2-5 weken): *ES* = 0.63 - Lang: *ES* = 0.62	
Les	Hulpmiddelen	Intelligent Tutoring Systems (ITS)	(Steenbergen-Hu & Cooper, 2013)	Onderbouw = 6 Bovenbouw = 14	Rekenprestaties	*ES* = 0.01	<u>Domein</u>: - Basiswiskunde: *ES* = 0.11 - Algebra: *ES* = -0.03 <u>Duur</u>: - Minder dan 1 semester: *ES* = 0.52 - 1 semester: *ES* = 0.06 - 1 schooljaar of langer: *ES* = -0.08	<u>Onderwijsniveau:</u> Onderbouw: *ES* = -0.001 Bovenbouw: *ES* = 0.06

Les	Hulpmiddelen	Mobiele apparaten	(Tingir et al., 2017)	Onderbouw = 2 Bovenbouw = 4	Prestaties op rekenen, lezen en *science*	*ES* = 0.48	<u>Type apparaat</u> - Tablet: *ES* = 0.34 - PDA: *ES* = 0.61 - smartphone: *ES* = 0.45 - mobiel apparaat: *ES* = 0.54 <u>Schoolvak</u> - Rekenen: *ES* = 0.16 - *Science*: *ES* = 0.53 - Lezen: *ES* = 0.67 <u>Schoolniveau</u> - Basisschool: *ES* = 0.55 - Onderbouw: *ES* = 0.43 - Bovenbouw: *ES* = 0.28 <u>Design onderzoek</u> - Experimenteel: *ES* = 0.63 - Quasi-experimenteel: *ES* = 0.42
Les	Hulpmiddelen	Combinatie van niet-technologische hulpmiddelen	(Kablan, 2013)	Middelbare school = 16	Algemene schoolprestaties	*ES* = 1.27	
Les	Hulpmiddelen	Gebruik van driedimensionale materialen	(Carbonneau et al., 2013)	Formele ontwikkelingsfase (= leeftijd 12+) = 7	Algemene rekenprestaties	*ES* = 0.37	<u>Instructiebegeleiding:</u> - Veel: *ES* = 0.46 - Weinig: *ES* = 0.29 <u>Onderwerp</u>: - Decimale stelsel: *ES* = 0.58 - Bewerkingen: *ES* = 0.27 - Geometrie: *ES* = 0.37 - Breuken: *ES* = 0.69 - Algebra: *ES* = 0.21 <u>Ontwikkelingsfase</u>: - 3-6 jaar: *ES* = 0.33 - 7-11 jaar: *ES* = 0.45 - 12 jaar en ouder: *ES* = 0.16 <u>Instructietijd</u>: - ≤14 dagen: *ES* = 0.34

							- 15-45 dagen: *ES* = 0.45 - ≥46 dagen: *ES* = 0.14 (ns)	
Les	Hulpmiddelen	Construeren of bestuderen van concept maps	(Schroeder et al., 2018)	29	Algemene rekenprestaties	*ES* = 0.58	<u>Gebruiksduur</u>: - < 1 week: *ES* = 0.36 - 1-4 weken: *ES* = 0.68 - > 4 weken: *ES* = 0.72 - onbekend: *ES* = 0.06 (ns)	
Les	Hulpmiddelen	Bestuderen van concept maps	(Schroeder et al., 2018)	22	Algemene rekenprestaties	*ES* = 0.43	<u>Schoolniveau</u>: - Groep 6-2e klas: *ES* = 0.82 - 2e klas-6e klas: *ES* = 1.24 - Hoger onderwijs: *ES* = 0.32	
Les	Hulpmiddelen	Construeren van concept maps	(Schroeder et al., 2018)	7	Algemene rekenprestaties	*ES* = 0.72	<u>Gebruiksduur</u>: - < 1 week: *ES* = 0.36 - 1-4 weken: *ES* = 0.68 - > 4 weken: *ES* = 0.72 - Onbekend: *ES* = 0.06 (ns)	
Les	Toetsing	Formatieve toetsing	(Kingston & Nash, 2011)	8	Algemene schoolprestaties	*ES* = 0.20	<u>Verschillende vormen van formatieve toetsing:</u> - Toetssystemen geïntegreerd in het curriculum: *ES* = -0.05 (ns) - Overig (reflectie of gesprekken over de toets): *ES* = 0.10 (ns) - Gedetailleerde feedback: *ES* = 0.03 - Gecomputeriseerde toetssystemen: *ES* = 0.28 - Professionele ontwikkeling van docenten: *ES* = 0.30	<u>Vakgebied</u>: - Reken- en wiskunde: *ES* = 0.17 - Engels: *ES* = 0.32 - *Science: ES* = 0.09 <u>Onderwijsniveau</u>: - Groep 6: *ES* = 0.3 - Groep 7 tot 1e klas: *ES* = 0.3 - 2e en 3e klas: *ES* = 0.23 - 4e tot 6e klas: *ES* = 0.24

Les	Toetsing	Feedback aan leerlingen in digitale toetssystemen	(Van der Kleij et al., 2015)	6 studies (k = 12) in VO	Prestaties op verschillende uitkomsten	- Kennisgeving resultaten: *ES* = 0.05 (ns) - Kennisgeving van de correcte respons: *ES* = 0.33 (ns) - Uitgebreide feedback: *ES* = 0.49	<u>Moment van feedback</u> - Direct: *ES* = 0.46 - Uitgesteld: *ES* = 0.22 (ns) <u>Type vaardigheden:</u> - Lagere orde: *ES* = 0.31 - *ES* = 0.37 bij uitgebreide feedback - Hogere orde (bevat zowel lagere en hogere orde): *ES* = 0.59 - *ES* = 0.67 bij uitgebreide feedback <u>Onderwijsniveau</u>: - Universiteit: *ES* = 0.44 - Basis- en voortgezet onderwijs: *ES* = 0.34	<u>Vakgebied</u>: - *Social sciences:* *ES* = 0.46 - Reken- en wiskunde: *ES* = 0.93 - *Science: ES* = 0.40 - Taal: *ES* = 0.25
Les	Overige factoren	Vakintegratie	(Hurley, 2010)	Onderbouw = 2 Bovenbouw = 6	Rekenprestaties	*ES* = 0.07 (ns)	Studie in PO: *ES* = -0.13 (ns)	<u>Reken- en wiskunde</u>: - Onderbouw *ES* = 0.06 - Bovenbouw *ES* = 0.23 <u>*Science*</u>: - Onderbouw *ES* = 0.58 - Bovenbouw *ES* = 0.33
Les	Overige factoren	Vakintegratie	(Hurley, 2010)	29 (? In VO)	Rekenprestaties	*ES* = 0.27	<u>Niveau</u>: - Sequentieel niveau: *ES* = 0.85 - Parallel niveau: *ES* = -0.11 (ns) - Partieel niveau: *ES* = 0.13 (ns) - Benadrukt niveau: *ES* = 0.17 (ns)	

							- Totaal niveau: *ES* = 0.20 (ns) <u>Onderzoeksdesign</u>: - Voor- en nameting: *ES* = 0.21 - Alleen nameting: *ES* = 0.13 <u>Research design:</u> - Gerandomiseerd onderzoek met voor- en nameting en controlegroep: *ES* = 0.27 - Quasi-experimenteel onderzoek met voor- en nameting: *ES* = 0.17 <u>Mentorprogramma</u>: - Ja: *ES* = -0.19 (ns) - Nee: *ES* = 0.16 <u>Stage</u>: - Ja: *ES* = 0.21 (ns) - Nee: *ES* = 0.10	<u>Onderbouw:</u> - Voor- en nameting: *ES* = 0.01 - Alleen nameting: *ES* = 0.03
Leerkracht	Professionele ontwikkeling	Professionele ontwikkelingsactiviteiten	(Blank & de las Alas, 2009)		Rekenprestaties			
Leerkracht	Professionele ontwikkeling	Deelname leerkracht aan professionele leergemeenschap	(McClendon Patrick, 2013)	13 studies (? In VO)	Rekenprestaties leerlingen basis- en voortgezet onderwijs	<u>Composite meta-analyse</u>: *ES* = 0.32 <u>Summary meta-analyse:</u> *ES* = 0.06 (ns)		<u>Middelbare school: component professionele leergemeenschap:</u> - gedeelde en ondersteunende leiderschap: *ES* = 0.00 - gedeelde visie: *ES* = 0.15 - collectief leren: *ES* = 0.07 - structurele ondersteunende condities: *ES* = -0.02

Leerkracht	Overtuigingen	Stereotype threat	(Flore & Wicherts, 2015)	? in VO	Rekenprestaties	*ES* = -0.22

*_ES_ = 0.59; **_ES_ = 0.82; ***_ES_ = 1.03; ****_ES_=0.37

7.2 APPENDIX B: VO ARTIKELEN UIT ADDENDUM HICKENDORFF (2020)

Informatie uit de addendum				**Toevoeging**			
Factoren op niveau van de	**Categorie**	**Beïnvloedbare factor**	**Studie**	**Aantal studies**	**Uitkomstmaat**	**Effectgrootte**	**Uitgesplitst naar**
Les	Lesinhoud	Interleaving (vs. Blocking) van opgaven bij inductief leren	(Brunmair & Richter, 2019)	59	Inductief leren	*ES* = 0.42	Wiskundige taken: *ES* = 0.34
Les	Instructie- en werkvormen	Directe Instructie (Mastery Learning)	(Stockard et al., 2018)	269	Reken- en wiskundeprestatie	*ES* = 0.55	
Les	Instructie- en werkvormen	Peer tutoring (effect op tutee)	(Alegre-Ansuategui et al., 2017)	50	Reken- en wiskundeprestatie	*ES* = 0.33	<u>Onderwijsniveau</u>: - Kleuterschool: *ES* = 0.35 - Basisschool: *ES* = 0.42 - Middelbare school: *ES* = 0.30 - Universiteit: *ES* = 0.06
Les	Instructie- en werkvormen	Aanmoedigen self-explanation via prompts		64	Leerlingprestatie	*ES* = 0.55	<u>Vakgebied:</u> - Reken- en wiskunde: *ES* = 0.44 <u>Onderwijsniveau</u>: - Basisschool: *ES* = 0.48 - Middelbare school: *ES* = 0.43 - *Bachelor*: *ES* = 0.61 - Professionele programma's: *ES* = 0.68
Les	Instructie- en werkvormen	Peer tutoring (effect op tutor)	(Leung, 2019)	16	Academische leerlingprestatie	*ES* = 0.43	<u>Onderwijsniveau:</u> - Basisschool: *ES* = 0.38 - Middelbare school: *ES* = 0.59 - Hoger onderwijs/

							universiteit: *ES* = 0.25 Vakgebied: - Reken- en wiskunde: *ES* = 1.16
Les	Instructie- en werkvormen	Projectgestuurd leren	(Chen & Yang, 2019)	30	Academische leerlingprestatie	*ES* = 0.71	Onderwijsniveau: - Basisschool: *ES* = 0.73 - Middelbare school: *ES* = 0.68 - Hoger onderwijs/ universiteit: *ES* = 0.57 Vakgebied: - *Science* en reken- en wiskunde: *ES* = 0.64
Les	Instructie- en werkvormen	Schema-instructie (bij contextopgaven)	(Peltier & Vannest, 2017)	21	Probleemoplossend vermogen	Onmiddellijke probleemoplossing: *ES* = 1.57 Transfer van probleemoplossing: *ES* = 1.09	
Les	Hulpmiddelen	Technologie/ICT	(Hardman, 2019)	37	Reken- en wiskundeprestatie	NA	NA
Les	Hulpmiddelen	Technologie/ICT	(Chauhan, 2017)	122	Effectiviteit van leren	*ES* = 0,55	Vakgebied: - Reken- en wiskunde: *ES* = 0.47
Les	Hulpmiddelen	Technologie/ICT	(Young et al., 2018)	18	Reken- en wiskundeprestatie	NA	NA
Les	Hulpmiddelen	Technologie/ICT	(Higgins et al., 2017)	56	Academische leerlingprestatie	*ES* = 0.68	Domein: - Bewerkingen: *ES* = 0.82 - Algebra: *ES* = 0.14 - Geometrie: *ES* = 0.63 - Meerdere domeinen: *ES* = 0.65
Les	Hulpmiddelen	Interactieve whiteboards	(Shi et al., 2019)	23	Leerlingprestatie	*ES* = 0.65	Onderwijsniveau: - Kleuter- en basisschool: *ES* = 0.97 - Middelbare school: *ES* = 0.75

							- Hoger onderwijs: *ES* = 0.28
Les	Hulpmiddelen	Games/Gamification/Digital Game-Based Learning	(Huang et al., 2020)	30	Leerlingprestatie	*ES* = 0.464	<u>Vakgebied:</u> - Rekenen-wiskunde: *ES* = 0.226 <u>Onderwijsniveau:</u> - Basis- en middelbare school: *ES* = 0.306 - *Undergraduate students*: *ES* = 0.638 - *Graduate students*: *ES* = 0.856 - Gemengd hoger onderwijs: *ES* = 0.000 - Gemengd hoger onderwijs en basis- en middelbare school: *ES* = 0.205 - Hoger onderwijs (onbekend niveau): *ES* = 0.102
Les	Hulpmiddelen	Games/Gamification/Digital Game-Based Learning	(Tokac et al., 2019)	24	Reken- en wiskundeprestatie	*ES* = 0.13	<u>Onderwijsniveau:</u> - Kleuterschool: *ES* = 0.58 - Basisschool: *ES* = 0.13 - Middelbare school: *ES* = 0.05
Les	Hulpmiddelen	Games/Gamification/Digital Game-Based Learning	(Chen et al., 2020)	25	Leerlingprestatie	*ES* = 0.386	<u>Vakgebied:</u> - Reken- en wiskunde: *ES* = 0.634 <u>Onderwijsniveau:</u> - Basisschool: *ES* = 0.672 - Middelbare school: *ES* = 0.429 - Universiteit: *ES* = 0.146

Les	Formatieve toetsing en differentiatie	Formatieve toetsing	(Lee et al., 2020)	25	Leerlingprestatie	*ES* = 0.29	Vakgebied: - Reken- en wiskunde: *ES* = 0.34 Onderwijsniveau: - Onderbouw: *ES* = 0.29 - Bovenbouw: *ES* = 0.23
Les	Formatieve toetsing en differentiatie	Differentiatie: via computerprogramma of als onderdeel van breder (school)programma	(Deunk et al., 2018)	21	Academische leerlingprestatie	*ES* = 0.146	Ondersteunende context: - Computerondersteunde omgeving: *ES* = 0.290 - Bredere schoolhervorming: *ES* = 0.296
Les	Formatieve toetsing en differentiatie	Differentiatie in homogene niveaugroepen	(Deunk et al., 2018)	21	Academische leerlingprestatie	Geen significant effect.	
Les	Formatieve toetsing en differentiatie	Feedback	(Fyfe & Brown, 2017)	8	Reken- en wiskundig equivalentieredenering	Soort kennis: - Procedurele kennis: *ES* = -0.06 - Conceptuele kennis: *ES* = -0.05	
Les	Overig	Huiswerk	(Baş et al., 2017)	11	Academische leerlingprestatie	*ES* = 0.229	Onderwijsniveau: - Groep 2 tot groep 6: *ES* = 0.206 - Groep 7 tot 2e klas: *ES* = 0.412 - 3e klas of hoger: *ES* = 0.479
Leerkracht	Kennis en vaardigheden	Professionele kennis	(Danişman et al., 2020)	209	Leerlingprestatie	*ES* = 0.19	Onderwijsniveau: - Kleuterschool: *ES* = 0.22 - Basisschool: *ES* = 0.17

							- Onderbouw: *ES* = 0.14 - Bovenbouw: *ES* = 0.26 - Universiteit: *ES* = 0.22 - Gemengd: *ES* = 0.19 <u>Vakgebied:</u> - Rekenen-wiskunde: *ES* = 0.15
Leerkracht	Professionele ontwikkeling	Professionele ontwikkeling	(Lynch et al., 2019)	95	Leerlingprestatie	*ES* = 0.209	
School	Programma voor sociaal-emotioneel leren	Programma voor sociaal-emotioneel leren	(Corcoran et al., 2018)	33	Reken- en wiskundeprestatie	*ES* = 0.26	<u>Onderwijsniveau:</u> - Basisschool: *ES* = 0.24 - Middelbare school: *ES* = 0.18 - Basis- en middelbare school: *ES* = 0.43
Leerling	Overtuigingen	Rekenangst	(Zhang et al., 2019)	49	Reken- en wiskundeprestatie	*ES* =-0.32	<u>Onderwijsniveau:</u> - Basisschool: *ES* = -0.27 - Onderbouw: *ES* = -0.39 - Bovenbouw = -0.44 - Gemengd: *ES* = -0.21 - Universiteit: *ES* = -0.33
Leerling	Overtuigingen	Rekenangst	(Namkung et al., 2019)	131	Reken- en wiskundeprestatie	*ES* = -0.34	<u>Onderwijsniveau:</u> - Basisschool: *ES* = -0.27 - Middelbare school: *ES* = -0.36
Leerling	Overtuigingen	Zelfvertrouwen	(Çiftçi & Yıldız, 2019)	336	Reken- en wiskundeprestatie	*ES* = 0.59	<u>Onderwijsniveau:</u> - Groep 6 (basisschool): *ES* = 0.57 - Tweede klas (middelbare school): *ES* = 0.61

Leerling	Overtuigingen	Self-efficacy	(Talsma et al., 2018)	11	Academische leerlingprestatie	*ES* = 0.071	
Leerling	Overtuigingen	Induceren growth mindset	(Sarrasin et al., 2018)	10	Algemene leerlingprestatie	*ES* = 0.27	Vakgebied: - Reken- en wiskunde: *ES* = 0.43
Leerling	Vaardigheden	Zelfregulatievaardigheden	(Robson et al., 2020)	150	Academische leerlingprestatie	*ES* = 0.37	Vakgebied: - Reken- en wiskunde: *ES* = 0.42

7.3 APPENDIX C: TABELLEN MET DE RESULTATEN VAN HET LITERATUURONDERZOEK VO – NIVEAU VAN DE LES

Tabel C1.1
(Adaptieve) leer- en begeleidingssystemen

Studie	Aantal studies	Populatie	Uitkomstmaat	Effectgrootte	Uitgesplitst naar
(Ran et al., 2021) Computer technologieën	31	Laag-presterende leerlingen in het PO en VO	Reken- en wiskundeprestaties	*ES* = 0.56	Onderwijsniveau: - Onderbouw: *ES* = -0.20* - Bovenbouw: *ES* = 0.59* Subdomein: - Problemen oplossen: *ES* = 0.95 - Wiskundig redeneren: *ES* = 1.18 - Rekenkundige vaardigheden: *ES* = 0.58 - Meerdere vaardigheden: *ES* = 0.20* Interventietijd: - 0-11 weken: *ES* = 0.60 - 12-23 weken: *ES* = 0.83 - 24-35 weken: *ES* = 0.54 - > 36 weken: *ES* = 0.08 Intensiteit: - Klein (< 60 min / week): *ES* = 0.55 - Gemiddeld (60-150 min / week): *ES* = 0.65 - Hoog (> 150 min / week): *ES* = 0.59 - Overig: *ES* = 0.37 Type computer technologie: - Tutoring: *ES* = 0.803 - Probleemoplossende systemen: *ES* = 0.867
(Myers et al., 2021) Reken- en wiskunde interventies	35	Leerlingen die moeite hebben met reken- en wiskunde in groep 6 tot het einde van de middelbare school.	Oplossingsvermogen van woordproblemen	*ES* = 0.70	Onderwijsniveau: - Middelbare school: *ES* = 0.52 Interventie: - Technologiegebaseerde instructie: *ES* = 0.58 Soort taak: - Fundamenteel (bijv. breuken, decimalen): *ES* = 0.82 - Hoger niveau (bijv. algebra, meetkunde): *ES* = 0.36

** geeft niet-significant effect aan (p < 0.5)*

Tabel C1.2

Realistisch rekenen

Studie	Aantal studies	Populatie	Uitkomstmaat	Effectgrootte	Uitgesplitst naar
(Juandi et al., 2022) Realistisch reken-wiskundeonderwijs	38	PO, VO en hoger onderwijs	Wiskundige vaardigheden	*ES* = 0.97	Onderwijsniveau: - Onderbouw: *ES* = 0.94 - Bovenbouw: *ES* = 0.85 Interventietijd: - 3-4 meetings: *ES* = 0.74 - 5 of meer meetings: *ES* = 0.50 - Niet gespecificeerd: *ES* = 1.01

Tabel C1.3

Ontwerpend leren

Studie	Aantal studies	Populatie	Uitkomstmaat	Effectgrootte	Uitgesplitst naar
(Delen & Sen, 2022) Ontwerpend leren	37	PO en VO	Academische prestaties	*ES* = 0.602	Vakgebied: - Reken- en wiskunde: *ES* = 0.418 Onderwijsniveau: - Onderbouw: *ES* = 0.720* - Bovenbouw: *ES* = 0.501*

** geeft niet-significant effect aan (p < 0.5)*

Tabel C1.4

Project-gestuurd onderwijs

Studie	Aantal studies	Populatie	Uitkomstmaat	Effectgrootte	Uitgesplitst naar
(Siregar et al., 2020) STEM projectgestuurd onderwijs	17	PO, VO en hoger onderwijs	Reken- en wiskundeprestaties	*ES* = 0.242	Onderwijsniveau: - Middelbare school: *ES* = 0.314* Interventietijd: - Lange termijn: *ES* = 0.192* - Korte termijn: *ES* = 0.370*

** geeft niet-significant effect aan (p < 0.5)*

Tabel C1.5

Leerlinggerichte instructie

Studie	Aantal studies	Populatie	Uitkomstmaat	Effectgrootte	Uitgesplitst naar
(Ay Emanet & Kezer, 2021) Leerling-centrale instructiemethode	54	PO en VO	Reken- en wiskundeprestaties	*ES* = 0.811	Onderwijsniveau: - Onderbouw: *ES* = 0.831 - Bovenbouw: *ES* = 0.708

Tabel C1.6

(Meta) Cognitieve strategieën voor het oplossen van woordproblemen

Studie	Aantal studies	Populatie	Uitkomstmaat	Effectgrootte	Uitgesplitst naar
(Myers et al., 2021) Reken- en wiskunde interventies	35	Leerlingen die moeite hebben met reken- en wiskunde in groep 6 tot het einde van de middelbare school.	Oplossingsvermogen van woordproblemen	*ES* = 0.70	Onderwijsniveau: - Middelbare school: *ES* = 0.52 Interventie: - Strategie-instructie interventies: *ES* = 0.88 - SBI/MPBPS: *ES* = 0.87 Soort taak: - Fundamenteel (bijv. breuken, decimalen): *ES* = 0.82 - Hoger niveau (bijv. algebra, meetkunde): *ES* = 0.36

Tabel C1.7

Wiskundig modelleren en simulaties.

Studie	Aantal studies	Populatie	Uitkomstmaat	Effectgrootte	Uitgesplitst naar
(Sokolowski, 2015) *Mathematical modelling*	13	PO, VO en hoger onderwijs	Reken- en wiskundeprestaties	*ES* = 0.69	Subdomein: - Algebra: *ES* = 0.73 - Calculus: *ES* = 0.38 - Probabiliteit and statistieken: *ES* = 3.11** - Geometrie: *ES* = 0.81 Onderwijsniveau: - Middelbare school: *ES* = 0.94 Interventietijd: - Semester: *ES* = 0.46 - Korten dan één semester: *ES* = 1.31
(Donnelly-Hermosillo et al., 2020) Grafische technologieën	23	PO en VO	Het leren van leerlingen	*ES* = 0.43	Vakgebied: - Reken- en wiskunde: *ES* = 0.47 Onderwijsniveau: - Middelbare school: *ES* = 0.43*

** geeft niet-significant effect aan (p < 0.5);**Deze effectgrootte werd beïnvloed door een outlier van 4.49 (Eysink et al., 2009). Zonder deze outlier, zou de effectgrootte 0.21 zijn geweest.*

Tabel C1.8

Flipped Classroom

Studie	Aantal studies	Populatie	Uitkomstmaat	Effectgrootte	Uitgesplitst naar
(Yildirim Yakar, 2021) Flipped learning model	45	PO en VO	Reken- en wiskundeprestaties	*ES* = 0.51	Subdomein: - Algebra: *ES* = 0.48* - Geometrie: *ES* = 0.15* - Getallen: *ES* = 0.50* Onderwijsniveau: - Middelbare school: *ES* = 0.53* Interventietijd: - 1-4 weken: *ES* = 0.52* - 5-11 weken: *ES* = 0.55* - 12+ weken: *ES* = 0.38*
(Wagner et al., 2021) Flipped classroom	25	VO	Leerlingprestatie	*ES* = 0.42	Vakgebied: - Reken- en wiskunde & ICT: *ES* = 0.34 Interventietijd: - 4 weken of minder: *ES* = 0.59 - 5-8 weken: *ES* = 0.46 - Langer dan 8 weken: *ES* = 0.32

** geeft niet-significant effect aan (p < 0.5)*

Tabel C1.9

Computerondersteund samenwerkend leren

Studie	Aantal studies	Populatie	Uitkomstmaat	Effectgrootte	Uitgesplitst naar
(Talan, 2021) Computerondersteund samenwerkend leren	40	PO, VO en hoger onderwijs	Academische prestaties	*ES* = 0.523	Vakgebied: - Reken- en wiskunde: *ES* = 0.437* Onderwijsniveau: - Middelbare school: *ES* = 0.656* Interventietijd: - 1-4 weken: *ES* = 0.567 - 5-6 weken: *ES* = 0.709 - 7-8 weken: *ES* = 0.714 - 9-+ weken: *ES* = 0.624 - Anders: *ES* = 0.289 - Niet benoemd: *ES* = 0.128

** geeft niet-significant effect aan (p < 0.5)*

Tabel C1.10

Game-Based Learning

Studie	Aantal studies	Populatie	Uitkomstmaat	Effectgrootte	Uitgesplitst naar
(Ran et al., 2021) Computer technologieën	31	Laag-presterende leerlingen in het PO en VO	Reken- en wiskundeprestaties	*ES* = 0.56	Onderwijsniveau: - Onderbouw: *ES* = -0.20* - Bovenbouw: *ES* = 0.59* Subdomein: - Problemen oplossen: *ES* = 0.95 - Wiskundig redeneren: *ES* = 1.18 - Rekenkundige vaardigheden: *ES* = 0.58 - Meerdere vaardigheden: *ES* = 0.20* Interventietijd: - 0-11 weken: *ES* = 0.60 - 12-23 weken: *ES* = 0.83 - 24-35 weken: *ES* = 0.54 - > 36 weken: *ES* = 0.08 Intensiteit: - Klein (< 60 min / week): *ES* = 0.55 - Gemiddeld (60-150 min / week): *ES* = 0.65 - Hoog (> 150 min / week): *ES* = 0.59 - Overig: *ES* = 0.37 Type computer technologie: - *Game-Based*: *ES* = 0.588

** geeft niet-significant effect aan (p < 0.5)*

Tabel C1.11
(Peer) Tutoring

Studie	Aantal studies	Populatie	Uitkomstmaat	Effectgrootte	Uitgesplitst naar
(Nickow et al., 2020) Tutoring	96	PO en VO	Leerlingprestaties	Type tutor: - Algemeen: *ES* = 0.37 - Leerkracht: *ES* = 0.50 - Paraprof: *ES* = 0.40** - Vrijwilliger: *ES* = 0.21 - Ouder: *ES* = 0.23	Vakgebied: - Reken- en wiskunde: Type of tutor: - Algemeen: *ES* = 0.38 - Leerkracht: *ES* = 0.39 - Paraprof: *ES* = 0.41 Onderwijsniveau: - Middelbare school: Type tutor: - Algemeen: *ES* = 0.16 - Paraprof: *ES* = 0.18** - Vrijwilliger: *ES* = 0.12 Aantal dagen per week: - 1-2 dagen: *ES* = 0.15 Interventietijd: - 20 weken of minder: *ES* = 0.18 - Meer dan 20 weken: *ES* = 0.14 Middelbare school & reken- en wiskunde: *ES* = 0.20
(Alegre et al., 2020) Peer tutoring	42	VO	Reken- en wiskundeprestaties	*ES* = 0.38	Leeftijd: - Leeftijdsgenootjes: *ES* = 0.61 - Gemixte leeftijden: *ES* = 0.21 Vast of wederzijds: - Vast: *ES* = 0.33* - Wederzijds: *ES* = 0.50* Leerstoornis: - Ja: *ES* = 0.23 - Nee: *ES* = 0.62 Interventietijd: - ≤ 8 weken: *ES* = 0.52 - > 8 weken: *ES* = 0.29 Instructietijd: - ≤ 30 minuten: *ES* = 0.55 - > 30 minuten: *ES* = 0.26

** geeft niet-significant effect aan (p < 0.5)*

Tabel C1.11
ARCS-model

Studie	Aantal studies	Populatie	Uitkomstmaat	Effectgrootte	Uitgesplitst naar
(Goksu & Islam Bolat, 2021) ARCS model voor het verhogen van leerling motivatie	34	PO en VO	Academische prestaties	*ES* = 0.74	Vakgebied: - Reken- en wiskunde: *ES* = 0.79 Onderwijsniveau: - Onderbouw: *ES* = 0.72* - Bovenbouw: *ES* = 0.72*

** geeft niet-significant effect aan (p < 0.5)*

Tabel C1.12
Schrijven-om-te-leren

Studie	Aantal studies	Populatie	Uitkomstmaat	Effectgrootte	Uitgesplitst naar
(Graham et al., 2020) Schrijven-om-te-leren	53	PO en VO	Het leren van leerlingen	*ES* = 0.30	Vakgebied: - Reken- en wiskunde: *ES* = 0.32 Onderwijsniveau: - Onderbouw: *ES* = 0.30 - Bovenbouw: *ES* = 0.30

7.4 APPENDIX D: TABELLEN MET DE RESULTATEN VAN HET LITERATUURONDERZOEK VO – NIVEAU VAN DE LEERLING

Tabel D1.1
Overtuigingen

Studie	Aantal studies	Populatie	Uitkomstmaat	Effectgrootte	Uitgesplitst naar
(Camacho-Morles et al., 2021) Activiteit-gerelateerde emoties	68	PO, VO en hoger onderwijs	Academische prestaties	Emotie: - Plezier: *ES* = 0.23 - Woede: *ES* = −0.31 - Frustratie: *ES* = −0.02 - Verveling: *ES* = -0.22	Vakgebied: - Reken- en wiskunde: - Plezier: *ES* = 0.19 - Woede: *ES* = -0.36 - Verveling: *ES* = -0.25 Onderwijsniveau: - Middelbare school: - Plezier: *ES* = 0.32 - Woede: *ES* = -0.35 - Verveling: *ES* = -0.25
(Wen & Dubé, 2022) Attitude ten opzichte van reken- en wiskunde	41	VO	Reken- en wiskundeprestaties	-	Attitude: - Sekse-stereotypering: *ES* = -0.21 - Waarde: *ES* = 0.11 tot 0.30 - Vertrouwen: *ES* = 0.34 tot 0.42 - Zelfbeeld: *ES* = 0.21 tot 0.76 - Plezier: *ES* = 0.27 tot 0.68 - Rekenangst: *ES* = -0.27 tot -0.48 - Gedragsintenties: *ES* = 0.21 tot 0.34

Tabel D1.2

Vaardigheden

Studie	Aantal studies	Populatie	Uitkomstmaat	Effectgrootte	Uitgesplitst naar
(Elhusseini et al., 2022) Zelfregulatievaardigheden	46	PO en VO	Leerlingprestatie	*ES* = 0.833	Vakgebied: - Reken- en wiskunde: *ES* = 0.385 Onderwijsniveau: - Onderbouw: *ES* = 0.825* - Bovenbouw: *ES* = 1.903*
(Bicer et al., 2021) Creativiteit	30	PO en VO	Reken- en wiskundeprestaties	*ES* = 0.47	Onderwijsniveau: - Onderbouw: *ES* = 0.50 - Bovenbouw: *ES* = 0.39 Soort creativiteit: - Reken- en wiskundige creativiteit: *ES* = 0.53 - Algemene creativiteit: *ES* = 0.39
(Lei et al., 2020) *Computational Thinking*	34	PO, VO en hoger onderwijs	Academische prestaties	*ES* = 0.288	Vakgebied: - Reken- en wiskunde: *ES* = 0.388* Onderwijsniveau: - Middelbare school: *ES* = 0.307 Onderwijssysteem: - Westers: *ES* = 0.281 - Oosters: *ES* = 0.407 - Anders: *ES* = 0.125

** geeft niet-significant effect aan (p < 0.5)*

7.5 APPENDIX E: TABELLEN MET DE RESULTATEN VAN HET LITERATUURONDERZOEK VSO – NIVEAU VAN DE LES

Tabel E1.1

Instructie- en werkvormen

Studie	Aantal studies	Populatie	Uitkomstmaat	Effectgrootte	Uitgesplitst naar
(Stevens et al., 2018) *Tutoring*	25	Leerlingen uit de bovenbouw van het basisonderwijs en de middelbare school die rekenproblemen of discalculie	Reken- en wiskunde prestatie	*ES* = 0.85	Onderwijsniveau: - Middelbare school: *ES* = 0.08* Subdomein: - Breuken: *ES* = 0.41 - Probleemoplossen: *ES* = -0.36* - Operaties: *ES* = -0.68*

** geeft niet-significant effect aan (p < 0.5)*

Tabel E1.2

Hulpmiddelen

Studie	Aantal studies	Populatie	Uitkomstmaat	Effectgrootte	Uitgesplitst naar
(Jitendra et al., 2016) Visuele materialen	25	Leerlingen die een leerstoornis hebben of rekenproblemen ervaren	Reken- en wiskunde prestatie	Soort visueel materiaal: - Concrete objecten: *ES* = .87 (bijv. tekeningen, diagrammen, getallenlijnen) - Interactieve visuele materialen: *ES* = .64 (bijv. breukcircels, algebrategels) Soort leerstoornis: - Leerstoornis: *ES* = 0.62 - Rekenproblemen: *ES* = 0.70 - Gemengd: *ES* = 0.95	Onderwijsniveau: - Onderbouw: *ES* = 0.79 Subdomein: - Basisfeiten en berekeningen: *ES* = 0.32 - Woordproblemen: *ES* = 0.73 - Breuken: *ES* = 0.64 - Overig: *ES* = 1.35**

** geeft niet-significant effect aan (p < 0.5); **Hoge effect size doordat er slechts één artikel in deze categorie viel.*

7.6 APPENDIX F: TABEL MET DE RESULTATEN VAN HET LITERATUURONDERZOEK VSO – NIVEAU VAN DE LEERLING

Tabel F1.1
Overtuigingen

Studie	Aantal studies	Populatie	Uitkomstmaat	Effectgrootte	Uitgesplitst naar
(Brumariu et al., 2022) (Reken)angst	156	Leerlingen die (reken)angst ervaren	Academische prestaties	*ES* = -0.06	Vakgebied: - Reken- en wiskunde: *ES* = -0.09 Onderwijsniveau: - Middelbare school: *ES* = -0.06

UNIVERSITY OF TWENTE
Drienerlolaan 5
7522 NB Enschede

P.O.Box 217
7500 AE Enschede