Universiteit Utrecht

Review Rekenen-Wiskunde in het VO en VSO 2023-2026

Rogier Bos en Hang Wei

Universiteit Utrecht

Augustus 2026

Review Rekenen Wiskunde in het VO en VSO 2023-2026 / R. D. Bos, H. Wei
Universiteit Utrecht – 2026.

Colofon

Universiteit Utrecht
Faculteit Bètawetenschappen
Departement Wiskunde, Freudenthal Instituut

© Augustus 2026, Universiteit Utrecht

Overname van gegevens uit deze publicatie is niet toegestaan, tenzij de bron wordt vermeld.

Deze studie is uitgevoerd in opdracht van de Inspectie van het Onderwijs en gefinancierd door het Nationaal Kennisinstituut Onderwijs (NKO). Dossiernr: 405-00-860-752

SAMENVATTING

Dit rapport actualiseert de kennis over beïnvloedbare kenmerken van het onderwijsleerproces die kunnen bijdragen aan reken- en wiskundeprestaties in de onderbouw van het voortgezet onderwijs (VO) en het voortgezet speciaal onderwijs (VSO). Hiervoor is systematisch gezocht naar systematische reviews en meta-analyses die tussen 2023 en 2026 zijn verschenen en effectgroottes rapporteren. Dit resulteerde in vijftien reviews voor het VO en vier voor het VSO, waaruit de kenmerken en bijbehorende effectgroottes werden gedestilleerd. Daarnaast beoordeelden acht Nederlandse experts de relevantie van de gevonden kenmerken en de mate waarin deze momenteel in het Nederlandse onderwijs worden toegepast.

Voor het VO werden veertien kenmerken geïdentificeerd, waaronder formatieve beoordeling, onderzoekend/probleemgestuurd onderwijs, taalsensitief onderwijs, het gebruik van visuele representaties, AI-gestuurde tutorsystemen en interventies gericht op wiskundige zelfredzaamheid en zelfbeeld. Voor het VSO werden acht kenmerken gevonden, waaronder expliciete instructie, schema-instructie, videomodellering en een stapsgewijze overgang van concrete of virtuele materialen naar abstracte representaties. De experts noemden daarnaast relevante kenmerken die in de geselecteerde literatuur weinig naar voren kwamen, waaronder de vakdidactische kwaliteit van de docent, de beschikbare les- en voorbereidingstijd, de afstemming tussen interventies en leerlingbehoeften, en Building Thinking Classrooms.

Op basis van de gereviewde literatuur en het oordeel van de experts eindigt het rapport met een prioritering van de kenmerken voor het volgende peilingsonderzoek Peil Rekenen-Wiskunde.

INHOUDSOPGAVE

Samenvatting ... 3
1. Inleiding ... 6
2. Achtergrond en inkadering ... 7
2.1 Beïnvloedbare kenmerken van het onderwijsleerproces ... 7
2.2 Een systematische review van systematische reviews en meta-analyses ... 7
2.3 Van wetenschappelijke constructen naar onderwijskenmerken ... 7
2.4 Van wetenschappelijke evidentie naar de Nederlandse onderwijscontext ... 8
3. Onderzoeksmethode ... 9
3.1 Literatuuronderzoek ... 9
3.1.1 Literatuuronderzoek VO ... 9
3.1.2 Literatuuronderzoek VSO ... 13
3.2 Expertraadpleging ... 15
3.3 Integratie van literatuur en expertbeoordelingen ... 17
4. Resultaten ... 18
4.1 Kenmerken effectief reken- en wiskundeonderwijs in het VO ... 18
4.1.1 Maker-georiënteerd onderwijs ... 18
4.1.2 Embodied leeromgevingen ... 19
4.1.3 AI-gestuurde intelligente tutorsystemen ... 20
4.1.4 Visuele representaties ... 22
4.1.5 Augmented reality ... 23
4.1.6 Virtual reality ... 24
4.1.7 Formatieve beoordeling ... 25
4.1.8 Multicontextuele aanpak ... 26
4.1.9 Taalsensitief onderwijs ... 28
4.1.10 Onderzoekend/probleemgestuurd onderwijs ... 29
4.1.11 *Peer*-instructie ... 30
4.1.12 *Mindset*-interventies ... 31
4.1.13 Gamificatie ... 32
4.1.14 Interventies gericht op wiskundige zelfredzaamheid en zelfbeeld ... 33
4.2 Kenmerken effectief reken- en wiskundeonderwijs in het VSO ... 35
4.2.1 Expliciete instructie ... 35
4.2.2 Verbeterde verankerde instructie (EAI) ... 35
4.2.3 Scheme-Based Instruction (SBI) ... 36
4.2.4 Modified schema-based instruction (MSBI) ... 36

4.2.5 Videomodellering/ Video-gebaseerd onderwijs 37
4.2.6 Speciaal onderwijs op basis van virtuele en/of concrete manipulatiematerialen ... 37
4.2.7 Concreet-representatief-abstract (CRA) 38
4.2.8 Virtueel representatief abstract (VRA) 38
4.3 Aanvullende kenmerken volgens experts 39
5. Conclusies en discussie 40
5.1 Conclusies kenmerken VO 40
5.2 Conclusies kenmerken VSO 42
5.3 Vergelijking met kenmerken voorgaande reviews 43
5.4 Discussie 46
Referenties 49
Gereviewde artikelen VO 49
Gereviewde artikelen VSO 50
Overige referenties 50
Verklaring over het gebruik van AI 51

1. INLEIDING

Onder regie van de Inspectie van het Onderwijs worden periodiek peilingsonderzoeken uitgevoerd naar de kennis, vaardigheden en houdingen van leerlingen in verschillende vakgebieden binnen het basis- en voortgezet (speciaal) onderwijs. Deze peilingsonderzoeken hebben als doel een representatief beeld te geven van de prestaties van leerlingen en ontwikkelingen daarin over de tijd. Naast het meten van leerlingprestaties worden ook gegevens verzameld over kenmerken van leerlingen, docenten, klassen en scholen die mogelijk samenhangen met deze prestaties. Deze contextinformatie ondersteunt de interpretatie van de peilingsresultaten en biedt aanknopingspunten voor de verdere ontwikkeling van het onderwijs.

Ter voorbereiding op het volgende peilingsonderzoek Peil Rekenen-Wiskunde einde leerjaar 2 voortgezet (speciaal) onderwijs is deze literatuurreview uitgevoerd naar beïnvloedbare kenmerken van het reken- en wiskundeonderwijs die samenhangen met de prestaties van leerlingen in de onderbouw van het voortgezet onderwijs (VO) en het voortgezet speciaal onderwijs (VSO). De review richt zich daarbij op kenmerken van het onderwijsleerproces waarop scholen en leraren daadwerkelijk invloed kunnen uitoefenen en die daarom relevant kunnen zijn voor opname in de Peil-enquêtes en interviewleidraden voor scholen.

Deze review maakt deel uit van een reeks literatuurstudies die zijn uitgevoerd ter ondersteuning van de ontwikkeling van de Peil-enquêtes en interviewleidraden. Ter voorbereiding van de peiling Rekenen-Wiskunde in het primair onderwijs (PO) ontwikkelden Hickendorff et al. (2017) een raamwerk van beïnvloedbare kenmerken van het onderwijsleerproces en brachten de beschikbare wetenschappelijke evidentie hierover systematisch in kaart. Dit rapport werd in 2020 aangevuld met een addendum waarin recent verschenen literatuur over het PO werd verwerkt (Hickendorff, 2020). Vervolgens pasten Valk et al. (2023) dit raamwerk toe op het voortgezet onderwijs en het voortgezet speciaal onderwijs door de internationale literatuur voor deze onderwijssectoren systematisch te inventariseren over de periode 2020-2023 en de bevindingen te toetsen aan een Nederlandse expertraadpleging. Zij onderzochten ook opnieuw de periode 2012–2020 op relevante artikelen die alleen over het VO gingen, en daarom nog niet door Hickendorff waren meegenomen. De huidige studie richt zich op de periode 2023–2026.

Sinds het verschijnen van de review van Valk et al. (2023) zijn opnieuw diverse systematische reviews en meta-analyses gepubliceerd over effectief reken- en wiskundeonderwijs. Daarnaast hebben ontwikkelingen in het onderwijs, waaronder de toenemende inzet van digitale leermiddelen en de opkomst van generatieve kunstmatige intelligentie, geleid tot nieuwe onderzoekslijnen die in de eerdere review nog niet of nauwelijks waren vertegenwoordigd. Daarmee is de wetenschappelijke kennisbasis verder verbreed en is een actualisering van de review wenselijk.

Het doel van deze review is daarom om de wetenschappelijke evidentie sinds 2023 te actualiseren en, door middel van een expertraadpleging onder Nederlandse experts op het gebied van reken- en wiskundeonderwijs, te identificeren welke beïnvloedbare kenmerken van het onderwijsleerproces relevant zijn voor opname in de Peil-enquêtes en interviewleidraden voor scholen. Daarmee vormt deze review een geactualiseerde, wetenschappelijk onderbouwde basis voor de selectie van kenmerken die in toekomstige peilingsonderzoeken kunnen worden meegenomen.

2. ACHTERGROND EN INKADERING

2.1 BEÏNVLOEDBARE KENMERKEN VAN HET ONDERWIJSLEERPROCES

Deze review richt zich op beïnvloedbare kenmerken van het onderwijsleerproces die samenhangen met de reken- en wiskundeprestaties van leerlingen in het voortgezet onderwijs (VO) en voortgezet speciaal onderwijs (VSO). Onder het onderwijsleerproces verstaan we alles wat er op en vanuit school gebeurt om leerlingen kennis, vaardigheden en inzichten op het gebied van rekenen en wiskunde te laten verwerven. Het gaat daarbij om kenmerken waarop scholen en leraren daadwerkelijk invloed kunnen uitoefenen en die daarom relevant zijn voor de inrichting en ontwikkeling van het onderwijs. Deze afbakening sluit aan bij het raamwerk dat door Hickendorff et al. (2017) is ontwikkeld en dat in de daaropvolgende reviews is gehanteerd.

Het uiteindelijke doel van deze review is niet om een volledig overzicht te geven van effectief reken- en wiskundeonderwijs, maar om kenmerken van het onderwijsleerproces te identificeren die voldoende wetenschappelijk zijn onderbouwd én geschikt zijn om in de Peil-enquêtes voor scholen te worden opgenomen. Daarmee vormt de review een schakel tussen wetenschappelijk onderzoek naar effectief onderwijs en de ontwikkeling van een instrument waarmee de Nederlandse onderwijspraktijk in kaart kan worden gebracht.

2.2 EEN SYSTEMATISCHE REVIEW VAN SYSTEMATISCHE REVIEWS EN META-ANALYSES

Gezien de omvang van het internationale onderzoek naar reken- en wiskundeonderwijs is ervoor gekozen uitsluitend systematische reviews en meta-analyses te includeren. Een dergelijke *review van reviews*—ook wel *umbrella review* genoemd (Aromataris, 2015)—vormt een geschikte methode om een breed onderzoeksveld op een systematische en transparante wijze samen te vatten. Systematische reviews brengen de beschikbare evidentie volgens vooraf vastgelegde procedures bijeen, terwijl meta-analyses de resultaten van meerdere primaire studies statistisch combineren. Hierdoor bieden zij doorgaans een robuuster beeld van de stand van de wetenschap dan afzonderlijke interventiestudies.

Deze aanpak kent echter ook beperkingen. De geïncludeerde reviews verschillen onderling in doelgroep, onderwijscontext, onderzoeksopzet, interventies en uitkomstmaten. De in deze review gerapporteerde effectgroottes dienen daarom niet te worden geïnterpreteerd als rechtstreeks vergelijkbare schattingen van de effectiviteit van verschillende onderwijskenmerken. Zij geven vooral een indicatie van de sterkte van de beschikbare evidentie binnen een bepaald onderzoeksgebied.

2.3 VAN WETENSCHAPPELIJKE CONSTRUCTEN NAAR ONDERWIJSKENMERKEN

De systematische reviews en meta-analyses die in deze review zijn geïncludeerd richten zich veelal op specifieke kenmerken van het reken- en wiskundeonderwijs, zoals formatieve beoordeling, onderzoekend leren, taalsensitief onderwijs, embodied learning of het gebruik van visuele representaties. Deze kenmerken vormen wetenschappelijke constructen die in de internationale literatuur doorgaans redelijk duidelijk, maar niet altijd op dezelfde wijze, zijn afgebakend en niet altijd rechtstreeks aansluiten bij de terminologie die in de Nederlandse onderwijspraktijk wordt gebruikt. Bij de beschrijving van de resultaten is daarom gestreefd naar een consistente afbakening van de onderzochte kenmerken, gebaseerd op de definities uit de oorspronkelijke geïncludeerde reviews en meta-analyses. Waar mogelijk is aangesloten bij terminologie die voor de Nederlandse onderwijspraktijk herkenbaar is. Op deze wijze ontstaat een overzicht van onderwijskenmerken dat recht doet aan de internationale literatuur en tegelijkertijd bruikbaar is voor de Nederlandse context.

2.4 VAN WETENSCHAPPELIJKE EVIDENTIE NAAR DE NEDERLANDSE ONDERWIJSCONTEXT

Het doel van deze review is niet alleen het samenvatten van de beschikbare wetenschappelijke evidentie, maar ook het identificeren van kenmerken van het onderwijsleerproces die relevant kunnen zijn voor opname in de Peil-enquêtes voor scholen. Internationale wetenschappelijke evidentie vormt daarbij een belangrijk uitgangspunt, maar is op zichzelf onvoldoende om te bepalen welke kenmerken in de Nederlandse onderwijscontext het meest geschikt zijn om te onderzoeken. Onderwijssystemen verschillen immers tussen landen, evenals de gebruikte terminologie, de inrichting van het curriculum en de wijze waarop didactische benaderingen in de praktijk worden vormgegeven.

Om de wetenschappelijke bevindingen te contextualiseren is de literatuurreview daarom aangevuld met een expertraadpleging onder Nederlandse deskundigen op het gebied van reken- en wiskundeonderwijs. Het raadplegen van experts is een veelgebruikte methode om de inhoudsvaliditeit van conceptuele kaders en meetinstrumenten te versterken en om de toepasbaarheid van wetenschappelijke kennis binnen een specifieke context te beoordelen. In deze review had de expertraadpleging primair een validerend en contextualiserend karakter. Experts werd gevraagd in hoeverre de in de internationale literatuur gevonden kenmerken relevant zijn voor het Nederlandse VO en VSO, in welke mate zij momenteel in de onderwijspraktijk voorkomen en welke aanvullende beïnvloedbare kenmerken volgens hen van belang zijn, maar in de literatuur nog beperkt aan bod komen.

De combinatie van een systematische synthese van de internationale literatuur en een expertraadpleging maakt het mogelijk de wetenschappelijke evidentie te beoordelen in het licht van de Nederlandse onderwijspraktijk. Hierdoor ontstaat een beter onderbouwde basis voor de selectie van kenmerken die niet alleen wetenschappelijk relevant zijn, maar ook voldoende herkenbaar en betekenisvol zijn voor scholen en leraren en daarmee geschikt zijn voor opname in de Peil-enquêtes.

3. ONDERZOEKSMETHODE

3.1 LITERATUURONDERZOEK

Het literatuuronderzoek voor zowel het VO als het VSO is uitgevoerd als een update van de review van Valk et al. (2023). Om de vergelijkbaarheid met de eerdere review te waarborgen, zijn dezelfde systematische zoek- en selectieprocedure, dezelfde inclusie- en exclusiecriteria en dezelfde data-extractie en analysemethode gehanteerd. De belangrijkste wijzigingen betreffen de actualisering van de zoekperiode (2023–2026) en een beperkte aanpassing van de zoektermen, zodat recente ontwikkelingen in het onderzoeksveld beter konden worden meegenomen. Het onderzoek volgt in grote lijnen de opzet van een *umbrella review* of *review of reviews* (Pollock et al., 2024).

3.1.1 LITERATUURONDERZOEK VO

Selectieprocedure van meta-analyses en systematische reviews

Voor het literatuuronderzoek naar effectief reken- en wiskundeonderwijs in het voortgezet onderwijs is dezelfde systematische selectieprocedure gevolgd als beschreven door Valk et al. (2023). Daarbij is gezocht naar internationale systematische reviews en meta-analyses die betrekking hebben op beïnvloedbare kenmerken van het onderwijsleerproces en hun relatie met of effect op reken- en wiskundeprestaties van leerlingen in het voortgezet onderwijs. De zoekactie is geactualiseerd voor de periode 2023–2026. De exacte zoekterm is opgenomen in Tabel 3.1. In vergelijking met de zoekterm in Valk et al. (2023) hebben we “teach*” en “classroom” toegevoegd, omdat we nadrukkelijker wilden zoeken naar hoe de bestudeerde interventies in het klaslokaal geïmplementeerd werden.

Tabel 3.1

De zoekterm voor VO

	Construct	**Zoektermen (Engels)**
Aanwezig	Rekenen en wiskunde	(math OR mathematics OR maths OR arithmetic)
	Documenttype	("meta analysis" OR review OR meta-analysis)
	Leerprestaties en onderwijs	(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 OR teach* OR classroom)
	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 onderwijsbehoeften	NOT ("special education" OR "special needs" OR "learning disabilit*" OR impairment* OR disorder)
	Primair onderwijs	NOT (Kindergarten OR "primary education" OR "primary school" OR "elementary school" OR "elementary education" OR "primary class")

De zoekactie werd uitgevoerd in de volgende internationale wetenschappelijke databases:

- Web of Science: https://www.webofscience.com/wos/woscc/advanced-search
- Scopus: https://www.scopus.com/search/form.uri?display=advanced
- ERIC: https://eric.ed.gov/?advanced
- APA PsycInfo: https://psycnet.apa.org/search/advanced

De gevonden referenties werden geïmporteerd in een online platform voor systematische reviews, Rayyan[1], waarna dubbele artikelen automatisch werden verwijderd. Vervolgens werden de overgebleven artikelen in drie opeenvolgende stappen beoordeeld: (1) screening op titel, samenvatting en trefwoorden, (2) beoordeling van de volledige tekst en (3) data-extractie van de geïncludeerde artikelen.

Voor de beoordeling zijn vergelijkbare inclusie- en exclusiecriteria gehanteerd als in Valk et al. (2023), zie Tabellen 3.2 en 3.3. Artikelen werden geïncludeerd wanneer zij betrekking hadden op systematische reviews of meta-analyses over beïnvloedbare kenmerken van het reken- en wiskundeonderwijs in het voortgezet onderwijs en een relatie rapporteerden met leerprestaties. Artikelen werden uitgesloten wanneer zij bijvoorbeeld betrekking hadden op een andere doelgroep of onderwijscontext, geen systematische review of meta-analyse waren, geen relevante uitkomstmaten rapporteerden of onvoldoende informatie bevatten om de interventie of het onderzochte kenmerk te beoordelen.

Tabel 3.2

Inclusiecriteria VO

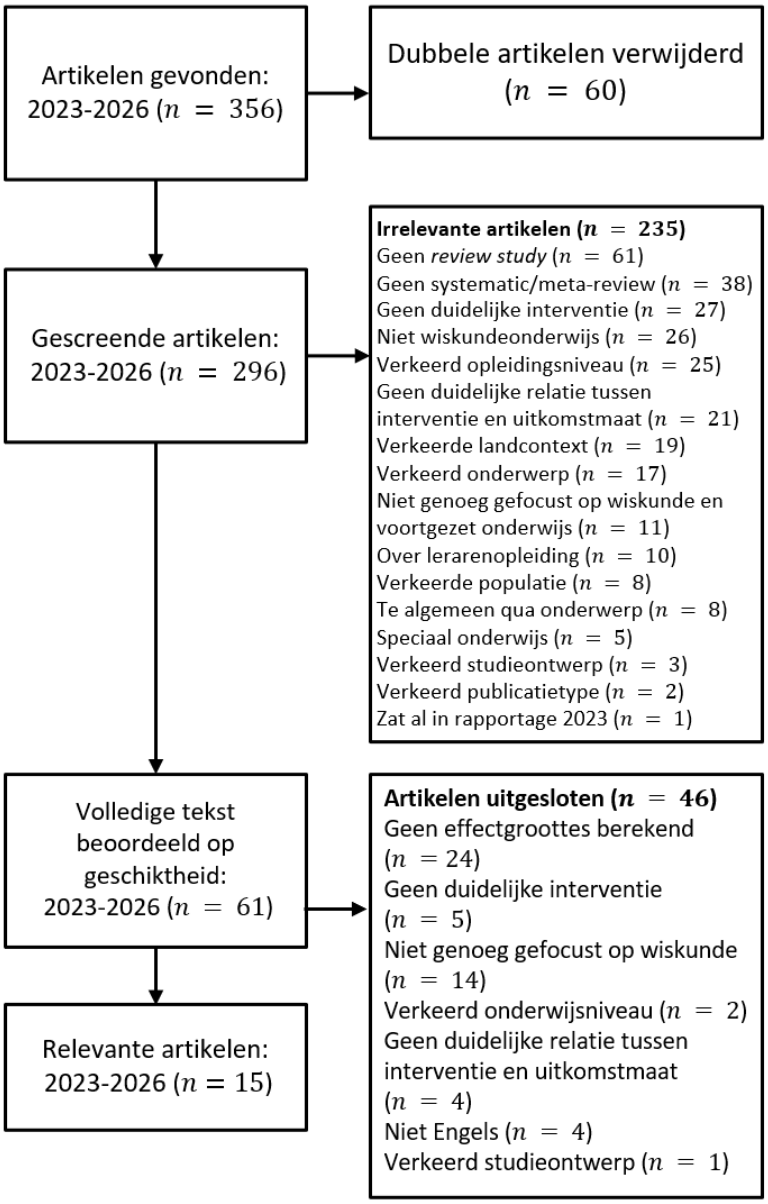
Construct	**Inclusiecriterium**
Onderzoekstype	Systematische review of meta-analyse in een peer-reviewed tijdschrift.
Onderwijsniveau	Onderzoekt leerlingen in het voortgezet onderwijs, waarvan ten minste een deel in de onderbouw. Wanneer meerdere onderwijsniveaus zijn opgenomen, moeten de resultaten voor het voortgezet onderwijs afzonderlijk worden gerapporteerd.
Vakgebied	De studie heeft betrekking op rekenen en/of wiskunde.
Uitkomstmaat	Onderzoekt reken- en wiskundeprestaties, of algemene leerprestaties waarbij resultaten voor rekenen en wiskunde afzonderlijk worden gerapporteerd.
Interventie	Onderzoekt ten minste één beïnvloedbaar kenmerk van het onderwijsleerproces.
Relatie	Rapporteert een effect van het onderwijskenmerk op de uitkomstmaat.
Context	Betreft een Westers of daarmee vergelijkbaar onderwijssysteem.
Taal	Gepubliceerd in het Engels of Nederlands.

[1] https://www.rayyan.ai/

Tabel 3.3

Aanvullende exclusiecriteria VO

Construct	Exclusiecriterium
Relatie	Geen effectgroottes gerapporteerd
Onderwijsniveau	Resultaten voor het VO niet afzonderlijk gerapporteerd.
Interventie	Geen duidelijk omschreven beïnvloedbaar kenmerk van het onderwijsleerproces.
Uitkomstmaat	Geen relatie tussen onderwijskenmerk en leerprestaties of geen effectmaat gerapporteerd.
Duplicaten	Reeds geïncludeerd of dubbele publicatie.



Figuur 3.1 PRISMA-overzicht selectieprocedure artikelen VO.

Figuur 3.1 toont het verloop van de selectieprocedure volgens de PRISMA-richtlijnen. In de zoekactie voor de periode 2023–2026 werden 356 artikelen gevonden. Na het verwijderen van 60 dubbele artikelen bleven 296 artikelen over voor screening op titel en abstract. Hiervan werden 235 artikelen uitgesloten. De volledige tekst van 61 artikelen werd vervolgens beoordeeld op geschiktheid, waarna 42 artikelen werden uitgesloten. Uiteindelijk voldeden 15 meta-analyses en systematische reviews aan alle inclusiecriteria en werden zij opgenomen in de literatuurreview.

Data-extractie

Na selectie van de relevante artikelen werd de informatie die nodig was voor het beantwoorden van de onderzoeksvragen systematisch geëxtraheerd. Hiervoor werd in Rayyan een gestandaardiseerd elektronisch data-extractieformulier opgesteld.

Tabel 3.4

Geëxtraheerde datatypen uit de geïncludeerde systematische reviews en meta-analyses.

Type data	Beschrijving
Meta-data	Auteur(s), publicatiejaar, titel en wetenschappelijk tijdschrift.
Omvang review	Aantal geïncludeerde artikelen in de systematische review of meta-analyse.
Onderwijsniveau	Onderwijsniveaus van de leerlingen in de geïncludeerde interventiestudies.
Landen	Landen waarin de geïncludeerde interventies zijn uitgevoerd.
Wiskundeonderwerp	Wiskundige domeinen of onderwerpen waarop de interventies betrekking hadden (bijvoorbeeld algebra, meetkunde of calculus).
Beïnvloedbaar kenmerk	Naam en beschrijving van het onderzochte beïnvloedbare kenmerk van het onderwijsleerproces.
Analyseniveau kenmerk	Niveau waarop het kenmerk betrekking heeft: leerling, les, docent, klas of school.
Uitkomstvariabele	Gemeten uitkomst(en), zoals academische leeropbrengst, reken- en wiskundeprestaties, conceptueel begrip of hogere-orde denkvaardigheden.
Effectgroottes	Type effectmaat, gerapporteerde effectgroottes en relevante toelichting op de interpretatie daarvan.
Moderatoranalyses	Eventuele moderatorvariabelen en de bijbehorende resultaten.
Adviezen voor de onderwijspraktijk	Door de auteurs geformuleerde aanbevelingen voor implementatie in het klaslokaal, voor zover gerapporteerd.

Per artikel werden de gegevens geëxtraheerd die in Tabel 3.4 zijn weergegeven. Naast algemene kenmerken van de publicatie zijn gegevens verzameld over de onderzochte onderwijscontext, het beïnvloedbare kenmerk van het onderwijsleerproces, de gerapporteerde uitkomstmaten, effectgroottes, moderatoranalyses en – indien aanwezig – aanbevelingen voor de onderwijspraktijk. Wanneer artikelen meerdere effectgroottes rapporteerden, zijn de effectgroottes geëxtraheerd die het best aansloten bij de onderzoeksvragen van deze review,

waarbij de resultaten uit random-effects analyses de voorkeur kregen boven fixed-effects analyses wanneer beide beschikbaar waren, omdat deze een betere generaliseerbaarheid bieden naar de populatie van relevante studies.

Data-analyse

De data-analyse bestond uit het systematisch samenvatten van de geëxtraheerde gegevens per beïnvloedbaar kenmerk van het onderwijsleerproces. De geïncludeerde systematische reviews en meta-analyses werden gegroepeerd op basis van het onderzochte kenmerk. Voor elk kenmerk werd vervolgens een korte narratieve synthese opgesteld, waarin achtereenvolgens (1) een beschrijving van het kenmerk werd gegeven op basis van de definities in de oorspronkelijke artikelen, (2) de belangrijkste bevindingen met betrekking tot de effecten op de gerapporteerde uitkomstmaten werden samengevat en (3) relevante moderatoranalyses werden beschreven, voor zover deze beschikbaar waren. In enkele gevallen, waarin meerdere reviews hetzelfde kenmerk onderzochten, werden de bevindingen geïntegreerd tot één gezamenlijke beschrijving.

Wanneer de oorspronkelijke auteurs aanbevelingen formuleerden voor de implementatie van het betreffende kenmerk in de onderwijspraktijk, zijn deze eveneens beknopt opgenomen in de synthese. Dergelijke aanbevelingen werden echter slechts in een beperkt aantal reviews expliciet gerapporteerd.

Bij de rapportage van effectgroottes is, in navolging van Valk et al. (2023) de generieke aanduiding *ES* (*effect size*) gebruikt voor gestandaardiseerde effectgroottes, ongeacht of de oorspronkelijke auteurs deze rapporteerden als Cohen's d of Hedges' g. Deze keuze is gemaakt omdat de review de bevindingen uit bestaande meta-analyses samenvat en niet zelf effectgroottes berekent of combineert. Bovendien zijn Cohen's d en Hedges' g inhoudelijk vrijwel identiek; Hedges' g verschilt slechts door een kleine correctie voor steekproeven van beperkte omvang. Wanneer een review een wezenlijk afwijkende effectmaat rapporteerde, zoals Tau-U, is deze expliciet benoemd en afzonderlijk geïnterpreteerd. Voor de interpretatie van gestandaardiseerde effectgroottes zijn de richtlijnen van Cohen (2013) gehanteerd. Voor effectmaten waarvoor deze interpretatie niet van toepassing is, zoals Tau-U, is de interpretatie van de oorspronkelijke auteurs gevolgd.

3.1.2 LITERATUURONDERZOEK VSO

Selectieprocedure van meta-analyses en systematische reviews VSO

Voor het literatuuronderzoek naar beïnvloedbare kenmerken van het onderwijsleerproces in het voortgezet speciaal onderwijs (VSO) is dezelfde systematische selectieprocedure gehanteerd als voor het reguliere voortgezet onderwijs. De zoekactie werd uitgevoerd in dezelfde internationale databases en de gevonden referenties werden geïmporteerd in Rayyan voor het verwijderen van dubbele artikelen en de verdere selectie.

Ten opzichte van het literatuuronderzoek voor het VO zijn uitsluitend de zoektermen en de inclusie- en exclusiecriteria aangepast om studies naar leerlingen met speciale onderwijsbehoeften te identificeren. Tabel 3.5 geeft de aangepaste zoektermen weer en Tabel 3.6 beschrijft de wijzigingen in de inclusie- en exclusiecriteria. De verdere selectieprocedure, bestaande uit screening op titel en samenvatting, beoordeling van de volledige tekst en uiteindelijke inclusie van relevante artikelen, verliep identiek aan die voor het VO. Een overzicht van de selectieprocedure is weergegeven in het PRISMA-diagram in Figuur 3.2.

Tabel 3.5

Aanpassing zoektermen voor het VSO

Aanpassing	Construct	Zoektermen (Engels)
Toegevoegd	Speciale onderwijsbehoeften	("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 depression*)
Verwijderd	Uitsluiting speciale onderwijsbehoeften	NOT ("special education" OR "special needs" OR "learning disabilit*" OR impairment* OR disorder)

Tabel 3.6

Aanpassing inclusie- en exclusiecriteria VSO

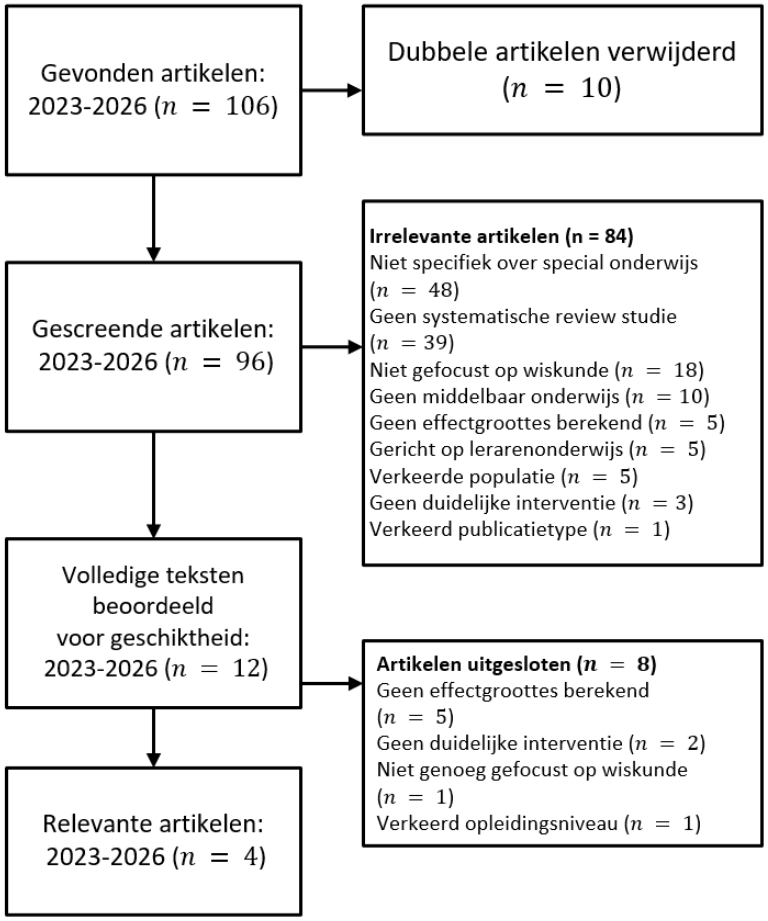
Aanpassing	Construct	Beschrijving
Toegevoegd	VSO-leerlingen	Het artikel omvat ten minste leerlingen in het voortgezet onderwijs met speciale onderwijsbehoeften die vergelijkbaar zijn met de doelgroep van het Nederlandse voortgezet speciaal onderwijs (VSO), waaronder leerlingen met een uitstroomprofiel richting vervolgonderwijs.
Verwijderd	Regulier voortgezet onderwijs	Het artikel omvat ten minste leerlingen in het reguliere voortgezet onderwijs waarvan minimaal een deel in de onderbouw zit.

Data-extractie

De data-extractie voor het VSO vond plaats volgens dezelfde procedure als voor het VO. Met behulp van een gestandaardiseerd data-extractieformulier werden de relevante gegevens systematisch uit de geïncludeerde systematische reviews en meta-analyses verzameld. Daarbij werden onder meer gegevens vastgelegd over de kenmerken van de publicatie, de onderzochte doelgroep, het beïnvloedbare kenmerk van het onderwijsleerproces, het analyseniveau, de gerapporteerde uitkomstmaten, effectgroottes, moderatoranalyses en – indien beschikbaar – aanbevelingen voor de implementatie in de onderwijspraktijk. Bij de data-extractie werd tevens expliciet vastgelegd op welke doelgroep de geïncludeerde studies betrekking hadden, bijvoorbeeld leerlingen met ASS of ADHD.

Data-analyse

De analyse van de VSO-literatuur volgde dezelfde werkwijze als bij het literatuuronderzoek voor het VO.



Figuur 3.2 PRISMA-overzicht selectieprocedure artikelen VSO.

3.2 EXPERTRAADPLEGING

Doel

Naast de literatuurreview is een beperkte expertraadpleging uitgevoerd om de bevindingen uit de internationale literatuur te toetsen aan de Nederlandse onderwijscontext. De expertraadpleging had primair een validerend en contextualiserend karakter. Waar de literatuurreview inzicht biedt in de internationale evidentie voor beïnvloedbare kenmerken van het onderwijsleerproces, bood de expertraadpleging de mogelijkheid om deze bevindingen te spiegelen aan de huidige Nederlandse onderwijspraktijk. Daarbij werd nagegaan in hoeverre de geïdentificeerde kenmerken volgens experts relevant zijn voor het Nederlandse reken- en wiskundeonderwijs en in welke mate zij momenteel worden toegepast in de onderbouw van het voortgezet onderwijs (VO), praktijkonderwijs (PRO) en voortgezet speciaal onderwijs (VSO).

Deelnemers

In mei 2026 zijn negen experts doelgericht geselecteerd uit het professionele netwerk van de onderzoekers op basis van hun expertise op het gebied van wiskundeonderwijs, wiskundeonderwijsonderzoek en/of de opleiding van wiskundeleraren. Acht van hen hebben de vragenlijst ingevuld. Daarbij hebben de VSO-experts ook de vragen over de acht kenmerken specifiek voor het VSO beantwoord.

De expertgroep bestond uit vier lerarenopleiders, allen met ervaring als docent wiskunde in het voortgezet onderwijs, één internationaal gerenommeerd onderzoeker op het gebied van wiskundeonderwijs, twee experts op het gebied van het voortgezet speciaal onderwijs en één junior onderzoeker met ervaring als docent wiskunde. Door deze samenstelling werd zowel wetenschappelijke als praktijkgerichte expertise vertegenwoordigd.

Procedure

De expertraadpleging vond in juni 2026 plaats via een online vragenlijst. Voor elk kenmerk dat uit de literatuurreview naar voren kwam, werd eerst een korte inhoudelijke beschrijving gegeven, gebaseerd op de definities en bevindingen uit de geïncludeerde systematische reviews en meta-analyses. Vervolgens werd de experts gevraagd per kenmerk drie vragen te beantwoorden:

1. *In welke mate schat u in dat dit kenmerk momenteel wordt toegepast in de onderbouw van het VO, PRO en VSO in Nederland?* Deze vraag werd beantwoord op een driepuntsschaal, variërend van *niet tot nauwelijks* tot *op grote schaal*.
2. *Hoe belangrijk zou dit kenmerk kunnen zijn voor de reken- en wiskundeprestaties van leerlingen in de onderbouw van het VO, PRO en VSO?* Deze vraag werd beantwoord op een vierpuntsschaal, variërend van *niet tot nauwelijks belangrijk* tot *zeer belangrijk*.
3. *Licht uw antwoorden indien gewenst toe.* Deze open vraag bood experts de gelegenheid hun beoordeling te motiveren, nuances aan te brengen of aanvullende opmerkingen te maken.

De drie- en vierpuntsschalen bij vraag 1 en 2 zijn gekozen in navolging van Valk et al. (2023). Merk op: voor de kenmerken gevonden bij reviews over het VO is toch ook gevraagd of deze van belang zouden kunnen zijn voor het VSO. Daarom staan in de resultaten over het VO ook opmerkingen van experts vermeld die betrekking hebben op het VSO.

Tot slot kregen de experts het verzoek om eventueel aanvullende beïnvloedbare kenmerken van het onderwijsleerproces te noemen, die in Nederland aantoonbaar samenhangen met reken- en wiskundeprestaties in het VO, PRO en/of VSO.

De experts kregen twee weken de tijd om de vragenlijst in te vullen. Na de eerste respons is de vragenlijst op enkele redactionele punten verduidelijkt naar aanleiding van feedback van de eerste respondent. Deze expert kreeg vervolgens de gelegenheid de eerder gegeven antwoorden desgewenst aan te passen.

Analyse

De antwoorden op de gesloten vragen zijn beschrijvend geanalyseerd. Gezien het beperkte aantal experts en het ordinale karakter van de antwoordschalen is afgezien van het berekenen van gemiddelden. De resultaten worden daarom weergegeven in de vorm van staafdiagrammen, zodat de spreiding van de antwoorden zichtbaar blijft. Voor de kenmerken die uitsluitend

betrekking hebben op het VSO zijn de beoordelingen gebaseerd op de twee experts met specifieke VSO-expertise. Vanwege dit beperkte aantal respondenten worden deze resultaten uitsluitend kwalitatief beschreven.

De antwoorden op de open vragen zijn niet gecodeerd of thematisch geanalyseerd. De toelichtingen worden, na redactie, integraal opgenomen in het rapport om de interpretatie van de kwantitatieve resultaten te ondersteunen. Niet alle experts hebben ieder kenmerk of iedere toelichtingsvraag van commentaar voorzien. Wanneer een expert aangaf geen expertise te hebben over het kenmerk, om vervolgens wel toelichting te geven, dan werd die toelichting verwijderd. De door experts aangedragen aanvullende kenmerken zijn redactioneel bewerkt tot een tabel.

3.3 INTEGRATIE VAN LITERATUUR EN EXPERTBEOORDELINGEN

De resultaten van de expertraadpleging zijn gebruikt om de bevindingen uit de literatuurreview te contextualiseren en aanbevelingen voor de Nederlandse onderwijspraktijk te formuleren. Kenmerken waarvoor de internationale literatuur consistente positieve effecten laat zien én die door experts als belangrijk worden beoordeeld, vormen een sterke basis voor aanbevelingen. Wanneer experts een kenmerk minder relevant achten dan op grond van de internationale literatuur verwacht zou worden, wordt deze discrepantie expliciet besproken. Dergelijke verschillen kunnen wijzen op kenmerken van de Nederlandse onderwijscontext of op verschillen tussen internationale onderzoeksomgevingen en de Nederlandse onderwijspraktijk. Hiermee vervult de expertraadpleging niet alleen een validerende, maar ook een contextualiserende functie binnen de review.

4. RESULTATEN

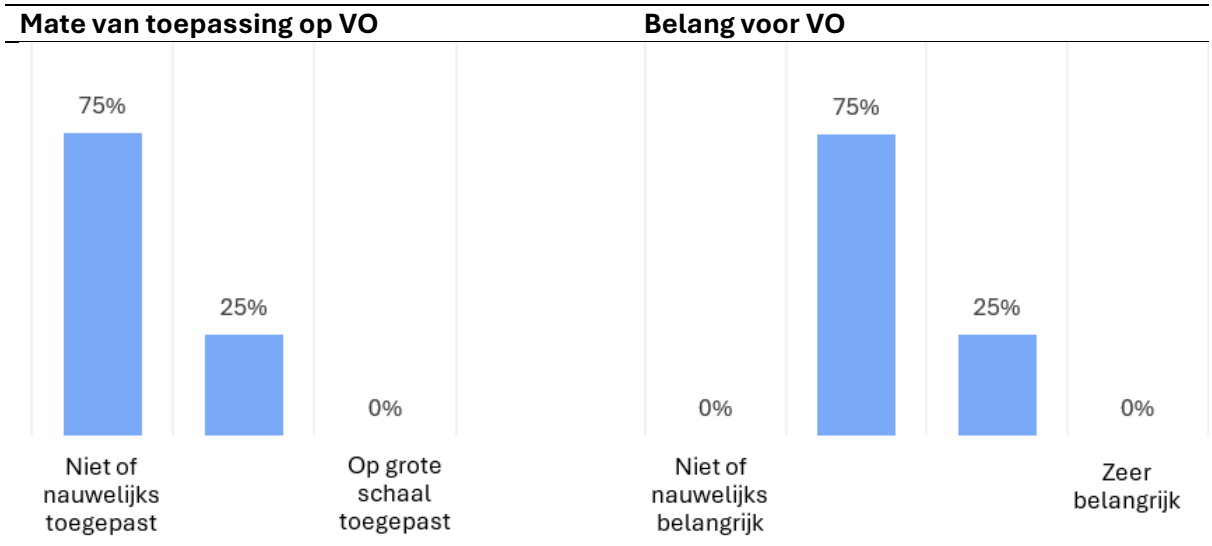
4.1 KENMERKEN EFFECTIEF REKEN- EN WISKUNDEONDERWIJS IN HET VO

Hieronder bespreken we veertien onderwijskenmerken uit het VO, zoals naar voren gekomen in het literatuuronderzoek. Dertien kenmerken komen exclusief elk in één artikel voor. Eén kenmerk komt in twee artikelen voor. In dat laatste geval worden beide artikelen besproken in de betreffende deelsectie. Per kenmerk presenteren we een beschrijving, de uitkomsten uit de relevante literatuur, en de uitkomsten van de expertraadpleging.

4.1.1 MAKER-GEORIËNTEERD ONDERWIJS

Maker-georiënteerd onderwijs is een onderwijsparadigma dat zich richt op de maakcultuur. Deze cultuur moedigt individuen aan om hun ideeën te verwezenlijken door het creëren van tastbare producten, zoals prototypes en objecten, en zo een leerervaring te bevorderen. Het omvat vaak het gebruik van digitale fabricagemiddelen en -technologieën, zoals 3D-printers, lasersnijders, microcontrollers en CAD-software (computerondersteund ontwerp), waardoor leerlingen ideeën kunnen omzetten in fysieke objecten door middel van iteratieve ontwerp- en productieprocessen.

De meta-analyse van Lu en Zheng (2025) rapporteert op basis van 34 studies een klein tot matig positief effect (ES = 0.369) op de leeropbrengsten van maker-georiënteerde interventies. Het grootst was het effect voor middelbare scholieren, bij wiskunde met interventies van één tot drie maanden. Het blijkt dat hoe ouder de leerlingen zijn, hoe sterker dit positieve effect zich manifesteert: voor de basisschool vinden ze slechts een klein effect, ES = 0,22, voor de onderbouw van het VO een klein tot matig effect ES = 0,40, en voor de bovenbouw middelbare school (*highschool*) een matig effect, ES = 0,55.



Figuur 4.1 *Expertevaluaties voor maker-georiënteerd onderwijs*

Experts schatten in dat maker-georiënteerd onderwijs nog niet veel plaatsvindt in de onderbouw van het VO, en achten het enigszins van belang voor het VO (zie Figuur 4.1). Zij zien er potentie voor in het VO en VSO, wat blijkt uit hun opmerkingen:

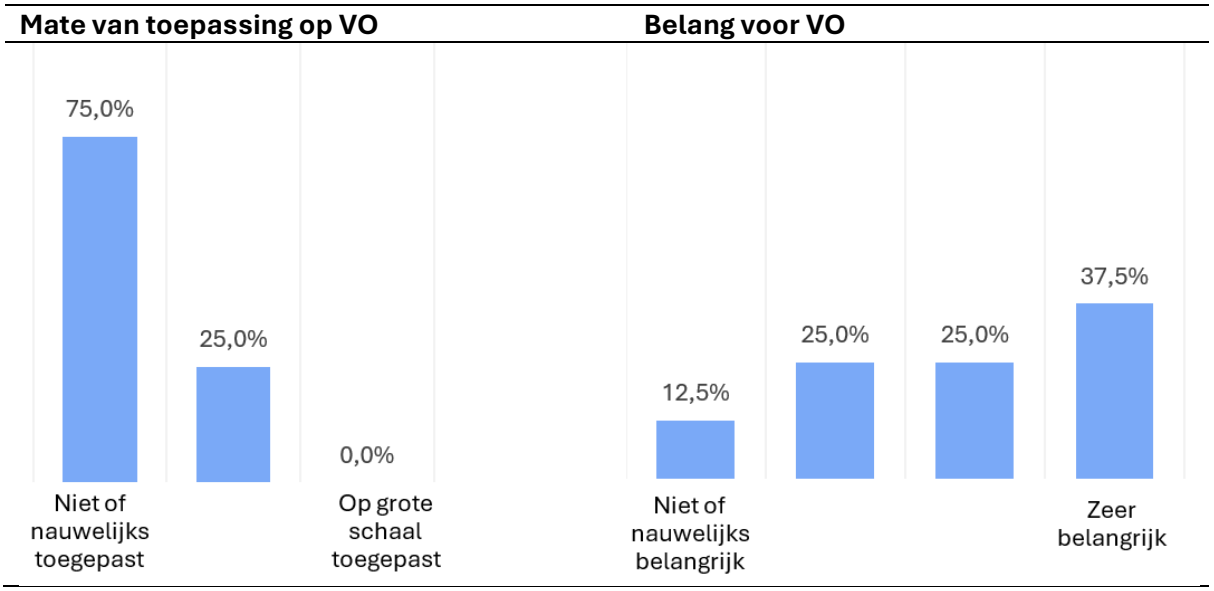
- Ik denk dat makeronderwijs kan bijdragen aan betekenisvol leren, motivatie en transfer. Tegelijkertijd denk ik dat dit wel sterk van de doelgroep afhangt. En bovendien ben ik sceptisch of de benodigde wiskunde niet te snel te complex of te weinig authentiek zijn.

- Ik denk dat werken met tastbare materialen (materieel handelen) begripsverhogend kan werken. Of dat (alleen) maker-georiënteerd moet zijn weet ik niet zeker. Het lijkt me dat er vragen in Peil moeten voorkomen waarin dit gemeten kan worden.
- Voor onze VSO leerlingen zou dit heel belangrijk kunnen zijn omdat het mogelijkheden biedt om ideeën tastbaar / visueel te maken.
- Ik twijfel tussen 2 en 3; dit omdat maker-onderwijs hier wel heel eng gedefinieerd is (lijkt meer bij praktische opleidingen passen dan bij algemeen voortgezet onderwijs); aandacht voor hands-on materialen (breder gedefinieerd) zou ik score 3 geven.

4.1.2 EMBODIED LEEROMGEVINGEN

In een embodied leeromgeving staat fysieke interactie centraal, en ontstaat kennis door lichamelijke betrokkenheid bij materialen, gereedschap en/of de omringende context, in plaats van uitsluitend door abstracte mentale processen. Leerlingen ontwikkelen concepten bijvoorbeeld door wiskundig papier te vouwen, of door wiskundige objecten te manipuleren op een touchscreen of in een VR-omgeving.

De meta-analyse van Liu et al. (2025) op basis van 46 studies laat zien dat leren in embodied leeromgevingen een klein tot matig positief effect had op de leerprestaties van leerlingen ($ES = 0{,}406$). Binnen de verschillende vakgebieden werden voor de natuurwetenschappelijke vakken, waaronder wiskunde, matige positieve effecten gevonden ($ES = 0{,}433$). De effectiviteit van belichaamd leren bleek afhankelijk van verschillende kenmerken van de interventie. Zo werden de grootste effecten gevonden bij leerlingen in het voortgezet onderwijs ($ES = 0{,}742$) en bij interventies die een volledige schooltermijn duurden ($ES = 1{,}522$). Daarnaast waren interventies effectiever wanneer leerlingen *actief* lichamelijk betrokken waren, wanneer sprake was van een hoge mate van belichaming en wanneer in kleine groepen werd gewerkt. Deze resultaten suggereren dat het betrekken van lichaamsbewegingen, gebaren of fysieke interacties bij leeractiviteiten een veelbelovende aanpak kan zijn om het leren van wiskundige en andere natuurwetenschappelijke concepten te ondersteunen.



Figuur 4.2 *Expertevaluaties voor embodied leeromgevingen*

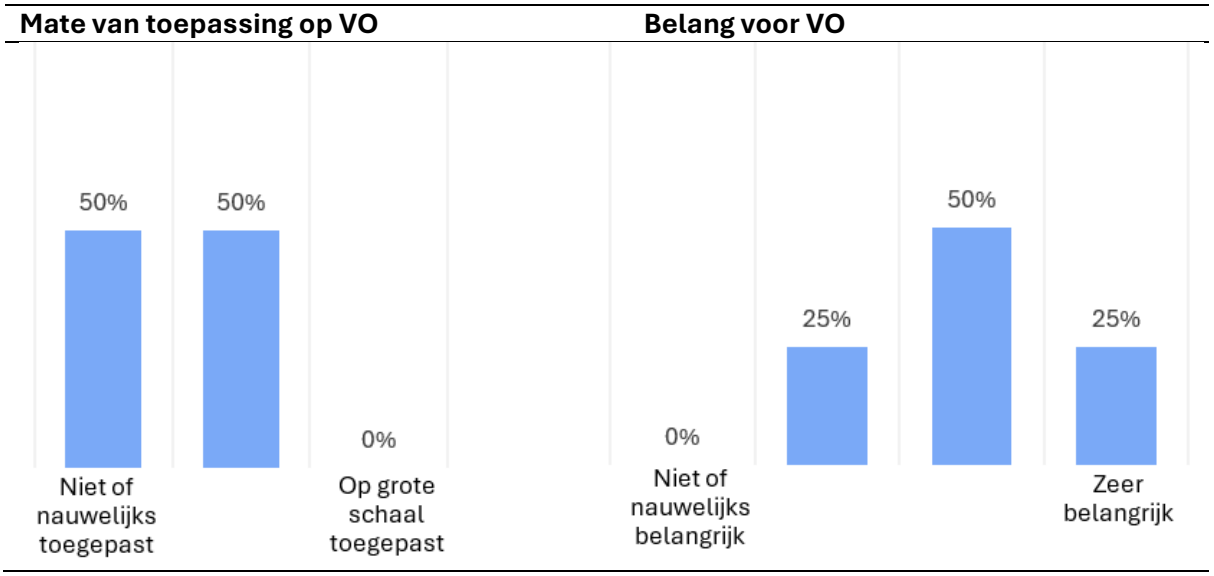
Experts schatten in dat embodied leeromgevingen nog niet veel worden toegepast in de onderbouw van het VO (zie Figuur 4.2). Over het belang ervan zijn de meningen verdeeld, maar de opinie neigt naar een groot belang. De experts merken op:

- Hier valt denk ik nog wel te winnen.
- Alle kennis is embodied, dus een leeromgeving die hier rekenschap van geeft, lijkt mij heel waardevol.
- Naar mijn inschatting worden embodied leeromgevingen in het VSO momenteel beperkt toegepast. Hoewel veel scholen gebruikmaken van concreet materiaal en handelend leren, vraagt een systematische toepassing van embodied learning specifieke didactische expertise en soms aanvullende voorzieningen of technologie. Door de relatief kleinschalige sector lijkt deze expertise nog niet breed beschikbaar. Tegelijkertijd zie ik potentieel voor deze benadering, omdat lichamelijke en zintuiglijke ervaringen leerlingen kunnen ondersteunen bij het verwerven van abstracte reken- en wiskundige concepten. Voor een deel van de VSO-doelgroep kan dit een toegankelijkere route bieden naar begrip dan uitsluitend talige of symbolische instructie. Wel baseer ik dit laatste vooral op theoretische overwegingen en niet op directe praktijkervaring met onderzoek naar embodied learning in het VSO.
- Ik vermoed dat het nu vooral wordt toegepast als ‘extraatje’.
- Zou belangrijk kunnen zijn als ook de rol van concreet werken in VO verder uitgewerkt gaat worden. Mijns inziens moet embodied cognition breder opgevat worden: niet enkel met concrete materialen werken maar juist ook dat ons denken (mentale processen) ook gaat in termen van menselijk handelen in een omgeving (Bijv. we lopen over grafiek, we nemen dingen samen, enz)

4.1.3 AI-GESTUURDE INTELLIGENTE TUTORSYSTEMEN

AI-gestuurde intelligente tutorsystemen zijn onderwijstechnologieën die kunstmatige intelligentie gebruiken om gepersonaliseerde instructie, feedback en ondersteuning te bieden, afgestemd op de individuele behoeften van leerlingen. Door de reacties, voortgang en misvattingen van leerlingen continu te analyseren, passen deze systemen de inhoud, begeleiding en leerroutes in realtime aan om het begrip te vergroten en effectief leren te bevorderen.

De systematische review van Létourneau en collega’s (2025) op basis van 28 studies vat de effecten samen op basis van vergelijkingen met verschillende controlecondities. Acht studies vergeleken onderwijs middels een ITS met onderwijs van een leraar. Zeven van deze studies rapporteerden significante positieve effecten ten gunste van ITS, met effecten die werden beschreven als matig tot groot. Bijvoorbeeld, een studie over wiskundeonderwijs bestudeerde het gebruik van de leeromgeving *Yixue Squirrel AI* voor een leerarrangement over de stelling van Pythagoras en vond een matig tot groot effect (ES=0,68) ten opzichte van een versie zonder deze ITS. Vier studies vergeleken een met AI aangepaste ITS met dezelfde ITS zonder AI. Slechts één van die studies vond een significante verbetering van de leerprestaties. In elf studies werd een bestaande ITS aangepast om de leerprestaties te verbeteren. In slechts drie van de elf leverde dat een positief effect op de leerprestaties, meestal klein. Bijvoorbeeld, in één gereviewde studie werd de leeromgeving voor algebralessen op een middelbare school herontworpen in de Cognitieve Tutor, wat tot significante verbetering van de leerprestaties leidde.



Figuur 4.3 *Expertevaluaties voor AI-gestuurde intelligente tutorsystemen*

De experts schatten in dat AI-gestuurde intelligente tutorsystemen al enigszins worden toegepast in de onderbouw van het VO (zie Figuur 4.3, links). Daarbij merken we op dat de meeste huidige tutorsystemen een vorm van AI hebben ingebouwd, maar waarschijnlijk nog geen genAI. Dat laatste wordt momenteel op grote schaal ontwikkeld (Gupta et al., 2025), en de gevolgen daarvan voor het VO gaan de komende jaren zichtbaar worden. De experts schatten in dat AI-gestuurde tutorsystemen belangrijk zijn voor het onderwijs in de onderbouw van het VO (zie Figuur 4.3, rechts). Ze lichten dit als volgt verder toe:

- GenAI gaat natuurlijk veel invloed hebben op de onderwijspraktijk. Er valt veel te winnen en wellicht ook wel wat te verliezen.
- Het antwoord hangt af van de kwaliteit van de technologie, maar de droom van Silicon Valley is AI die menselijke kwaliteiten evenaart zo niet overtreft. Dan is AI-sturing even waardevol, of waardevoller, als docentbegeleiding – behalve dat de "warme" component mist, natuurlijk.
- Ik heb de indruk dat dit op beperkte schaal gebeurt en dan vooral met digitale rekenprogramma's (gericht op wegwerken deficiënties) die lang niet allemaal aan alle vereisten voor een ITS voldoen en vaak denk ik ook (nog) niet op basis van AI.
- Ik zie voor rekenen en wiskunde de potentie, omdat deze systemen leerlingen directe feedback kunnen geven, het leertempo kunnen aanpassen en extra oefenmogelijkheden kunnen bieden. Voor het VSO zijn er echter nog belangrijke vragen. Een deel van de ondersteuningsbehoeften van leerlingen heeft niet alleen betrekking op vakinhoudelijke kennis, maar ook op motivatie, zelfregulatie, sociale interactie en het interpreteren van feedback. Het is daarom onzeker in hoeverre de werkingsmechanismen van AI-gestuurde feedback voor deze doelgroep hetzelfde zijn als voor leerlingen in het reguliere onderwijs. (of mogelijk is dat al wel bekend, maar he tis mij onbekend)
- Het zou mooi zijn als AI ondersteuning zou kunnen bieden afgestemd op individuele behoeften van leerlingen. Ik denk dan vooral aan leerlingen met een beperking. AI zou dan, via een omweg, ook docenten kunnen ondersteunen bij het lesgeven aan leerlingen met een beperking.
- Ik zou meer inzetten op zelfredzaamheid van leerlingen, metacognitie; leerlingen leren dan hun eigen feedback te organiseren, en daarbij kan AI een belangrijke rol spelen.

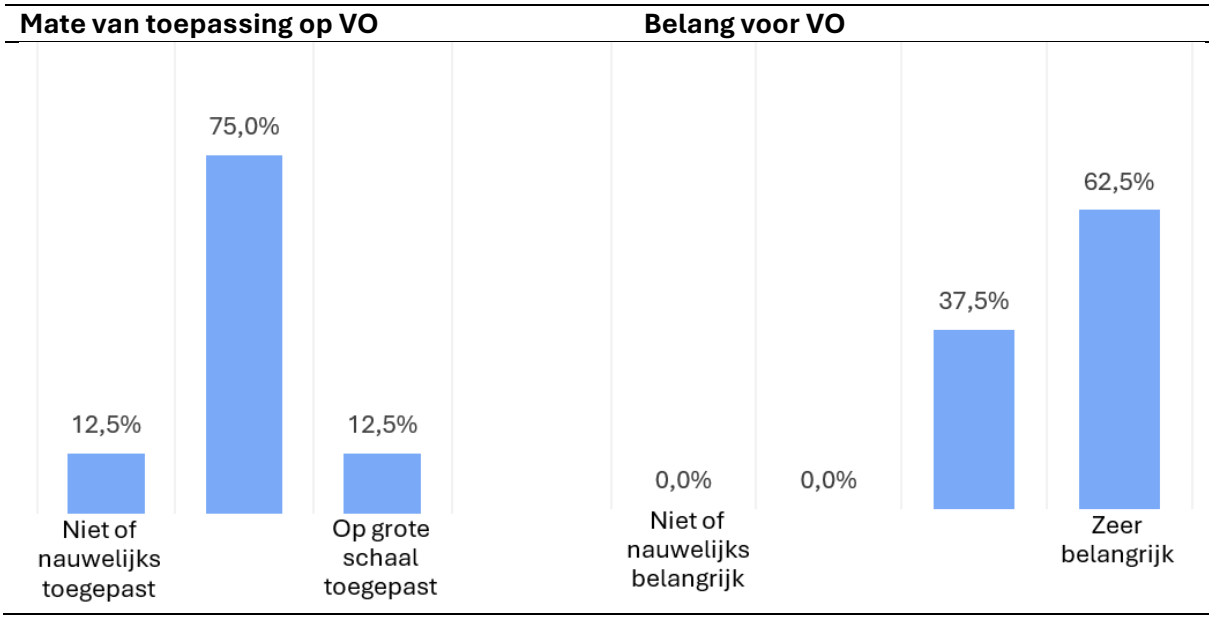
Sommige experts vatten “tutorsystem” wat breder op. Leerlingen zetten genAI-gestuurde chatbots in als tutors tijdens het leerproces, en in die zin is zo’n chatbot ook een AI-gestuurd tutorsysteem. Uit onderzoek uitgevoerd in 2024 onder 1101 Duitse middelbare schoolleerlingen blijkt dat 3% van die leerlingen elke keer bij wiskunde (gen)AI gebruikt, nog eens 5% wekelijks en nog eens 5% maandelijks (Stallmeister & Rezat, 2026). Het gebruik zal inmiddels vele malen hoger liggen.

4.1.4 VISUELE REPRESENTATIES

Visuele representaties als educatieve hulpmiddelen verwijzen naar dynamische digitale omgevingen waarin leerlingen abstracte concepten kunnen verkennen, manipuleren en visualiseren door middel van interactieve visuele modellen. Denk aan digitale tools zoals GeoGebra, Cabri, Sketchpad, GeoHepta, grafische rekenmachines en 3D-modellen. Hier kunnen leerlingen parameters variëren, transformaties observeren en direct de effecten zien op grafieken, geometrische constructies en ruimtelijke relaties.

Melia Sari en collega’s vinden op basis van 24 gereviewde studies globaal een zeer groot effect voor het gebruik van visuele representaties, $ES = 1{,}18$. Voor studies die in Europa uitgevoerd zijn is dat effect iets kleiner, $ES = 0{,}89$. Het effect is daarbij in grote klassen wat minder groot dan in kleine en matige klassen ($ES = 0{,}68$ versus $ES = 1{,}03$, respectievelijk, $ES = 1{,}63$). Ze splitsen ook uit naar wiskundig onderwerp, waarbij meetkunde eruit springt (niet verwonderlijk vanwege het visuele karakter) met $ES = 1{,}44$, gevolgd door goniometrie ($ES = 1{,}07$), algebra ($ES = 0{,}96$, en calculus $ES = 0{,}79$)

Het effect is het sterkst op universitair niveau ($ES = 1{,}70$), gevolgd door de onderbouw van het voortgezet onderwijs ($ES = 0{,}98$) en de bovenbouw ($ES = 0{,}82$). Er is zowel een positief effect op de houding van leerlingen ($ES = 0{,}71$), als op de kennis ($ES = 1{,}48$), als op de wiskundige vaardigheden ($ES = 1{,}00$). De auteurs splitsen ook uit naar de software die wordt gebruikt. GeoGebra, ook zeer bekend onder Nederlandse docenten, springt eruit, met een effectgrootte van $1{,}31$. Het inmiddels wat verouderde Cabri heeft eveneens een kleiner effect ($ES = 0{,}59$). En ook (inmiddels) wat minder bekende programma’s worden genoemd: SketchPad, $ES = 1{,}05$, en GeoHepta, $ES = 1{,}20$. Tot slot gebruiken Nederlandse leerlingen natuurlijk ook veelvuldig hun grafische rekenmachine, in de bovenbouw. Het effect van de GR wordt in het artikel bepaald op $ES = 0{,}74$.



Figuur 4.4 *Expertevaluaties voor visuele representaties*

Figuur 4.4 laat zien dat experts inschatten dat visuele representaties, zoals gefaciliteerd in GeoGebra, al redelijk veel worden gebruikt in de onderbouw van het VO. Volgens de experts zou het gebruik bij geschikte onderwerpen echter nog kunnen worden uitgebreid, want ze achten het gebruik ervan zeer belangrijk. Dat lichten ze als volgt toe:

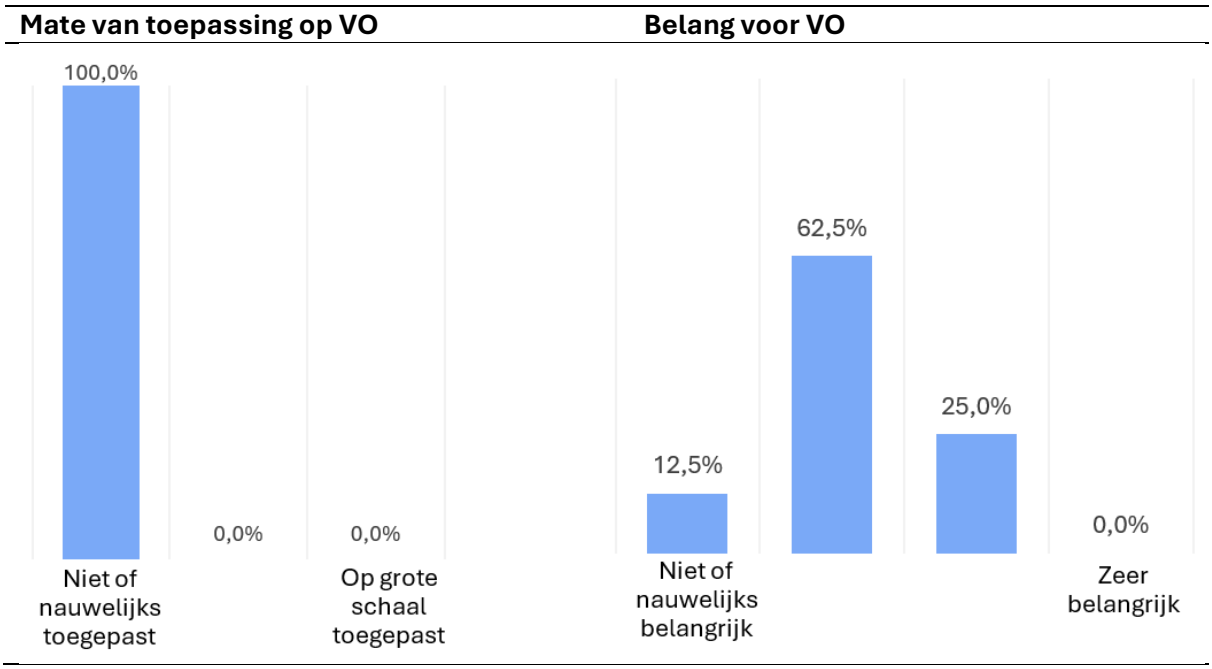
- Visuele representaties spelen nu ook al een grote rol in wiskundeonderwijs, maar niet noodzakelijk met digitale middelen. Dat zou nog meer kunnen.
- Bij een aantal onderwerpen zijn visuele representaties heel krachtig, maar bij andere onderwerpen betwijfel ik de meerwaarde.
- Visuele representaties - met name die gemanipuleerd kunnen worden zijn heel relevant in het wiskundeonderwijs en worden mijns inziens in de onderbouw nog veel te weinig gebruikt. Naast de noemde programma's zou je ook kunnen denken aan apps (voor specifieke toepassingen) a la de 'oude' Digitale Wiskundeomgeving (DWO) [tegenwoordig Numworx: https://www.numworx.nl/]. Ook hier: het zou mooi zijn als vragen met dergelijke hulpmiddelen/omgevingen zouden voorkomen in Peil.
- Ik denk dat, maar dat geldt waarschijnlijk voor alle hulpmiddelen die hier genoemd worden, de hulpmiddelen nog niet helemaal goed worden ingezet. Andere hulpmiddelen vragen om een andere didactiek.
- Visualiseren, manipuleren is onmisbaar om wiskundige concepten te leren op een snelle en effectieve manier. Daarbij denk ik in eerste instantie aan omgevingen waarin een beperkt aantal parameters door leerlingen gevarieerd kunnen worden zodat ze zicht houden op de relatie in en output.

4.1.5 AUGMENTED REALITY

Augmented Reality (AR) is een technologie die echte en virtuele objecten integreert in een fysieke omgeving, realtime interactie mogelijk maakt en digitale elementen afstemt op objecten in de echte wereld in een driedimensionale ruimte. In het wiskundeonderwijs wordt AR gebruikt om wiskundige objecten en concepten te visualiseren, te manipuleren en in context te plaatsen door

interactieve virtuele representaties over de fysieke omgeving heen te leggen, waardoor abstracte ideeën tastbaarder en ruimtelijk concreter worden.

De systematische review van İslim en collega's (2024) meldt geen effectgroottes, maar rapporteert wel bij hoeveel van de 96 gereviewde studies een positief effect is gemeten. Zo ging bij op AR gebaseerde interventies in 59 van de 62 studies de academische prestaties er The meta-analyseop vooruit, terwijl die bij drie studies ongewijzigd bleven. De ruimtelijke vaardigheid werd in 24 studies gemeten, en in alle gevallen ging die erop vooruit. In zes artikelen werd een verhoogde strategische vaardigheid gemeten. Daarnaast was bij sommige studies aandacht voor de affectieve impact. In 23 artikelen werd een toegenomen motivatie gemeten, in zeven artikelen een verbeterde houding, in twee artikelen een verbeterde zelfeffectiviteit, en in één een verminderde angst.



Figuur 4.5 *Expertevaluaties voor augmented reality*

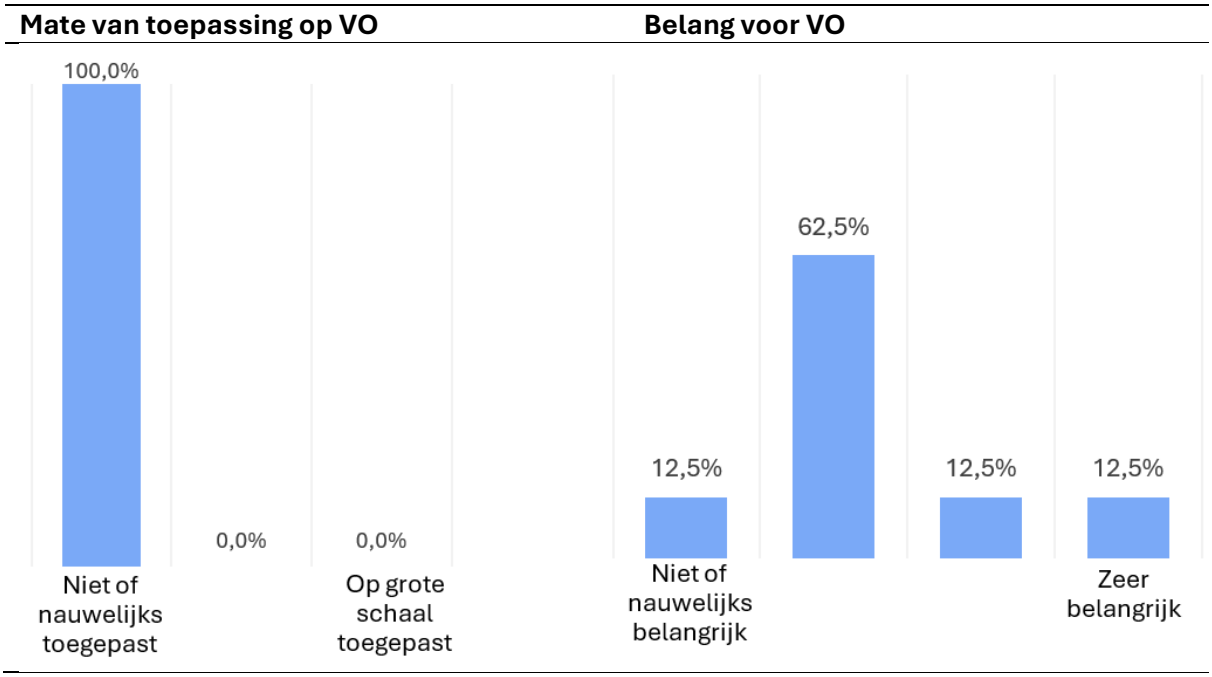
Experts schatten in dat augmented reality nog niet wordt toegepast in de onderbouw van het VO (zie Figuur 4.5). Ze sluiten echter niet uit dat het van belang zou kunnen zijn. Toelichtingen hierop staan hieronder bij kenmerk Virtual reality, omdat de experts werden gevraagd hun antwoorden bij beide kenmerken gelijktijdig toe te lichten, omdat die technieken inhoudelijk zo dicht bij elkaar liggen.

4.1.6 VIRTUAL REALITY

Virtual reality (VR) is een technologie die, middels een gesloten headset, computergegenereerde omgevingen creëert waarin gebruikers in realtime kunnen interageren met digitale objecten en ruimtes. In het wiskundeonderwijs wordt VR gebruikt om wiskundige structuren zoals geometrische figuren, grafieken en ruimtelijke relaties te verkennen en te manipuleren in volledig gesimuleerde 3D-omgevingen. Hierdoor kunnen leerlingen abstracte concepten ervaren in een concrete en visueel rijke context.

De meta-analyse van Cromley en collega's (2023) meldt op basis van 18 studies een klein effect ($ES = 0{,}33$) voor interventies die gebruikmaken van VR-devices. De effecten zijn significant voor natuurwetenschappelijke vakken ($ES = 0{,}38$), maar niet voor wiskunde. De effecten zijn overall

significant op feitenkennis ($ES = 0{,}38$), voor conceptuele kennis ($ES = 0{,}37$) en ook bij transfertaken ($ES = 0{,}59$). Zowel laboratoriumstudies ($ES = 0{,}39$) als klaslokaalstudies ($ES = 0{,}39$) bevestigen het positieve effect. Er wordt voorts nog onderscheid gemaakt tussen laag-immersieve systemen ($ES = 0{,}53$) en hoog-immersieve systemen ($ES = 0{,}30$), en verrassend genoeg blijkt het dus nadeliger voor het leren om volledig ondergedompeld te zijn in de virtuele wereld.



Figuur 4.6 *Expertevaluaties voor virtual reality*

Net als bij augmented reality, schatten experts in dat virtual reality nog niet of nauwelijks wordt toegepast in de onderbouw van het VO, en ook hier achten ze enige relevantie ervan niet uitgesloten (zie Figuur 4.6). Dit wordt, voor AR en VR, als volgt toegelicht:

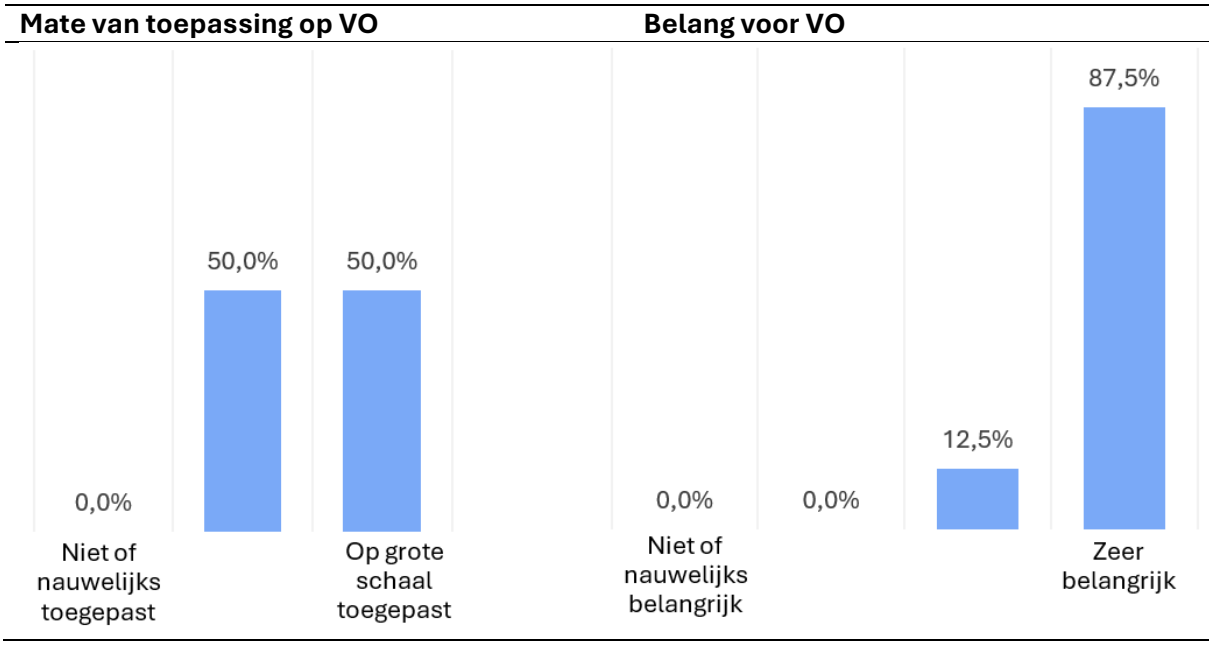
- Allebei nog lastig om in regulier klassikaal onderwijs toe te passen, al liggen er—als smartphones weer de klas in mogen—ook wel kansen.
- Mijn inschatting is dat dit een niche-onderwerp is.
- In de onderbouw kun je denk ik nog veel doen met echte materialen.
- Bij mijn antwoorden kijk ik naar de korte termijn. Op langere termijn zouden deze AR en VR natuurlijk vanzelfsprekend gereedschap kunnen zijn. Op korte termijn zijn de prestaties en kosten dermate dat ik investering in deze zaken niet zou doen en eerdere andere zaken zou doen.

4.1.7 Formatieve beoordeling

Formatieve beoordeling verwijst naar elke beoordelingsmethode *tijdens* het leerproces. Het omvat een breed scala aan benaderingen, zoals quizzen, klassenobservaties, beoordelingen door medeleerlingen en zelfbeoordelingen, en computerondersteunde evaluaties. Al deze methoden genereren feedback of gegevens die gebruikt kunnen worden om het onderwijs te sturen en aan te passen.

Over het belang van formatief handelen en beoordelen bestaat weinig controverse. De meta-analyse van Yao en collega's bevestigt dat opnieuw op basis van 118 geanalyseerde studies. Het

gecombineerde effect op leeropbrengst is klein ($ES = 0{,}25$), maar statistisch significant en positief. Het effect is breed robuust over inhoudsgebieden, inclusief wiskunde: opbrengsten voor wiskunde verschillen niet significant van de referentiegebieden. De effecten op de middelbare school werden geïnterpreteerd als significant groter dan die op de basisschool.



Figuur 4.7 *Expertevaluaties voor formatieve beoordeling*

De experts schatten in dat formatieve beoordeling al redelijk veel tot veel wordt toegepast in de onderbouw van het VO (zie Figuur 4.7). Ze beoordelen formatieve beoordeling als een zeer belangrijke onderwijspraktijk. Dat lichten ze als volgt toe:

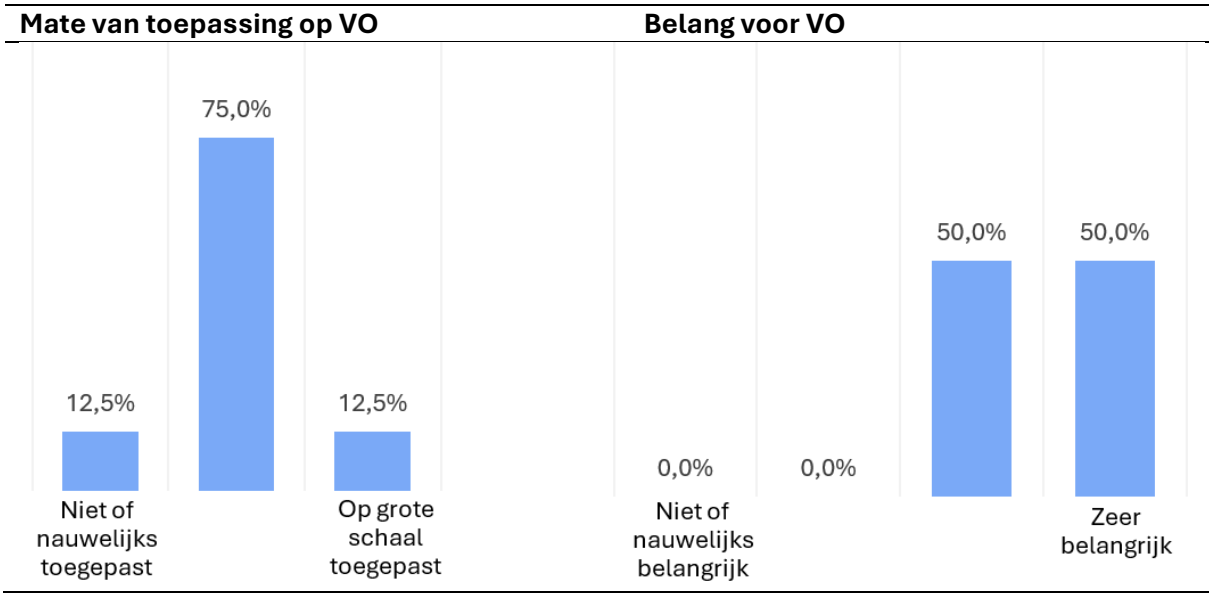
- Afhankelijk van hoe ruim je de definitie opvat speelt formatief handelen nu ook al een grote rol. Die zal, lijkt me, niet kleiner worden.
- Ik interpreteer dit breed als 'leren zichtbaar maken' en hier vervolgens op inspelen.
- Formatief beoordelen wordt nog heel wisselend ingevuld (voor zover ik weet), bijvoorbeeld alleen als 'toetsen zonder cijfers'. Vaak blijft het denk ik teveel impliciet (onzichtbaar voor de leerlingen). Het is volgens mij cruciaal voor het goed verlopen van het leerproces. Het zou mooi zijn als ook in een meting als Peil de leerlingen goede feedback zouden krijgen op hun oplossingen.
- De verschillen tussen scholen/docenten met betrekking tot formatief handelen zijn groot, maar diverse docenten zijn hiermee bezig. Ondersteuning daarbij lijkt me belangrijk. Daarbij denk ik dat docenten moeten leren om dit pragmatisch te doen.

Formatief beoordelen wordt soms ook formatief handelen genoemd.

4.1.8 MULTICONTEXTUELE AANPAK

Een multicontextuele aanpak is een onderwijsbenadering die contextuele theoretische kaders combineert, dat wil zeggen kaders die het gebruik van situaties uit de echte wereld als basis voor het leren bevorderen, zoals realistische wiskundeonderwijs (wiskunde op basis van betekenisvolle probleemsituaties), etno-wiskunde (wiskunde op basis van de eigen etnische achtergrond), omgevingsgericht leren, probleemgericht leren en onderzoekend leren.

De meta-analyse van Putri en collega's (2025) rapporteert op basis van 28 artikelen een algemeen positief effect van (multi)contextuele benaderingen op de wiskundige vaardigheden van leerlingen, $ES = 0{,}74$. Van alle contextuele aanpakken toont Realistisch wiskundeonderwijs het sterkste effect, $ES = 1{,}21$, gevolgd door een etno-mathematische aanpak, $ES = 0{,}65$, en een aanpak gebaseerd op technologie-integratie, $ES = 0{,}64$. Daarentegen vertoonden milieueducatie (*environmental learning*), $ES = 0{,}30$, en probleemgebaseerd leren, $ES = 0{,}25$, kleinere effecten. Putri en collega's concluderen dat contexten wiskundig leren kunnen ondersteunen, maar de effectiviteit ervan afhangt van hoe sterk de context verbonden is met wiskundige structuur en redenering. Het effect was ook groter voor de bovenbouw van het VO, $ES = 1{,}43$, dan voor basisschool en onderbouw, $ES = 0{,}63$, wat suggereert dat multicontextuele benaderingen bijzonder nuttig kunnen zijn voor oudere leerlingen.



Figuur 4.8 *Expertevaluaties voor multicontextuele aanpak*

De term "multicontextueel" zorgt voor enige verwarring onder experts: enkele vatten het simpelweg op als "het gebruik van contexten", terwijl een ander aangeeft het begrip niet te kennen en weer een ander een eigen interpretatie geeft. In de meeste Nederlandse wiskundemethodes zijn contexten bij opgaven alom tegenwoordig. De experts schatten in dat de multicontextuele redelijk veel wordt toegepast in de onderbouw van het VO (zie Figuur 4.8). Ze vinden die toepassing redelijk tot zeer belangrijk. Ze lichten dat als volgt toe:

- Situaties uit de echte wereld worden nu wel gebruikt, maar niet zelden op een gekunstelde manier. Daar is nog winst mogelijk.
- Ik val nu door de mand als 'expert', maar ik weet niet zeker wat wordt bedoeld.
- Relatie met de echte wereld/herkenbare omgeving lijkt mij zeker voor onderbouwleerlingen belangrijk vanwege de betekenisgeving/-vorming. Vanwege constructive alignment zou dat in toetsen/peiling ook zichtbaar moeten zijn. Dat klinkt makkelijker dan het is. In de laatste peil VO werd bijvoorbeeld probleemoplossen in context (deels) geoperationaliseerd als 'fruitpuzzels'. Dat valt mijns inziens niet onder wat hier als multicontextuele aanpak wordt beschreven. Overigens is het een misverstand dat realistisch wiskundeonderwijs gaat over situaties uit de echte wereld. Het gaat over situaties die voor leerlingen betekenis hebben, waarbij ze zich iets kunnen

voorstellen. Dat kunnen situaties uit de echte wereld zijn, maar ook situaties uit de wiskunde. Citaat: "Soms wordt bij 'realistisch' aan 'alledaagse werkelijkheid' of 'leefwereld' gedacht, terwijl wij met reëel 'betekenisvol' menen en 'realistisch' op 'zich realiseren wat de betekenis is' duidt. Realiteit is dan wat je als realiteit ervaart. Dat kan ook wiskunde zijn of de wereld van de getallen. Bij 'reëel' in de zin van 'als reëel ervaren', gaat het om situaties waar de leerlingen weten hoe je zinvol kunt handelen. Een en ander betekent bijvoorbeeld dat wat als reëel wordt ervaren, verandert als je meer leert." (Leren) mathematiseren is hierbij een belangrijk doel.
Bron: https://www.fi.uu.nl/publicaties/literatuur/7130.pdf

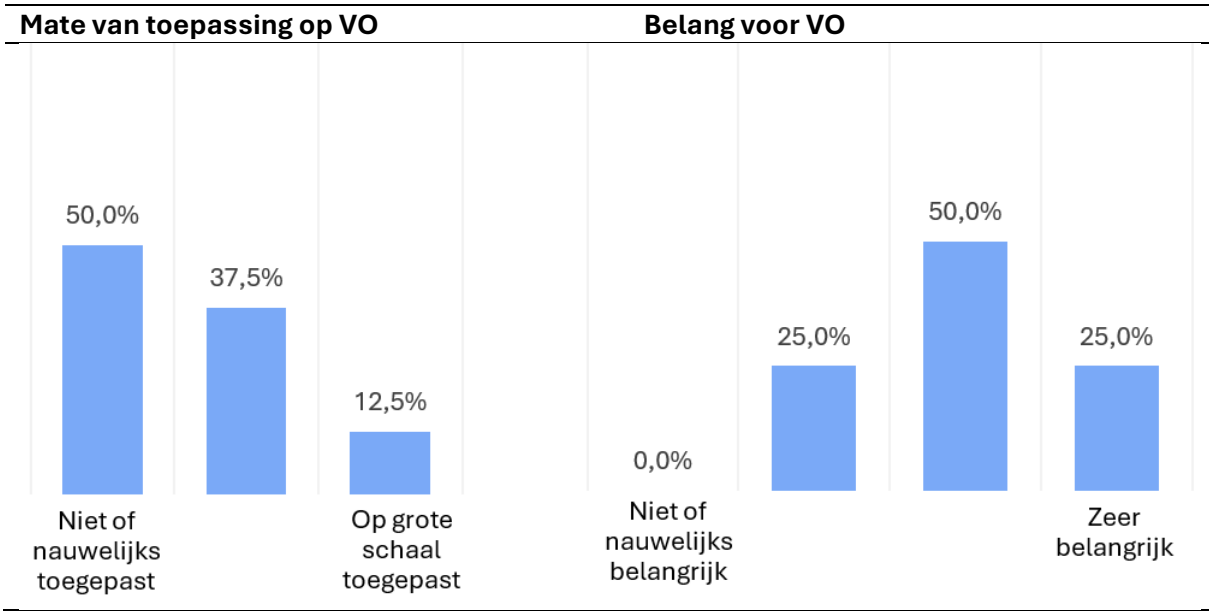
- Ik twijfel bij 1e vraag tussen 1 en 2 (een 3-puntsschaal is te weinig voor mij). Dit ligt in verlengde van handelingsgericht werken. Samenhang tussen vakken zou ook hieronder vallen, mijn inziens. Om dit te ondersteunen zouden we naar de Duitse Grundvorstellungen kunnen kijken (die een brug slaan tussen wiskundige concepten en verschijning in de reële wereld)

Uit de eerste en derde toelichting valt op te maken dat experts zorgen hebben over de manier waarop contexten (soms) worden ingezet in het Nederlandse wiskundeonderwijs.

4.1.9 TAALSENSITIEF ONDERWIJS

Taalsensitief onderwijs is onderwijs dat vakinhoudelijke kennis integreert met taalondersteuning. Dit omvat inhouds- en taalgeïntegreerde ondersteuning, tweetalige/translinguïstische benaderingen, het Sheltered Instruction Observation Protocol, Reciprocal Teaching, Collaborative Strategic Reading en andere ondersteunende strategieën.

Een overzicht van Vasylyeva et al. (2024) op basis van 53 geanalyseerde studies noemt verschillende effectgroottestatistieken voor studies over voorgezet onderwijs. Zo rapporteren ze significante effecten in vier groepsvergelijkingen, met effectgroottes in het bereik van ongeveer $0{,}450 \leq ES \leq 0{,}916$. Deze bevindingen suggereren dat taalsensitief onderwijs wiskunde kan ondersteunen wanneer taalconstructie verbonden is met wiskundige inhoud.



Figuur 4.9 *Expertevaluaties voor taalsensitief onderwijs*

Een meerderheid van de experts schat in dat het Nederlandse wiskundeonderwijs in de onderbouw van het VO nog niet tot nauwelijks taalsensitief is, terwijl de anderen dat (iets) positiever inschatten (zie Figuur 4.9). Tegelijkertijd wordt het belang ervan tamelijk hoog ingeschat. De experts lichten dat als volgt toe:

- Taalbewust vakonderwijs krijgt wel wat aandacht in Nederland, maar dat zou nog wat beter kunnen.
- Ik zie dit in mijn werk als lerarenopleider bij veel studenten [leraren in opleiding] terugkomen [als onderwerp van belang].
- Taal is belangrijk in de wiskunde, daar is ook veel onderzoek naar gedaan en zijn diverse tips en tools voor de praktijk ontwikkeld. Onderscheid maken tussen dagelijkse taal en academische(vak)taal ook en zoals hierboven gezegd: het expliciet ondersteunen van taal. Veel wiskundedocenten doen dit wel, maar benoemen het niet. Als ze dit wel doen profiteren leerlingen meer. Let op: in Nederland wordt dit vaak Taalgericht Vakonderwijs genoemd (of taalbewust leren). Het zou school-breed beleid moeten zijn. https://taalgerichtvakonderwijs.org.
- Het is belangrijk dat taalondersteuning niet als een generieke interventie wordt gezien, maar wordt verbonden aan de ondersteuningsbehoeften van de individuele leerling. Binnen het PRO en VSO kunnen communicatieproblemen voortkomen uit uiteenlopende onderliggende factoren. Het ontwikkelingsperspectief biedt een belangrijk kader om te bepalen welke vorm van taalondersteuning daadwerkelijk passend is.
- Bij de eerste vraag denk ik dat er grote verschillen zijn bij scholen. Sommige scholen merken de problemen meer dan andere [afhankelijk van de achtergrond van de leerlingen]. Taalbewust wiskundeonderwijs lijkt me belangrijk. Of dat meteen al die kreten die in het 2e deel van de vraag staan inhouden weet ik niet.

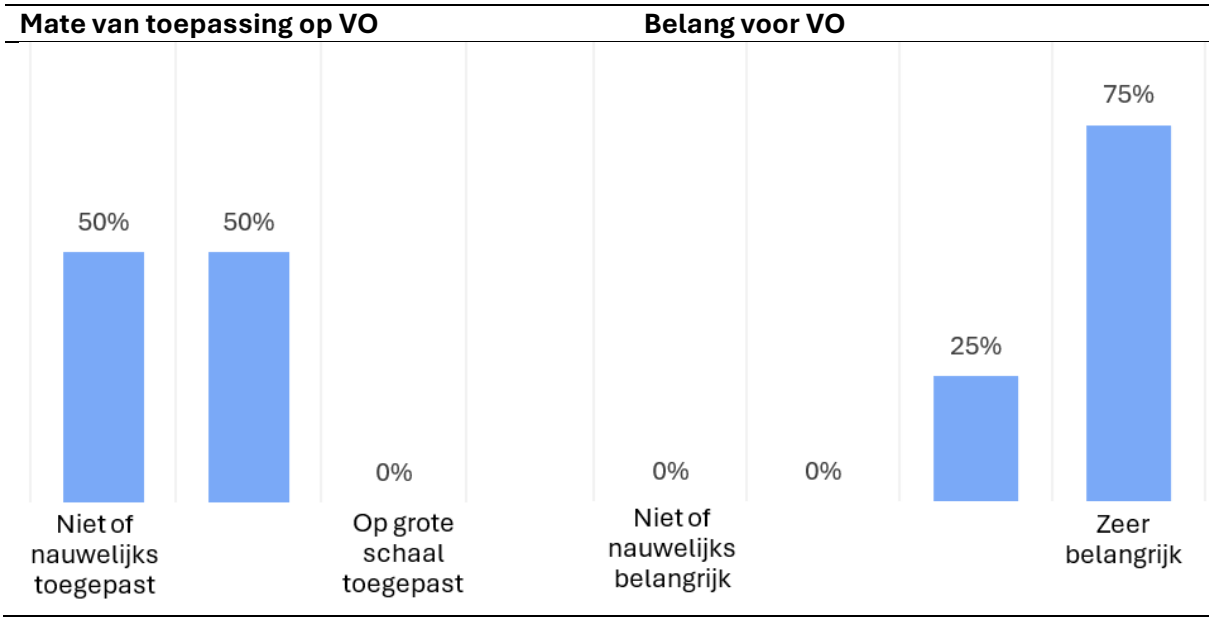
Vanuit de TU Eindhoven liep de afgelopen jaren een groot project naar meertaligheid en wiskundeonderwijs: https://multilingualmath.nl/.

4.1.10 ONDERZOEKEND/PROBLEEMGESTUURD ONDERWIJS

Onderzoekend onderwijs houdt in dat leerlingen wiskundige ideeën ontwikkelen door een geschikte situatie te verkennen en te onderzoeken. Op vergelijkbare wijze plaatst probleemgericht onderwijs het leren in de context van het onderzoeken van complexe problemen. Onderzoekend en probleemgestuurd onderwijs kan in variërende mate gestructureerd en door de docent begeleid worden.

Mediana en collega's (2025) rapporteerden in hun meta-analyse op basis van twaalf artikelen een groot algemeen effect van onderzoekend leren op het conceptuele begrip van leerlingen, $ES = 0{,}91$. Het wiskunde-specifieke effect was ook groot, $ES = 1{,}191$. Op basis van onderwijsniveau waren de effecten significant voor de onderbouw, $ES = 0{,}908$, en de bovenbouw, $ES = 1{,}176$, maar niet voor de basisschool. De review vond ook verschillen voor de verschillende benaderingen van onderzoekend leren: *open inquiry* toonde het grootste effect, $ES = 1{,}53$, gevolgd door *guided inquiry*, $ES = 0{,}79$, en $structured\ inquiry$, $ES = 0{,}772$.

Aba-Oli en collega's (2023) reviewen 14 artikelen waarvan er drie laten zien dat probleemgestuurd wiskundeonderwijs de probleemoplossende vaardigheden van leerlingen significant sterker verbetert dan directe instructie. Daarnaast rapporteerden de studies dat probleemgestuurd onderwijs bijdraagt aan een beter conceptueel begrip, een positievere houding ten opzichte van het vak, kritisch denken, samenwerking en zelfdiscipline.



Figuur 4.10 *Expertevaluaties voor onderzoekend/probleemgestuurd onderwijs*

De experts verschillen van mening over de mate waarin dit type onderwijs al in de Nederlandse onderbouw wordt geïmplementeerd (zie Figuur 4.10). De helft meent niet of nauwelijks en de andere helft enigszins tot redelijk veel. Over het belang zijn de experts eensgezinder: zij achten dit type onderwijs zeer belangrijk. Ze lichten dat als volgt toe:

- Ik denk dat dit nu weinig gebeurt maar we zien wel toenemende aandacht voor bijvoorbeeld probleem-oplossen in de nieuwe kerndoelen en examenprogramma's.
- Als we wiskundig denken belangrijk vinden, hoort daar probleem-oplossen en onderzoeken bij. Dat is heel belangrijk juist ook in de onderbouw voor het ontwikkelen van een positieve wiskundige houding (zelfvertrouwen, doorzettingsvermogen, fouten maken hoort erbij, oplossingen in 1 stap bestaan niet etc.). Het zou ook in de lesmaterialen en toetsen meer ruimte moeten krijgen.
- Ik houd niet van de tegenstelling tussen directe instructie en onderzoekend of probleemgericht onderwijs. Idealiter worden probleemsituaties gebruikt en daarbij kan het zelfstandig nadenken van leerlingen over het probleem kort of lang zijn en kan de docent snel of minder snel het leerproces sturen (bijv. probleem opknippen in deelproblemen). Zo ontstaat een continuüm van meer of minder sturing van docent. In alle gevallen is een klassikale bespreking nodig voor integratie, gemeenschappelijke kennis creëren, verdiepen, generaliseren, enz.

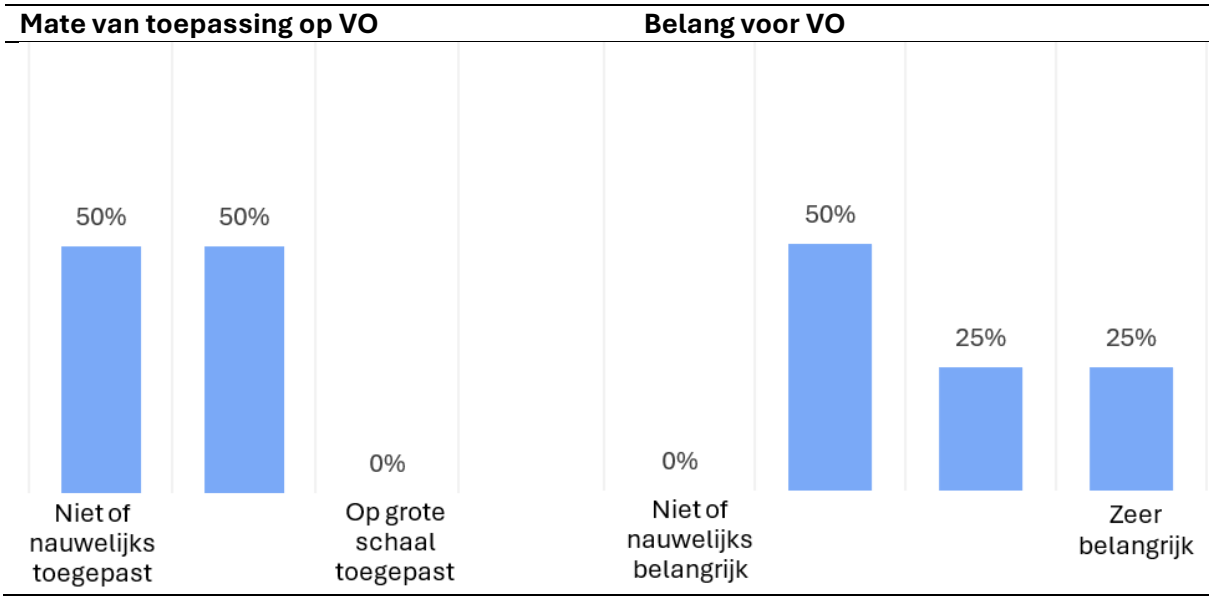
De Universiteit Utrecht heeft de afgelopen jaren deelgenomen aan twee grote Europese projecten naar onderzoekend wiskundeonderwijs in het VO, met bijbehorende nascholingen voor docenten: MERIA (https://meria-project.math.hr/) en TIME (https://time-project.math.hr/)

4.1.11 *Peer*-instructie

Peer-instructie is een leerbenadering waarbij leerlingen kennis en vaardigheden verwerven door instructie van leeftijdsgenoten die sneller vooruitgang hebben geboekt in hun leerproces.

Öz (2024) rapporteerde in een meta-analyse op basis van 43 studies een groot algemeen effect van peer-instructie op academische prestaties, $ES = 0{,}93$. Ook bij het vak wiskunde was het effect groot, $ES = 0{,}83$. De opsplitsing op onderwijsniveau laat een groot effect zien voor het

voortgezet onderwijs: in de onderbouw, $ES = 1{,}15$ en de bovenbouw $ES = 1{,}08$. Deze resultaten suggereren dat *peer*-instructie een goed onderbouwd, productief kenmerk is voor wiskundeleren, vooral wanneer interactie met leeftijdsgenoten is gestructureerd rond conceptuele vragen, uitleg en actieve participatie van leerlingen. De moderatorresultaten suggereren ook dat de duur van de interventie van belang kan zijn: kortere interventies van maximaal vijf weken lieten sterkere effecten zien, $ES = 1{,}24$, dan langere interventies.



Figuur 4.11 *Expertevaluaties voor* peer-*instructie*

Ook hier zijn de experts verdeeld over in welke mate dit type kenmerk al in de Nederlandse onderbouw wordt geïmplementeerd. De helft meent niet of nauwelijks en de andere helft enigszins tot redelijk veel (zie Figuur 4.11). Ook over het belang zijn de meningen verdeeld, waar een meerderheid het belang niet al te groot acht, terwijl de rest het belang ervan wel inziet. Toelichtingen:

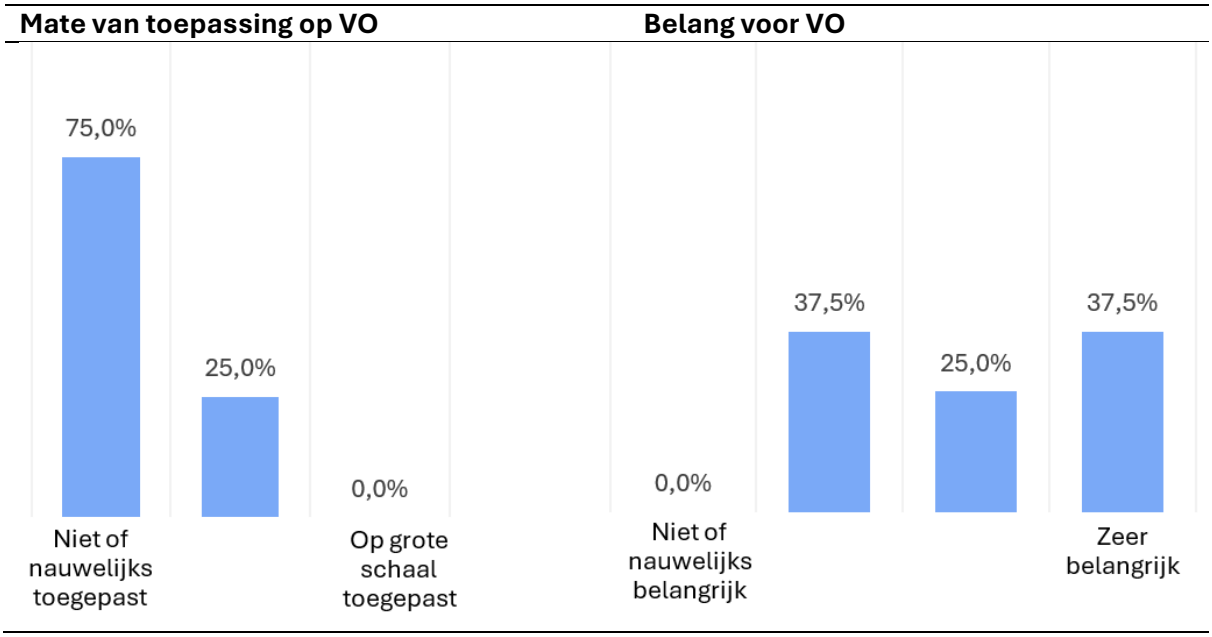
- Ik denk dat het weinig gebeurt. Op zich kan het af en toe leuk zijn, maar ik denk niet dat dit grootscheeps ingevoerd moet worden of veel gaat helpen.
- Ik zou het liever over samenwerkend leren hebben dan over (peer)instructie.
- Misschien is score 2 op vraag 1 te royaal; impliciet gebeurt dit volgens mij veel; expliciet onder titel *peer*-instructie veel minder. Natuurlijk helpt samenwerken van leerlingen maar of dat een apart begrip moet zijn lijkt me niet.

4.1.12 *Mindset*-interventies

Mindset-interventies zijn interventies die leerlingen leren dat wiskundige vaardigheden kunnen groeien door inspanning, het gebruik van strategieën, doorzettingsvermogen en het leren van fouten. Docentgerichte versies zijn erop gericht docenten te laten afwijken van vastgeroeste opvattingen over de “ideale wiskundige” en hen te laten instappen in een groeigerichte visie waarin worstelen, samenwerking en meerdere oplossingsstrategieën centraal staan. Het belang van mindset in wiskundeonderwijs is uitgebreid betoogd door Jo Boaler (2016).

In een meta-analyse van 16 artikelen vatte Bui en collega’s (2023) patronen samen in interventies met op *mindset* gerichte leerlingen en docenten. Voor leerlinggerichte interventies toonden zes van de acht artikelen significante positieve effecten op het “incrementele beeld van intelligentie”

van leerlingen. Zeven van de elf artikelen die wiskundeprestaties onderzochten vonden significante positieve effecten, en vijf van de zeven die betrokkenheid, motivatie of groei*mindset*gedrag onderzochten, vonden positieve effecten. De bevindingen bij lerarengerichte interventies waren gemengder. Een leraar-gerichte interventie in groep 5 rapporteerde een groot effect, $ES = 1{,}48$, maar andere lerarengerichte studies rapporteerden geen effect. Aanvullend bewijs suggereert dat *mindset*-onderwijs waarschijnlijk belangrijker is wanneer het wiskunde-specifiek is en ingebed is in klasnormen rond worsteling, fouten, meervoudige oplossingsstrategieën en productieve inspanning.



Figuur 4.12 *Expertevaluaties voor mindset*-interventies

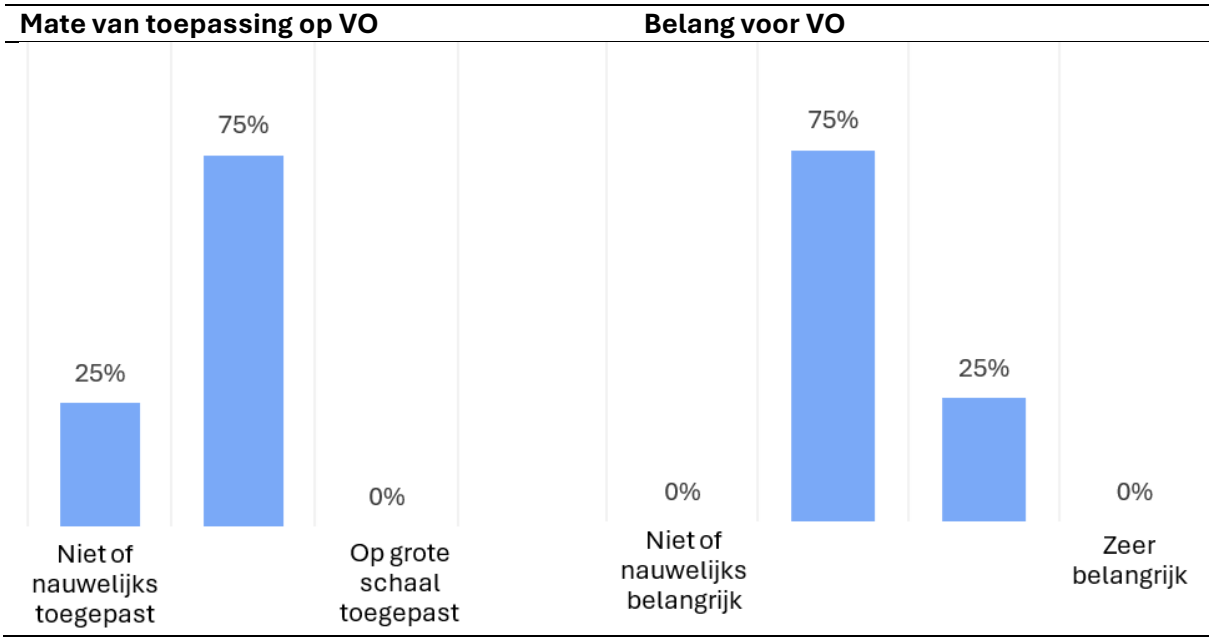
De meerderheid van de experts schat in dat *mindset*-interventies nog een zeer beperkte rol hebben op Nederlandse VO-scholen (zie Figuur 4.12). Over het belang ervan zijn de meningen verdeeld van enigszins tot zeer belangrijk. De experts lichten hun evaluaties als volgt toe:

- Het is belangrijk dat je als docent uitstraalt dat iedereen wiskunde kan leren en dat dat nuttig, leuk en belangrijk is. Maar daar zijn mijn inziens geen speciale *mindset*-interventies voor nodig.
- Dit moet onderdeel van les zijn: dus interventies in de les; geen aparte cursus. Een heleboel gaat over vastgeroeste opvattingen die we willen veranderen.
- In mijn ervaring vinden alle docenten dit een belangrijk thema, maar ik zie niet vaak dat ze er ook gerichte interventies op zetten.

4.1.13 GAMIFICATIE

Gamificatie verwijst naar het gebruik van spelelementen in niet-spelgerichte leercontexten. Bij wiskundeonderwijs gaat het hierbij om platforms zoals Kahoot! en functies zoals puntentelling, scoreborden en andere spelachtige elementen om betrokkenheid en motivatie te bevorderen.

Ratinho et al. (2026) rapporteerden op basis van 45 geanalyseerde artikelen een klein tot matig positief effect van gamificatie op motivatie, $ES = 0{,}383$. Ze merken ook op dat spelelementen niet zomaar voor competitie toegevoegd moeten worden. Volgens Ratinho en collega's kan overmatige concurrentie de motivatie namelijk ondermijnen, terwijl ontwerpen die persoonlijke vooruitgang, samenwerking, autonomie en feedback benadrukken mogelijk gunstiger zijn.



Figuur 4.13 *Expertevaluaties voor gamificatie*

De meeste experts schatten in dat gamificatie al enigszins een plek heeft verworven in de onderbouw van het VO in Nederland (zie Figuur 4.13). Tegelijkertijd achten ze het belang hiervan niet erg groot. Ze lichten dit als volgt toe:

- Kan af en toe leuk zijn.
- Bij de eerste vraag twijfel ik tussen 1 en 2; maak betere lessen, en dan heb je geen games nodig
- Gamificatie kan heel motiverend zijn, maar ook averechtse effecten hebben.
- Kan werken, maar kan er ook als nadeel hebben dat het te oppervlakkig blijft als het bijvoorbeeld met name om scores of winnen gaat. Er hoort wel een inhoudelijke reflectie bij met oog voor 'transfer'. Van een spel wordt je beter in dat spel en niet vanzelf ook in 'onderliggende' vaardigheden/begrip.

De experts bevestigen hiermee de mogelijk nadelige effecten van gamificatie die ook in de meta-analyse genoemd worden.

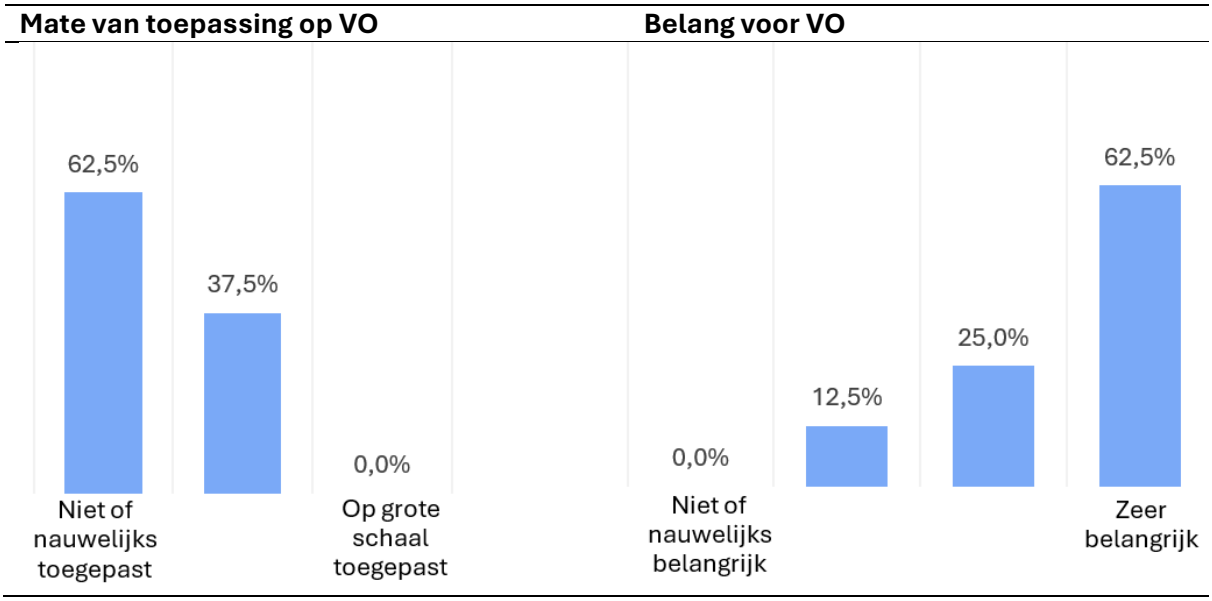
4.1.14 Interventies gericht op wiskundige zelfredzaamheid en zelfbeeld

Deze sectie betreft interventies gericht op het wiskundig zelfvertrouwen van leerlingen, waaronder wiskundige zelfredzaamheid en wiskundig zelfbeeld. Deze kunnen bestaan uit zelfregulatiestrategieën, interventies gericht op het versterken van de bronnen van zelfvertrouwen en samenwerkend leren, die elk tot doel hebben de waargenomen competentie, het zelfvertrouwen en de controle van leerlingen in de wiskunde te vergroten.

Granello en collega's (2025) extraheerden individuele effectgroottes uit 15 interventiestudies. Hun werk toont relatief grote effecten van de interventies op wiskundige leeropbrengst: $ES = 0{,}91$ direct na de interventie, en $ES = 0{,}70$ bij een follow-up. Ook waren er positieve effecten op wiskundige zelfeffectiviteit, $ES = 0{,}65$ direct na de interventie, en $ES = 0{,}74$ bij follow-up. Leerinterventies gericht op zelfregulatie hadden grote positieve effecten op wiskundige leeropbrengst, waaronder *rekenen met gehele getallen*, $ES = 1{,}81$, algebra, $ES = 1{,}87$, en oppervlakteberekeningen, $ES = 1{,}24$, en ook grote positieve effecten op wiskundige

zelfeffectiviteit, *rekenen met gehele getallen,* $ES = 1{,}20$, algebra, $ES = 0{,}91$, en oppervlakteberekeningen $ES = 0{,}91$.

Granello en collega's bevelen aan om samenwerkend leren in het klaslokaal in tweetallen of kleine groepen onder begeleiding van de docent in te zetten, technologie op een speelse manier te gebruiken voor het introduceren en herhalen van wiskundige concepten, metacognitieve en zelfregulatiestrategieën in het onderwijs te integreren, en de nadruk te leggen op eigen succeservaringen om het competentiegevoel van leerlingen te versterken.



Figuur 4.14 *Expertevaluaties voor interventies gericht op wiskundige zelfredzaamheid en zelfbeeld*

De meerderheid van de experts meent dat dit type interventies niet tot nauwelijks worden toegepast in de onderbouw van het VO (zie Figuur 4.14). Enkele experts menen dat dat wat vaker voorkomt. De meerderheid van de experts acht dit type interventies wel belangrijk tot zeer belangrijk. Zij lichten dit als volgt toe:

- Naar mijn inschatting worden interventies gericht op wiskundige zelfredzaamheid en zelfbeeld momenteel beperkt en weinig systematisch toegepast. Voor leerlingen in het VSO kan dit extra relevant zijn. Een deel van hun ondersteuningsbehoeften hangt samen met sociaal-emotionele ontwikkeling, zelfregulatie of ervaringen van eerdere schoolse moeilijkheden. Interventies die het vertrouwen in eigen kunnen versterken, kunnen daarom mogelijk niet alleen bijdragen aan betere reken- en wiskundeprestaties, maar ook aan bredere onderwijsdoelen rondom zelfstandigheid en participatie.
- Natuurlijk zullen vele docenten dit impliciet doen; maar expliciet aandacht daaraan geven is belangrijk; onderdeel van goede lessen
- Soms zie ik dat door de nadruk op zelfredzaamheid de cognitieve complexiteit wordt verlaagd. Dan werkt het averechts.

4.2 KENMERKEN EFFECTIEF REKEN- EN WISKUNDEONDERWIJS IN HET VSO

Hieronder bespreken we acht onderwijskenmerken uit het VO, zoals naar voren gekomen in het literatuuronderzoek. Per kenmerk presenteren we een beschrijving, de uitkomsten uit de relevante literatuur, en de uitkomsten van de expertraadpleging.

4.2.1 EXPLICIETE INSTRUCTIE

Expliciete instructie wordt veel gebruikt in het wiskundeonderwijs voor leerlingen met speciale behoeften, omdat het een duidelijke, gestructureerde en systematische manier biedt om wiskundige concepten en procedures aan te leren door middel van modellering, begeleide oefening en frequente feedback. Deze aanpak helpt leerlingen met speciale onderwijsbehoeften door de cognitieve belasting te verminderen, fundamentele vaardigheden te versterken en de nodige ondersteuning te bieden voor wiskundig begrip en het succesvol voltooien van taken.

De systematische review van Yakubova en collega's (2023) rapporteert Tau-U als effectmaat. We rekenen die niet om naar Hedges' g of Cohen's d, omdat dit wordt afgeraden, maar geven wel de bijbehorende interpretatie. Op basis van veertien gereviewde artikelen, vinden zij voor interventies in het VSO gericht op leerlingen met ASS (autismespectrumstoornis), gebaseerd op expliciete instructie, effectgroottes variërend van 0,78 tot 1,00, wat wordt gezien als groot tot zeer groot effect.

De geraadpleegde experts schatten in dat dit type interventies redelijk tot veel voorkomt in het VSO en dat dit ook belangrijk is. Ze schrijven:

- Expliciete instructie hoort in repertoire van elke docent. Maar zoals eerder betoogd zie ik dit als een continuüm (van directe instructie tot onderzoekend leren) en is het in iedere klas zoeken naar balans op dit continuüm. Ook deze groep zal tot iets van probleemaanpak moeten leren.
- Nadeel is dat leerlingen te weinig hun creativiteit en hun eigenheid in (kunnen) zetten.
- Wel enigszins belangrijk, maar niet als enige instructievorm. Dan blijven te veel doelen buiten beeld [redactie: zoals leren onderzoeken of leren concepten te vormen].

4.2.2 VERBETERDE VERANKERDE INSTRUCTIE (EAI)

Enhanced Anchored Instruction (EAI) is een onderwijsmethode in het speciaal onderwijs die gebruikmaakt van betekenisvolle situaties uit de praktijk als uitgangspunt voor leren en probleemoplossing. Deze contexten worden verrijkt met multimedia-elementen zoals video's, simulaties en interactieve technologieën om de betrokkenheid te vergroten en het conceptuele begrip te ondersteunen. In het wiskundeonderwijs voor leerlingen met speciale behoeften kan EAI leerlingen helpen abstracte wiskundige ideeën te verbinden met herkenbare ervaringen, terwijl visuele en contextuele ondersteuning het begrip en de participatie bevordert.

De review door Rowe en collega's (2025) rapporteert op basis van 42 geanalyseerde artikelen matige tot grote effecten voor EAI-interventies voor leerlingen met diverse speciale onderwijsbehoeften (ADHD, ASS, emotionele en gedragsproblemen, verstandelijke beperking, spraak- en taalstoornis, specifieke leerstoornissen, zoals dyscalculie of dyslexie, meervoudige beperkingen, of overige gezondheidsbeperkingen). De impact van EAI varieerde afhankelijk van de onderwijssituatie en het wiskundig onderwerp, met de beste resultaten bij probleemaanpak en breuken. De effectgroottes worden niet precies genoemd, alleen dat de maximale effectgrootte $ES = 1{,}63$ is.

De experts schatten in dat dit type instructie nog weinig wordt toegepast in het Nederlandse VSO, maar dat het wel belangrijk zou kunnen zijn. Ze lichten toe:

- De specifieke benadering is naar mijn weten weinig bekend binnen het Nederlandse VSO. Tegelijkertijd sluit het uitgangspunt — abstracte concepten verbinden aan betekenisvolle praktijksituaties en visuele ondersteuning — goed aan bij de behoefte van veel leerlingen om rekenkundige concepten in een herkenbare context te plaatsen.
- EAI is onderdeel van een goede les
- Volgens mij stelt deze methode hele (te?) hoge eisen aan de docent.

4.2.3 SCHEME-BASED INSTRUCTION (SBI)

Scheme-based instruction (SBI) is een cognitieve onderwijsmethode voor speciaal onderwijs die leerlingen leert de onderliggende structuur, of het schema, van een wiskundig probleem te herkennen en op basis van die structuur een geschikte probleemoplossingsstrategie te kiezen. Door middel van instructie, begeleide en zelfstandige oefening, herhaalde mogelijkheden om strategieën toe te passen en continue feedback, leren leerlingen de belangrijkste kenmerken van een probleem te identificeren, informatie te ordenen met behulp van schema's, een productieve strategie toe te passen en hun voortgang te volgen.

De review door Rowe en collega's (2025) rapporteert voor leerlingen met diverse speciale onderwijsbehoeften matige tot grote effecten voor SBI-interventies, zonder de groottes expliciet te vermelden.

De experts zijn het unaniem eens dat SBI nog niet of nauwelijks op het Nederlandse VSO wordt geïmplementeerd. Daarnaast achten ze het enigszins tot heel belangrijk dat dat zou gebeuren. Ze lichten dit als volgt toe:

- Het is voor mij lastig in te schatten in welke mate deze specifieke aanpak meerwaarde heeft boven bestaande vormen van expliciete instructie.
- Zie eerder antwoord; het lijken allemaal andersoortige lessen maar een goede docent zal de balans tussen al dit soort activiteiten zoeken. Dit soort begrippen (SBI, EAI, enz) zijn misschien van belang om aspecten van lesgeven te benadrukken. Of dit jargon docenten helpt betwijfel ik zeer; dan kun je beter met leerdoelen aangeven wat er bedoeld wordt
- Nadeel: weinig ruimte voor creativiteit.

4.2.4 MODIFIED SCHEMA-BASED INSTRUCTION (MSBI)

Modified schema-based instruction (MSBI) is een aanpassing van schema-based instruction die extra ondersteuning biedt aan leerlingen met speciale leerbehoeften, zodat zij wiskundige probleemoplossingsstrategieën kunnen leren, oplossen, begrijpen en generaliseren. Voortbouwend op de kernelementen van SBI, integreert MSBI taakanalyse, verbeterde schematische diagrammen met kleurcodering en labels, systematische aanwijzingen, expliciete instructie en technologieondersteunde hulpmiddelen zoals videomodellen, virtuele manipulatiematerialen en rekenmachines. In het wiskundeonderwijs voor leerlingen met speciale behoeften vergroten deze aanpassingen de toegankelijkheid en ondersteunen ze het leerproces, waardoor leerlingen succesvoller aan de slag kunnen met zowel de procedurele als de conceptuele aspecten van wiskunde.

Rowe en collega's vier case studies met MSBI voor kinderen met verschillende speciale behoeften, en de gevonden effecten zijn groot, maar worden niet expliciet genoemd. Long en collega's (2024) bespreken acht artikelen met resultaten over MSBI bij leerlingen met ASS,

meestal met Tau-U gelijk aan 1,0. Zo beweert het artikel dat "MSBI een *evidence-based* praktijk is om leerlingen met ASS te ondersteunen bij het oplossen van woordproblemen."

Net als bij SBI, denken de experts dat dit type instructie niet of nauwelijks een plaats heeft in het Nederlandse VSO, en dat het enigszins tot heel belangrijk zou kunnen zijn. De kwestie is opnieuw of de betrokken docenten dit jargon (EAI, SBI, MSBI, CRA, et cetera) zouden moeten kennen of eerder alleen de achterliggende principes.

4.2.5 VIDEOMODELLERING/ VIDEO-GEBASEERD ONDERWIJS

We bespreken hier aanpakken in het speciaal onderwijs die gebruikmaken van instructie door middel van videodemonstraties, videomodellering (VM), video-aanwijzingen of video-ondersteunde activiteiten, met als doel leerlingen te laten zien hoe ze een specifieke wiskundige taak of procedure moeten uitvoeren. Het kan worden gecombineerd met aanwijzingen, begeleide oefening, zelfcontrole, herhaling of bekrachtiging.

Rowe et al. (2025) identificeerden VM als een op *evidence-based* praktijk voor leerlingen met diverse speciale onderwijsbehoeften in het voortgezet onderwijs. De genoemde effecten zijn groot, boven de 1,0. Yakubova et al. (2024) rapporteerden ook sterk bewijs voor video-gebaseerd onderwijs in het leren van breuken voor autistische leerlingen en leerlingen met een verstandelijke beperking of andere ontwikkelingsstoornis. In die review leverde video-gebaseerd onderwijs Tau-U-waarden op tussen 0,87 en 1,00, terwijl verschillende individuele studies Tau-U = 1,00 rapporteerden voor specifieke vaardigheden met breuk-rekenen. Deze bevindingen suggereren dat video-gebaseerd onderwijs effectief is omdat het wiskundige procedures inzichtelijk, herhaalbaar en gemakkelijker na te bootsen maakt.

De experts schatten in dat dit type onderwijs niet of nauwelijks tot enigszins wordt geïmplementeerd in de onderbouw van het VSO. Het zou niet belangrijk tot redelijk belangrijk kunnen zijn. Dat lichten ze als volgt toe:

- Videomodellering wordt binnen delen van het VSO reeds gebruikt, met name voor sociale vaardigheden, gedrag en praktische handelingen. Voor rekenen en wiskunde zie ik potentiële toepassingen, maar minder evident dan bij andere leerdoelen.
- Het kan goed uitpakken, maar het gevaar bestaat ook dat ll. ‘alleen maar kijken’’ (passief). Dat hangt erg af van de docent.

4.2.6 SPECIAAL ONDERWIJS OP BASIS VAN VIRTUELE EN/OF CONCRETE MANIPULATIEMATERIALEN

Dit kenmerk betreft een benadering in het speciaal onderwijs waarbij fysieke of digitale objecten worden gebruikt als leerondersteuning, zodat leerlingen wiskundige representaties kunnen aanraken, verplaatsen of manipuleren.

Yakubova en collega’s (2024) ontdekten dat interventies met virtuele en concrete manipulatiematerialen bij leerlingen met ASS effectief waren voor het leren van breuken, waarbij verschillende vergelijkingen een Tau-U-waarde van 1,00 rapporteerden voor zowel virtuele als concrete manipulatiematerialen. Deze studies gebruikten hulpmiddelen zoals virtuele breuktegels, breukstroken, breukcirkels en concrete breuktorens of -tegels, vaak gecombineerd met instructie of begeleide oefening. In de review van Long et al. (2024) hadden 54 van de 60 deelnemers met ASS Tau-U-scores in het bereik, 0,80-1,00, dus zeer groot. Over het algemeen suggereert het bewijs dat manipulatiematerialen, met name virtuele manipulatiematerialen, het

leren van wiskunde kunnen ondersteunen bij leerlingen met een beperking, maar de categorie is heterogeen en vaak ingebed in bredere interventiepakketten.

Experts schatten in dat virtuele en concrete manipulatiematerialen al een redelijk tot zeer grote rol spelen in de onderbouw van het VSO in Nederland. Ze vinden dat ook zeer belangrijk. Ze verwijzen daarbij naar eerdere opmerkingen over het belang van hands-on materialen en uiten een voorkeur voor concreet boven virtueel.

4.2.7 CONCREET-REPRESENTATIEF-ABSTRACT (CRA)

CRA is een instructiereeks gebruikt in het speciaal onderwijs, gestructureerd in drie fasen: concreet, representatief en abstract. Leerlingen manipuleren eerst tastbare materialen, gaan vervolgens over op tekeningen of visuele representaties en werken ten slotte met wiskundige symbolen en notatie, onafhankelijk van fysieke materialen of visuele hulpmiddelen.

Rowe et al. (2025) rapporteren bij leerlingen met diverse speciale leerbehoeften effecten variërend van klein tot groot, van ongeveer $ES = 0{,}77$ tot $ES = 4{,}7$(!?) en in het bijzonder $ES = 1{,}63$ voor breuk-rekenen. CRA ondersteunde vaardigheden zoals wisselgeld geven, veranderingssnelheid en lineaire vergelijkingen. Het belangrijkste punt is dat CRA niet gelijkgesteld moet worden met het algemene gebruik van manipulatiematerialen. Manipulatieve materialen vormen slechts de eerste fase; het instructiedoel is om leerlingen te helpen de overgang te maken van concrete ervaring naar representatief begrip en vervolgens naar onafhankelijk symbolisch redeneren.

Experts schatten in dat CRA al een redelijk tot zeer grote rol speelt in de onderbouw van het VSO in Nederland. Het belang van CRA wordt unaniem zeer hoog beoordeeld. Een expert licht toe: “[Het] sluit aan op het veelgebruikte 'handelingsmodel' (staat onder andere in de ERWD-protocollen), al klinkt het in de beschrijving hierboven nogal rigide "een gestructureerde instructiereeks'. Niet het onderwijs moet die fasen doorlopen, maar het leerproces van de leerling. Daarbij is het belangrijk dat de leerling ook 'terug' kan. Van abstract weer naar schematisch of concreet.”

4.2.8 VIRTUEEL REPRESENTATIEF ABSTRACT (VRA)

VRA is een op virtuele technologie gebaseerde aanpassing van CRA. Leerlingen beginnen met virtuele manipulatiemiddelen of virtueel materiaal, gaan vervolgens over op digitale/visuele representaties en uiteindelijk op abstracte wiskundige symbolen en notatie. Het integreert technologie in de eerste fase van de CRA-reeks en helpt leerlingen onafhankelijk te worden van virtuele manipulatiemiddelen of digitale hulpmiddelen.

Rowe et al. (2025) rapporteerden grote effecten, ondersteund door zes casestudies op de middelbare scholen bij leerlingen met diverse speciale leerbehoeften. Long et al. (2024) rapporteerden, bij leerlingen met ASS, TAU-U effectgroottes variërend van 0,43 tot 1,0. Ze merkten echter op dat interventies gebaseerd op virtuele manipulatiemiddelen heterogeen zijn, dus VRA mag niet over één kam worden geschoren met alle interventies met virtuele manipulatiemiddelen. Het kenmerkende aspect is de gestructureerde volgorde van virtuele interactie naar representatie en vervolgens abstractie. Net als bij CRA is het doel om de zelfstandigheid van leerlingen ten opzichte van het representatiemiddel te bevorderen, maar VRA begint met digitale in plaats van fysieke manipulatie.

VRA wordt volgens experts nog niet of nauwelijks toegepast in de onderbouw van het VSO. Het belang van VRA wordt ingeschat van gering tot redelijk groot. Een expert licht dit als volgt toe: “De

technologie-gebaseerde variant van CRA lijkt vooralsnog beperkt aanwezig in het VSO. Het concept heeft potentieel, maar de meerwaarde ten opzichte van fysieke manipulatiematerialen is voor mij minder evident. Mogelijk biedt deze aanpak kansen wanneer digitale hulpmiddelen goed aansluiten bij de ondersteuningsbehoeften van leerlingen en de beschikbare expertise binnen scholen."

4.3 AANVULLENDE KENMERKEN VOLGENS EXPERTS

Tabel 4.1 toont de aanvullende kenmerken, aangedragen door experts in de expertraadpleging.

Tabel 4.1 Aanvullende kenmerken genoemd door experts in de raadpleging

Kenmerk	Toelichting
Afstemming leerling-interventie	"Een mogelijk aanvullend kenmerk is de kwaliteit van de afstemming tussen onderwijsinterventies en de in het ontwikkelingsperspectief beschreven onderwijs- en ondersteuningsbehoeften van leerlingen. Een soort afstemming tussen leerlingkenmerken en onderwijsaanpakken ("student-intervention fit"). Kennis over de effectiviteit van interventies is immers niet alleen relevant op groepsniveau, maar ook voor de vraag onder welke voorwaarden een aanpak voor een specifieke leerling waarschijnlijk effectief zal zijn."
Beschikbare lestijd	De beschikbare lestijd voor wiskunde en het aantal contactmomenten lijkt, o.a. in de onderbouw nogal te wisselen per school in Nederland
De plaats van school in het leven van leerlingen; de invloed van smartphone	Deze suggestie lijkt naast een nieuw kenmerk ook een nieuw niveau te suggereren, bovenop de niveaus in het huidige model (les, leraar, leerling, klas, school): leefomgeving, externe invloeden van cultuur en samenleving.
(Vakdidactische) kwaliteit van de leraar	In de huidige kenmerken bevat het niveau leraar vooral kenmerken op het gebied van de gevolgde professionele ontwikkeling, maar wordt niet direct verwezen naar kenmerken omtrent de kwaliteit van de docent, bijvoorbeeld op het zeer belangrijke onderdeel vakdidactiek.
Kwaliteit van toetsing	Hoewel "formatief toetsen" wel voorkomt als onderdeel van een categorie en een kenmerk, wordt summatieve toetsing niet genoemd
Tijd voor lesvoorbereiding	De hoeveelheid tijd die een docent beschikbaar heeft en gebruikt om een les voor te bereiden zou van invloed moeten zijn op de kwaliteit van die les.
Kennis van "grundvorstellungen"	Grundvorstellung is een kernbegrip uit de wiskundedidactiek in Duitsland. Het heeft te maken met de verschillende invalshoeken die een concept betekenis geven. Kennis van deze grundvorstellungen wordt gezien als uitgangspunt voor een goede didactiek.
Building Thinking Classrooms (BTC)	Deze methode, ontwikkeld door Peter Liljedahl, biedt een visie op hoe wiskundelessen vorm te geven rond centrale problemen, die door leerlingen in groepjes met behulp van verticale whiteboards (of vergelijkbaar) worden aangepakt. De populariteit van BTC in Nederland is de laatste jaren flink gegroeid, en geniet ook internationale bekendheid. Er wordt echter maar weinig academisch onderzoek naar gedaan, en er is internationaal ook scepsis en kritiek[2]. BTC is overigens niet een kenmerk, maar een amalgaam van kenmerken, en past daarom niet goed in dit overzicht.

In Valk et al. (2023) wordt de kwaliteit van leraren ook al door experts genoemd als een ontbrekend kenmerk. In die context werd toen *teacher noticing* genoemd, en het hebben van hoge verwachtingen van leerlingen en hun potentie kennen.

[2] Zie https://pershmail.substack.com/p/the-evidence-for-building-thinking voor een kritische evaluatie van de methode en Liljedahl's daarmee verbonden papers.

5. CONCLUSIES EN DISCUSSIE

5.1 CONCLUSIES KENMERKEN VO

Op basis van de literatuurreview en de expertraadpleging is een indicatieve prioritering opgesteld van de kenmerken voor opname in de Peil-enquête voor scholen (Tabel 5.1). Daarbij zijn zowel de sterkte van de wetenschappelijke evidentie, voor zover beschikbaar voor de onderbouw van het VO, als de beoordeling van de experts meegewogen. Naast de verwachte bijdrage aan reken- en wiskundeprestaties is ook gekeken naar de mate waarin een kenmerk voldoende onderscheidend en relevant is om in een landelijke peiling uit te vragen. De tabel dient nadrukkelijk als hulpmiddel voor de ontwikkeling van de enquête en niet als een rangorde van de onderwijskundige waarde van de verschillende kenmerken.

Tabel 5.1. Overzicht resultaten en prioritering voor Peil

Kenmerk	**Evidentie uit literatuur (onderbouw VO)**	**Beoordeling experts**	**Prioriteit voor Peil**	**Argumentatie**
Formatieve beoordeling	Klein maar robuust positief effect; sterker in VO dan PO	Zeer belangrijk	Zeer hoog	Breed gedragen, grote verschillen tussen scholen, direct beïnvloedbaar. Formatief beoordelen/handelen wel goed definiëren.
Onderzoekend/ probleemgestuurd onderwijs	Groot effect op conceptueel begrip en probleemoplossen	Zeer belangrijk	Zeer hoog	Sluit aan bij curriculumontwikkeling; waarschijnlijk veel variatie tussen scholen.
Taalsensitief onderwijs	Kleine tot matige positieve effecten	Belangrijk	Zeer hoog	Actueel thema; experts verwachten nog veel ruimte voor verbetering.
Visuele representaties (o.a. GeoGebra)	Zeer grote positieve effecten	Zeer belangrijk	Zeer hoog	Wordt al veel gebruikt
AI-gestuurde intelligente tutorsystemen	Meestal matige tot grote positieve effecten	Belangrijk	Hoog	Zeer actueel; gebruik zal snel toenemen; beleidsmatig relevant.
Interventies gericht op wiskundige zelfredzaamheid en zelfbeeld	Positieve effecten	Belangrijk	Hoog	Nauwelijks toegepast, maar experts zien grote waarde; sluit aan bij motivatie en welbevinden.
Multicontextuele aanpak	Positieve effecten; voor onderbouw kleiner dan bovenbouw	Redelijk tot zeer belangrijk	Hoog	Interessante rol in Nederlandse wiskundedidactiek; begrip “(multi)contextueel” wel goed definiëren

Kenmerk	Evidentie uit literatuur (onderbouw VO)	Beoordeling experts	Prioriteit voor Peil	Argumentatie
Embodied leeromgevingen	Matig positief effect; relatief sterk in VO	Meningen verdeeld, neigt naar belangrijk	Middel-hoog	Veel potentie, maar nog beperkt toegepast en deels experimenteel.
Maker-georiënteerd onderwijs	Klein tot matig positief	Enigszins belangrijk	Middel	Interessant, maar niche en sterk afhankelijk van schooltype en invulling.
Peer-instructie	Groot effect in literatuur	Verdeelde meningen	Middel	Literatuur sterk, maar experts achten het belang niet groot.
Mindset-interventies	Positieve maar wisselende evidentie	Belangrijk	Middel	Experts vinden het belangrijk, maar liever geïntegreerd in didactiek dan als aparte interventie.
Gamificatie	Klein tot matig positief	Verdeelde meningen	Laag-middel	Effecten beperkt en risico op oppervlakkigheid; minder prioriteit.
Augmented reality	Geen meta-analytische effectgrootte; vooral positieve studies	Enigszins belangrijk	Laag	Weinig toepassing; nog geen rijpe onderwijspraktijk.
Virtual reality	Klein effect; geen significant effect voor wiskunde	Enigszins belangrijk	Laag	Beperkte toepasbaarheid en lage urgentie op korte termijn.

De experts hebben daarnaast enkele aanvullende kenmerken genoemd die niet of slechts beperkt in de geraadpleegde literatuur naar voren kwamen, maar die volgens hen wel relevant kunnen zijn voor toekomstig Peil-onderzoek. Op basis van de commentaren zouden drie daarvan prioriteit kunnen krijgen: de beschikbare lestijd voor wiskunde, de kwaliteit van de docent en Building Thinking Classrooms. De beschikbare lestijd werd al meegenomen in voorgaand onderzoek, dus die bespreken we niet verder.

Ten eerste wordt opnieuw de kwaliteit van de docent genoemd als een cruciale factor voor effectief reken- en wiskundeonderwijs. Ook in de voorgaande review kwam dit kenmerk al nadrukkelijk naar voren. Het belang ervan staat nauwelijks ter discussie, maar de operationalisering ervan binnen een grootschalig peilingsonderzoek is minder vanzelfsprekend. De vraag hoe docentkwaliteit binnen Peil op een valide en betrouwbare wijze kan worden gemeten, verdient daarom nadere uitwerking door het consortium dat het peilingsonderzoek zal uitvoeren.

Daarnaast noemen verschillende experts Building Thinking Classrooms (Liljedahl, 2016), een didactische benadering die de afgelopen jaren sterk aan populariteit heeft gewonnen onder Nederlandse wiskundedocenten. Hoewel de wetenschappelijke evidentie hiervoor nog beperkt

is, zou het interessant zijn om via de Peil-enquête na te gaan in welke mate deze aanpak inmiddels in de Nederlandse onderwijspraktijk wordt toegepast en of dit samenhangt met verschillen in leerprestaties. Omdat het hier om een amalgaam van kenmerken gaat, is het wellicht beter om de verschillende aspecten, zoals het gebruik van verticale whiteboards, het werken in groepen, en probleemgestuurd onderwijs, los te bevragen.

Bij de selectie en operationalisering van technologisch ondersteunde onderwijskenmerken (zoals het gebruik van digitale visuele representaties of intelligente tutorsystemen), verdient ook de ICT-context van scholen expliciete aandacht. Buitenlandse onderzoeksresultaten zijn niet zonder meer overdraagbaar naar de Nederlandse situatie, waarin leerlingen vaak eigen apparaten gebruiken en docenten beperkte mogelijkheden hebben om het gebruik daarvan te reguleren. Problemen met toegang, technische ondersteuning en digitale afleiding kunnen de uitvoerbaarheid en effectiviteit van een interventie sterk beïnvloeden. Aanbevolen wordt daarom om in de Peil-enquête niet alleen te vragen welke digitale toepassingen worden gebruikt, maar ook naar de beschikbaarheid en beheersbaarheid van apparaten, de ervaren afleiding en de ondersteuning die docenten bij de inzet ervan ontvangen. Zo kan beter worden vastgesteld onder welke praktische voorwaarden technologie daadwerkelijk bijdraagt aan het reken- en wiskundeonderwijs.

5.2 CONCLUSIES KENMERKEN VSO

De literatuur over effectief reken- en wiskundeonderwijs in het VSO identificeert acht kansrijke kenmerken: expliciete instructie, Enhanced Anchored Instruction (EAI), Schema-Based Instruction (SBI), Modified Schema-Based Instruction (MSBI), videomodellering, onderwijs met concrete en/of virtuele manipulatiematerialen, de Concreet–Representatief–Abstract-aanpak (CRA) en de Virtueel–Representatief–Abstract-aanpak (VRA). Anders dan bij het VO is ervoor gekozen deze kenmerken niet te prioriteren. De beschikbare meta-analyses laten weliswaar overwegend positieve effecten zien, maar de verschillen in effectgroottes tussen de kenmerken zijn beperkt. Ook de beoordelingen van de VSO-experts maken geen duidelijk onderscheid in relatieve belangrijkheid.

Daarnaast valt op dat de internationale VSO-literatuur gebruikmaakt van specialistische, veelal Engelstalige terminologie die in de Nederlandse onderwijspraktijk nauwelijks bekend lijkt te zijn. Tegelijkertijd sluiten de beschreven interventies inhoudelijk sterk op elkaar aan en vertonen zij duidelijke overeenkomsten met kenmerken die in de VO-literatuur naar voren komen, zoals expliciete instructie, visuele ondersteuning en een stapsgewijze opbouw van concreet naar abstract. Een terugkerend patroon in de expertraadpleging is bovendien dat verschillende experts aangeven dat ook diverse kenmerken uit de VO-literatuur waarschijnlijk relevant zijn voor het VSO. Genoemd worden onder meer maker-georiënteerd onderwijs, embodied leeromgevingen, AI-gestuurde intelligente tutorsystemen, taalsensitief onderwijs, visuele representaties en interventies gericht op wiskundige zelfredzaamheid en zelfbeeld. Volgens de experts kunnen deze benaderingen, mits aangepast aan de doelgroep, ook in het VSO bijdragen aan effectief reken- en wiskundeonderwijs.

Deze bevindingen suggereren dat de grens tussen kenmerken voor het VO en het VSO minder scherp is dan de literatuur doet vermoeden. Veel interventies lijken terug te voeren op een beperkt aantal onderliggende didactische principes, zoals expliciete instructie, visuele ondersteuning, een geleidelijke overgang van concreet naar abstract, systematische modellering van oplossingsstrategieën, differentiatie en intensieve feedback. Voor de ontwikkeling van de Peil-enquête lijkt het daarom minder zinvol om scholen te bevragen naar specifieke interventies

zoals CRA, MSBI of EAI. Meer voor de hand ligt het om te vragen naar deze onderliggende didactische kenmerken. Een dergelijke benadering sluit waarschijnlijk beter aan bij de Nederlandse onderwijspraktijk, voorkomt onnodig specialistisch jargon en maakt vergelijking tussen scholen eenvoudiger.

5.3 VERGELIJKING MET KENMERKEN VOORGAANDE REVIEWS

Om overzicht te creëren over de uitkomsten van de huidige en voorgaande reviews (Hickendorff et al., 2017; Hickendorff, 2020; Valk et al., 2023) worden de gevonden kenmerken en effectgroottes samengevat in Tabel 5.2. Tabel 5.2 laat zien dat de aandacht in de opeenvolgende Peil-reviews geleidelijk is verschoven van relatief algemene didactische kenmerken naar steeds specifiekere onderwijsontwerpen en technologieën. Waar de eerste reviews van Hickendorff et al. (2017, 2020) zich richten op algemene kenmerken zoals instructiekwaliteit, samenwerkend leren en formatief handelen, bevatten de huidige review en die van Valk et al. (2023) meer kenmerken die trends weerspiegelen in het wiskundeonderwijs, zoals embodied leeromgevingen, AI-gestuurde tutorsystemen, maker-georiënteerd onderwijs en augmented of virtual reality.

De tabel laat zien dat de gerapporteerde effectgroottes sterk uiteenlopen, ook wanneer die hetzelfde kenmerk betreffen. Voorzichtigheid is geboden bij een directe vergelijking. De effectgroottes zijn afkomstig uit verschillende meta-analyses die uiteenlopende interventies, doelgroepen (o.a. PO versus VO), uitkomstmaten en effectmaten combineren. Bovendien rapporteren sommige reviews één synthetische effectgrootte, terwijl andere een reeks effectgroottes voor verschillende moderatoren presenteren. In het bijzonder bij het kenmerk “Probleem/onderzoek-gestuurd onderwijs/ontdekkend leren” worden wel heel uiteenlopende benaderingen samengenomen. De tabel is daarom vooral bedoeld om een globaal beeld te geven van de terugkeer van sommige kenmerken en de omvang van de gevonden effecten en niet om kenmerken onderling te rangschikken.

Tabel 5.2

Overzicht beïnvloedbare kenmerken uit de Peil-reviews tot nu toe: Hickendorff et al. (2017, 2022) gericht op het basisonderwijs, Valk et al. (2023) en de huidige review, gericht op de onderbouw van het VO en VSO. Gevonden effectgroottes worden gerapporteerd, waarbij het meestal gaat om het effect op (wiskundige) leeropbrengst van interventies met het kenmerk, maar een enkele keer ook om het effect op motivatie of een andere uitkomstmaat. Voor details hierover, raadpleeg de betreffende studie. Wanneer de review één synthetiserende effectgrootte geeft, dan staat die in de tabel, anders staat er een bereik weergegeven van gepresenteerde effectgroottes. Als er geen effectgrootte bij staat, dan werd het kenmerk a priori geponeerd in Hickendorff (2017).

Niveau	Categorie	Kenmerk	2017	2020	2023	2026
Les	Opportunity-to-learn	Leerstofinhoud				
		Lesmethode (boek)				
		Tijd (time-on-task, instructietijd, oefentijd)				
		Vakintegratie	0,27			
	Instructie- en werkvormen	Samenwerkend leren	0,13–1,04			
		Peer-instructie/tutoring	-0,02–0,61	-0,30–1,16	0,20–0,85	0,93

		"Interleafing" bij inductief leren		0,42		
		Directe/leerling-gerichte instructie	0,58	0,55	0,81	
		"Self-explanation"	0,28-0,46	0,55		
		Project-gestuurd leren		0,71	0,24	
		Schema-instructie		1,57		
		Huiswerk	0,30	0,23		
		Contextueel/realistisch rekenen			0,97	0,74
		Probleem/onderzoek-gestuurd onderwijs/ontdekkend leren	-0,38-0,30		0,24	0,91
		Problemen stellen	0,77-1,31			
		ARCS-model			0,74	
		Schrijven om te leren			0,30	
		Computationeel denken interventies			0,29	
		Embodied leeromgevingen				0,41
		Taalsensitief onderwijs				0,45–0,92
	Instructie- en werkvormen met technologie	Technologische hulpmiddelen (algemeen)	0,16	0,47–0,68		
		Computertechnologie (algemeen)	0,28			
		Exploratory computerized learning environments	0,60			
		AI-gestuurde intelligente tutorsystemen	0,01			ES: medium tot groot
		Mobiele apparaten	0,48			
		Interactieve whiteboards		0,65		
		Gamification		0,46		0,38
		Game-based leren		0,13	0,56	
		Adaptieve leer- en begeleidingssystemen			0,56	
		Modelleren/simuleren			0,69	
		Flipped classroom			0,51	
		Computer-ondersteund samenwerkend leren			0,52	

		Maker-georiënteerd onderwijs				0,37
		Visuele representaties				1,18
		Augmented reality				Prestatie toename in 59/62 studies
		Virtual reality				0,33
	Hulpmiddelen (niet-technologisch)	3-dimensionale materialen	0,37			
		Concept maps	0,58			
	Formatieve toetsing & differentiatie	Formatief toetsen	0,20	0,29		0,25
		Feedback in digitale toetssystemen	0,05			
		Differentiatie		0,15		
		Feedback (algemeen)		-0,06		
Leraar/ Leer-kracht	Kennis en vaardigheden	Vakkennis, Pedagogische vakkennis, Helderheid uitleg				
		Klassenmanagement	0,17			
	Professionele ontwikkeling	Professionele ontwikkeling (algemeen)	0,21	0,21		
		Professionele leergemeenschap	0,32			
		Professionele kennis		0,19		
		Professionele ontwikkeling over sociaal-emotioneel leren		0,26		
	Overtuigingen	Prestatieverwachting enVisie op didactiek, Professionele motivatie				
		Stereotyperingen	-0,22			
Leerling	Attitudes	Motivatie				
		Rekenangst		-0,32		
		Zelfvertrouwen		0,59		
		Self-efficacy en self-concept interventies		0,07		0,31–1,87
		Growth mindset-interventies		0,27		1,48
		Attitude t.o.v. wiskunde			-0,48–0,76	

	Vaardigheden	Activiteit-gerelateerde emotie		-0,31–0,23	
		Zelfregulatie		0,37	0,83
		Creativiteit			0,47
Klas	Sfeer	Werkklimaat, veiligheid, relaties, ondersteuning, regels, prestatiegerichtheid			
	Organisatie	Werken in groepen	0,16		
School	Reken/ wiskunde beleid	Rekencoördinator			
		Contacturen/lesuren wiskunde			
	Evaluatie	Monitoren van prestaties, inzicht behoeftes van leerlingen, opbrengstgericht werken			

5.4 DISCUSSIE

Bij de selectie van kenmerken voor de Peil-enquête moet onderscheid worden gemaakt tussen de aangetoonde effectiviteit van een kenmerk en de geschiktheid ervan om in een landelijke peiling te worden opgenomen. Naast wetenschappelijke evidentie zijn daarvoor ook de relevantie voor de Nederlandse onderwijscontext, de verwachte variatie tussen scholen en de meetbaarheid van het kenmerk van belang. Voor visuele representaties wordt bijvoorbeeld een groot positief effect gevonden en ook de geraadpleegde experts achten dit kenmerk belangrijk. Tegelijkertijd schatten zij in dat visuele representaties al veelvuldig worden gebruikt. Een algemene vraag óf docenten visuele representaties inzetten, zal daardoor mogelijk weinig onderscheid tussen scholen opleveren. Het lijkt informatiever en daarmee meer geschikt om te vragen welke soorten representaties worden gebruikt, hoe frequent dit gebeurt en met welk didactisch doel. Een vergelijkbare inventarisatie zou ook van belang kunnen zijn voor AI-gestuurde intelligente tutorsystemen, alhoewel het huidige gebruik nog beperkt lijkt, maar door de snelle technologische ontwikkeling kan dit kenmerk toch relevant zijn voor een toekomstgerichte peiling. Dit laat zien dat de prioritering en inclusie van kenmerken niet rechtstreeks kan worden afgeleid uit de gevonden effectgroottes en expertraadpleging, maar vervolgens nog zorgvuldige afweging verdient.

Bij de interpretatie van de resultaten is bovendien grote voorzichtigheid geboden. De gerapporteerde effectgroottes zijn afkomstig uit verschillende meta-analyses, waarin uiteenlopende interventies, doelgroepen, onderzoeksontwerpen, uitkomstmaten en effectmaten zijn samengebracht. Ook de duur en intensiteit van interventies en de gebruikte controlegroepen verschillen. Een gemiddelde effectgrootte geeft daarnaast meestal weinig inzicht in de kwaliteit van de uitvoering, de benodigde deskundigheid van de docent, de werkzame mechanismen en de omstandigheden waaronder een interventie wel of niet effectief is. De effectgroottes zijn daardoor niet zonder meer onderling vergelijkbaar en bieden slechts

beperkte grond voor een rangorde van kenmerken. De expertraadpleging helpt de resultaten te contextualiseren, maar kent eveneens beperkingen. De groep van acht experts was doelgericht en relatief klein; voor de specifiek op het VSO gerichte kenmerken waren slechts twee experts met specifieke VSO-expertise beschikbaar. Hun beoordelingen moeten daarom als indicatief en niet als representatief worden beschouwd. Bovendien bleken sommige kenmerken voor verschillende interpretaties vatbaar. Bij een begrip als *embodied learning* kunnen experts, en waarschijnlijk ook docenten in een enquête, denken aan uiteenlopende activiteiten, van het gebruik van gebaren in interactieve digitale omgevingen tot volledig bewegingsgericht onderwijs. Ook termen als *contextrijk* of *realistisch* wiskundeonderwijs wordt door stakeholders verschillend opgevat. Zulke interpretatieverschillen raken zowel de validiteit als de betrouwbaarheid van de expertoordelen en van toekomstige enquêtemetingen. Een heldere omschrijving, eventueel aangevuld met herkenbare voorbeelden, is daarom noodzakelijk.

De samenstelling van de gevonden literatuur begrenst de validiteit van de conclusies verder. Publicationbias kan ertoe leiden dat studies met positieve of significante effecten vaker worden gepubliceerd en vervolgens vaker in meta-analyses terechtkomen. Daarnaast worden interventies die duidelijk zijn af te bakenen en experimenteel kunnen worden onderzocht gemakkelijker in reviews met effectgroottes opgenomen dan complexe kenmerken op het niveau van de leraar, klas of school. Dat in de huidige review weinig kenmerken op deze niveaus naar voren komen, betekent dan ook niet noodzakelijk dat zij minder belangrijk zijn. Kenmerken zoals docentkwaliteit, vakdidactische kennis, beschikbare lestijd en afstemming op individuele leerlingen zijn moeilijk in één interventie te isoleren en blijven met de gehanteerde werkwijze mogelijk buiten beeld in de literatuurstudie. Ook de relatief grote aandacht voor recente technologische interventies kan mede het gevolg zijn van wetenschappelijke belangstelling en publicatietrends, en hoeft niet te betekenen dat deze interventies bepalender zijn voor goed reken- en wiskundeonderwijs dan minder opvallende, meer algemene onderwijskenmerken.

Een verdere beperking is het vooraf vastgelegde criterium dat de geïncludeerde reviews effectgroottes voor de besproken interventies moesten rapporteren. Dit criterium maakt een kwantitatieve samenvatting mogelijk, maar sluit kwalitatieve systematische reviews en reviews van kwalitatieve studies uit. Dergelijke reviews kunnen juist inzicht bieden in de wijze waarop een onderwijskenmerk wordt uitgevoerd, hoe leerlingen en docenten het ervaren, welke mechanismen een rol spelen en waarom een aanpak in de ene context wel en in een andere niet werkt. Ook ontwerponderzoek (Bakker, 2018) blijft door deze keuze vrijwel geheel buiten beschouwing. Dit type onderzoek levert niet noodzakelijk effectgroottes op, maar draagt wel bij aan de ontwikkeling van onderwijsbenaderingen, materialen en digitale hulpmiddelen die vervolgens hun weg naar het klaslokaal vinden. De beperking tot effectonderzoek geeft daarmee een smaller beeld van de beschikbare kennis en van de processen waardoor het onderwijs zich ontwikkelt. Dit sluit aan bij het advies *Leren van onderzoek*, waarin de Onderwijsraad (2026) waarschuwt voor een te sterke nadruk op bewezen effectieve aanpakken en pleit voor het benutten van een breed palet aan onderzoek, met uiteenlopende vraagstellingen en onderzoeksmethoden. Bij een volgende actualisering verdient het daarom aanbeveling te verkennen hoe kwalitatieve systematische reviews en syntheses van ontwerponderzoek op een transparante manier naast kwantitatieve effectstudies kunnen worden gerapporteerd. Zo kan niet alleen worden onderzocht óf een onderwijskenmerk gemiddeld effect heeft, maar ook hoe, waarom en onder welke omstandigheden het van betekenis kan zijn.

Ondanks deze beperkingen biedt de combinatie van de systematische literatuurreview en de expertraadpleging een actuele en bruikbare basis voor de verdere ontwikkeling van het Peil-

onderzoek. De review brengt niet alleen kansrijke kenmerken van effectief reken- en wiskundeonderwijs in het VO en VSO in beeld, maar maakt ook zichtbaar waar internationale evidentie aansluit bij de Nederlandse onderwijspraktijk en waar nadere operationalisering nodig is. Daarmee ondersteunt het rapport een beredeneerde selectie van kenmerken voor de Peil-enquête en biedt het aanknopingspunten voor toekomstig onderzoek. Door de kennisbasis bij volgende actualiseringen verder te verbreden, kan een steeds rijker beeld ontstaan van wat betekenisvol reken- en wiskundeonderwijs kenmerkt en onder welke omstandigheden dit bijdraagt aan de ontwikkeling van leerlingen.

REFERENTIES

GEREVIEWDE ARTIKELEN VO

Aba-Oli, Z., Koyas, K., & Husen, A. (2025). Higher-order thinking skills-oriented problem-based learning interventions in mathematics: A systematic literature review. *School Science and Mathematics, 125*(3), 214–231. https://doi.org/10.1111/ssm.12676

Bui, P., Pongsakdi, N., McMullen, J., Lehtinen, E., & Hannula-Sormunen, M. M. (2023). A systematic review of mindset interventions in mathematics classrooms: What works and what does not? *Educational Research Review, 40*, Article 100554. https://doi.org/10.1016/j.edurev.2023.100554

Cromley, J. G., Chen, R., & Lawrence, L. (2023). Meta-analysis of STEM learning using virtual reality: Benefits across the board. *Journal of Science Education and Technology, 32*(3), 355–364. https://doi.org/10.1007/s10956-023-10032-5

Granello, F., Cuder, A., Doz, E., Pellizzoni, S., & Passolunghi, M. C. (2025). Improving math self-efficacy and math self-concept in middle school: A narrative systematic review. *European Journal of Psychology of Education, 40*, Article 42. https://doi.org/10.1007/s10212-025-00939-5

İslim, Ö. F., Namlı, Ş., Sevim, N., Özçakır, B., & Lavicza, Z. (2024). Augmented reality in mathematics education: A systematic review. *Participatory Educational Research, 11*(4), 115–139. https://doi.org/10.17275/per.24.52.11.4

Létourneau, A., Deslandes Martineau, M., Charland, P., Karran, J. A., Boasen, J., & Léger, P. M. (2025). A systematic review of AI-driven intelligent tutoring systems (ITS) in K–12 education. *npj Science of Learning, 10*, Article 29. https://doi.org/10.1038/s41539-025-00320-7

Liu, Z., Zuo, H., Zhao, Y., & Lu, Y. (2025). The effect of embodied learning on students' learning performance: A meta-analysis. *Frontiers in Psychology, 16*, Article 1658797. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2025.1658797

Lu, X., & Zheng, X. (2025). Efficacy of maker-centered learning method on K–12 students' learning outcomes: A meta-analysis. *Educational Technology & Society, 28*(1), 60–77. https://doi.org/10.30191/ETS.202501_28(1).RP04

Mediana, N. L., Jr., Funa, A. A., & Dio, R. V. (2025). Effectiveness of inquiry-based learning (IBL) on improving students' conceptual understanding in science and mathematics: A meta-analysis. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology, 13*(2), 532–552. https://doi.org/10.46328/ijemst.4769

Öz, E. (2024). Effects of peer instruction on academic achievement: A meta-analysis. *Pedagogies: An International Journal, 19*(4), 505–522. https://doi.org/10.1080/1554480X.2023.2246447

Putri, L. I., Retnawati, H., Jaedun, A., Murfi, A., & Begimbetova Atymtaevna, G. (2025). Enhancing mathematical skills through multicontextual approaches: A meta-analysis of realistic mathematics, ethnomathematics, and technology integration. *Cogent Education, 12*(1), Article 2548648. https://doi.org/10.1080/2331186X.2025.2548648

Ratinho, E., Figueiredo, M., Estêvão, D., Faísca, L., & Martins, C. (2026). Gamification on mathematics engagement and motivation in secondary school and higher education: A systematic review and meta-analysis. *Educational Psychology Review, 38*, Article 16. https://doi.org/10.1007/s10648-025-10108-1

Sari, Y. M., Arlinwibowo, J., Fatima, G. N., Purwoko, D., & Suprapto, S. (2024). The potential of virtual representations to help students in learning mathematics. *International Journal of Electrical and Computer Engineering, 14*(6), 6411–6422. https://doi.org/10.11591/ijece.v14i6.pp6411-6422

Vasylyeva, T., Woerfel, T., Twente, L., & Höfler, M. (2024). Effectiveness of language-sensitive subject teaching: Heterogeneity and quality of the evidence and implications for future research. *Review of Education, 12*(3), Article e70000. https://doi.org/10.1002/rev3.70000

Yao, Y., Amos, M., Snider, K., & Brown, T. (2024). The impact of formative assessment on K–12 learning: A meta-analysis. *Educational Research and Evaluation, 29*(7–8), 452–475. https://doi.org/10.1080/13803611.2024.2363831

GEREVIEWDE ARTIKELEN VSO

Long, H. M., Bouck, E. C., & Mariage, T. V. (2024). An updated systematic review of mathematics interventions for students with ASD. *Education and Training in Autism and Developmental Disabilities, 59*(2), 148–164. https://doi.org/10.1177/215416472405900204

Myers, J. A., Hughes, E. M., Witzel, B. S., Anderson, R. D., & Owens, J. (2023). A meta-analysis of mathematical interventions for increasing the word problem solving performance of upper elementary and secondary students with mathematics difficulties. *Journal of Research on Educational Effectiveness, 16*(1), 1–35. https://doi.org/10.1080/19345747.2022.2080131

Rowe, D. A., Clark, K. A., Owens, T. L., Sinclair, J., Claywell, J. V., Nivens, R., Moser, A., Gilley, D., Mazzotti, V. L., Fowler, C. H., Brewer, L., Cotter, M., & Harris, R. (2025). Evidence-based practices to teach mathematics to secondary students with disabilities. *The Journal of Special Education, 59*(3), 169–180. https://doi.org/10.1177/00224669251325798

Yakubova, G., Nozari, M., & Lee, Y. (2024). A systematic review of evidence-based instruction for developing fraction concepts of autistic students and those with intellectual and developmental disability. *Review Journal of Autism and Developmental Disorders*, 1–21. https://doi.org/10.1007/s40489-024-00473-y

OVERIGE REFERENTIES

Aromataris, E., Fernandez, R., Godfrey, C. M., Holly, C., Khalil, H., & Tungpunkom, P. (2015). Summarizing systematic reviews: Methodological development, conduct and reporting of an umbrella review approach. International Journal of Evidence-Based Healthcare, 13(3), 132–140.

Bakker, A. (2018). Design research in education: A practical guide for early career researchers. Routledge. https://doi.org/10.4324/9780203701010

Boaler, J. (2016). Mathematical mindsets. John Wiley and Sons, Inc.

Cohen, J. (2013). Statistical power analysis for the behavioral sciences. Routledge.

Gupta, A., Reddig, J., Calò, T., Weitekamp, D., & MacLellan, C. J. (2025). Beyond final answers: Evaluating large language models for math tutoring. In Artificial intelligence in education, 323–337. Springer Nature Switzerland. https://doi.org/10.1007/978-3-031-98414-3_23

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. Bron: https://www.nro.nl/sites/nro/files/migrate/Rekenen-op-de-basisschool-review-405-17-920.pdf

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. Bron: https://www.nko.nl/sites/nro/files/media-files/timss_en_peil.rekenen-wiskunde_2023_addendum_reviewstudie_bijlage_3b.pdf

Liljedahl, P. (2016). Building thinking classrooms: Conditions for problem-solving. In Posing and solving mathematical problems: Advances and new perspectives (pp. 361-386). Cham: Springer International Publishing.

Pollock, M., Fernandes, R. M., Becker, L. A., Pieper, D., & Hartling, L. (2024). Chapter V: Overviews of reviews. In J. P. T. Higgins, J. Thomas, J. Chandler, M. Cumpston, T. Li, M. J. Page, & V. A. Welch (Eds.), Cochrane handbook for systematic reviews of interventions (Version 6.5). Cochrane. https://www.cochrane.org/handbook

Onderwijsraad (2026). Advies leren van onderzoek. Bron: https://www.onderwijsraad.nl/documenten/2026/03/19/leren-van-onderzoek

Stallmeister, L., & Rezat, S. (2026). The role of the mathematics textbook in times of resource diversity. Educational Studies in Mathematics. https://doi.org/10.1007/s10649-026-10511-7

Valk, J., van der Linden, S., & Meelissen, M. (2023). Review rekenen wiskunde in het VO en VSO, Enschede: University of Twente. Bron: https://ris.utwente.nl/ws/portalfiles/portal/300116658/Bijlage_M_Review_Valk_et_al._2023_review_Peil.Rekenen_Wiskunde_Addendum.pdf

VERKLARING OVER HET GEBRUIK VAN AI

Bij het schrijven en redigeren van dit rapport is generatieve AI gebruikt als schrijfhulp, onder meer voor het formuleren, herstructureren en taalkundig verbeteren van teksten. Generatieve AI is niet gebruikt bij de uitvoering van het onderzoek, waaronder de literatuurzoekactie, selectie en beoordeling van studies, data-extractie, analyse van de resultaten en expertraadpleging. De auteurs hebben alle met AI-ondersteuning tot stand gekomen tekst inhoudelijk gecontroleerd en dragen de volledige verantwoordelijkheid voor de inhoud van het rapport.