EMPOWER NATIONAAL-RAPPORT OVER HET GEBRUIK VAN MODELLEREND LEREN IN HET CURRICULUM

THE NETHERLANDS

2026

EMPOWER

Empowering Teachers for Science Learning Through Modelling-Based Approaches

IPN | European University Cyprus | SOSCIEATH | University of Cyprus | Radboud Universiteit | Utrecht University | UAB Universitat Autònoma de Barcelona | Co-funded by the European Union | Erasmus+ Enriching lives, opening minds.

Erasmus+ Project EMPOWER

EMPOWERING TEACHERS FOR SCIENCE LEARNING THROUGH MODELLING-BASED APPROACHES

Projectteam van het werkpakket (in alfabetische volgorde)
Tom Bielik (SRU), Wouter van Joolingen (UU), Kim Krijtenburg-Lewerissa (UU)

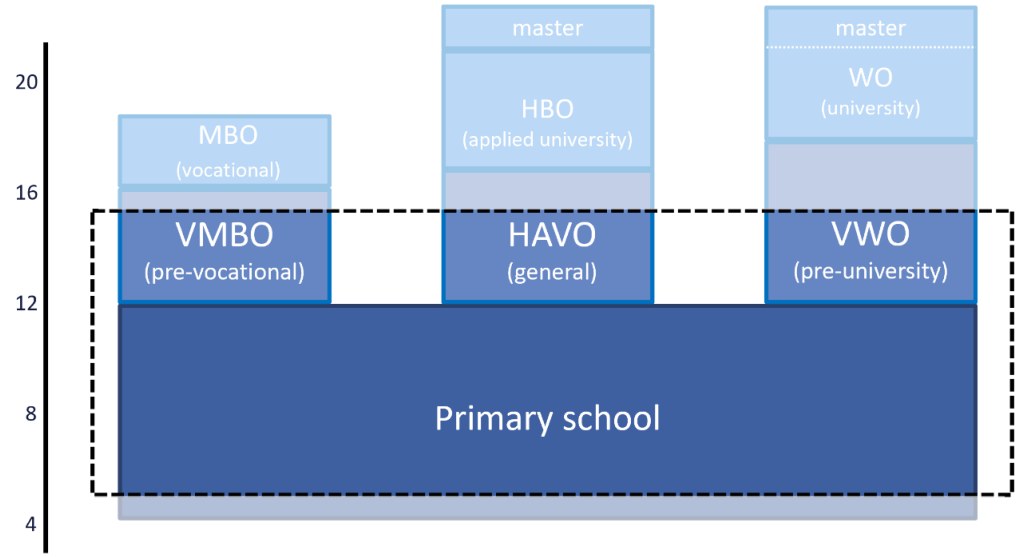
Inhoud

.....1
1 Inleiding 2
2 Achtergrond 3
3 Methode 4
4 Resultaten 6
4.1 Strategieën voor het gebruik van MbL 7
4.2 Definities van modelleercompetentie 7
4.3 Betekenis van modellen in de natuurwetenschappen.....7
4.4 Soorten modellen.....7
4.5 Contexten van modelgebruik 8
4.6 Modelleerpraktijken.....8
4.7 Kennis van metamodelleren.....9
4.8 Doel van de tekst .....
5 Conclusies 10
6 Referenties.....11

1 Inleiding

Het Nederlandse onderwijssysteem is georganiseerd in verschillende fasen die samen een doorlopende leerlijn vormen. Het begint met het basisonderwijs, dat de leeftijden van 4 tot 12 jaar bestrijkt, gevolgd door het voortgezet onderwijs van ongeveer 12 tot 18 jaar. Binnen het voortgezet onderwijs worden leerlingen op basis van hun capaciteiten ingedeeld in verschillende leerlijnen – VMBO, HAVO of VWO – die hen voorbereiden op een beroepsopleiding, het hoger beroepsonderwijs of de universiteit (zie figuur 1). Dit rapport richt zich uitsluitend op het basisonderwijs en het lager voortgezet onderwijs, aangezien dit overeenkomt met de leeftijdsgroep (5-15 jaar) waarop de implementatie van het EMPOWER-project in Nederland is gericht.

Figuur 1 *Het Nederlandse onderwijssysteem*



2 Achtergrond

In het basisonderwijs en de onderbouw van het voortgezet onderwijs is het Nederlandse curriculum georganiseerd in *Kerndoelen*. De Nederlandse Kerndoelen beschrijven waaraan leerlingen moeten worden blootgesteld, welke inspanningen van hen worden verwacht en wat ze geacht worden te beheersen, waardoor ze richting en een gemeenschappelijke basis bieden voor alle leerlingen. Deze Kerndoelen zijn wettelijk vastgelegd als een opdracht voor scholen – die hen verplicht het onderwijs zo in te richten dat leerlingen ze kunnen bereiken – terwijl er nog steeds professionele vrijheid is bij de uitvoering (ongeveer 70% voorgeschreven, 30% flexibel); de hier geanalyseerde doelen (2026) zijn recent vernieuwd en worden momenteel formeel verankerd in wet- en regelgeving.

Momenteel zijn er negen domeinen ontwikkeld: *Nederlands, rekenen, burgerschap, digitale geletterdheid, mens en maatschappij, mens en natuur, moderne vreemde talen, kunst en cultuur,* en *beweging en sport*. Deze kerndoelen zijn tot stand gekomen via een zorgvuldig gestructureerd en collaboratief ontwikkelingsproces waarbij leraren, vakexperts en curriculumdeskundigen betrokken waren, en waarbij ook input van relevante belanghebbenden is meegenomen.

Het natuurwetenschappelijk onderwijs wordt beschreven in het domein *Mens en Natuur*. Dit domein bestaat uit 4 subdomeinen voor het basisonderwijs en 5 voor het voortgezet onderwijs (zie Tabel 1) en richt zich op het begrijpen van de natuur, wetenschap en technologie, en hoe deze in wisselwerking staan met de mens, waardoor leerlingen verschijnselen kunnen onderzoeken, wetenschappelijk kunnen denken en kritische, verantwoordelijke perspectieven kunnen ontwikkelen op uitdagingen in de echte wereld.

Tabel 1 *De inhoud van het domein Mens en Natuur in de Nederlandse Kerndoelen*

Subdomein	***Kern doelstellingen***	***Onderwerpen basisonderwijs***	***Onderwerpen voortgezet onderwijs***
Natuurwetenschappen en technologie	De leerling verkent en verklaart de wereld vanuit een natuurwetenschappelijk en technologisch perspectief	A Vraagstukken B Denkwijzen C Werkwijzen D De aard van natuurwetenschappen en technologie	A Vraagstukken B Denkwijzen C Werkwijzen D De aard van natuurwetenschappen en technologie E Veiligheid
Natuurkundige verschijnselen en technische systemen	De leerling toont inzicht in en experimenteert met natuurkundige verschijnselen en technische systemen	A Technische systemen B Stoffen en hun eigenschappen C Licht, geluid, energie en krachten	A Technische systemen B Krachten C Energie D Licht (HAVO-VWO)
Scheikundige verschijnselen	De leerling toont inzicht in en experimenteert met		A Deeltjes B Processen

	materie, processen en circulaire productie		
Organismen en gezondheid	De leerling toont inzicht in organismen en hun gezondheid	A Organismen B Gezond leven	A Organismen B Voortbestaan van het leven op aarde C Gezond leven D Rationele en seksuele gezondheid
A Organismen	De leerling toont inzicht en verkent systeem aarde	A De aarde B Weer, klimaat en water C Ecosystemen	A Aarde B Weer, klimaat en water C Ecosystemen

3 Methode

Dit rapport is gebaseerd op een kwalitatieve inhoudsanalyse van de vernieuwde kerndoelen voor het basisonderwijs en de onderbouw van het voortgezet onderwijs (groep 1 t/m 9). De analyse is uitgevoerd aan de hand van de nieuwe *kerndoelen* die zijn gepubliceerd door het Stichting Leerplanontwikkeling (SLO), dat deze kerndoelen heeft ontwikkeld in opdracht van het Nederlandse Ministerie van Onderwijs, Cultuur en Wetenschap. De in dit rapport (2026) geanalyseerde doelstellingen zijn nieuw ontwikkeld en worden momenteel formeel opgenomen in wet- en regelgeving. Er zijn twee documenten onderzocht: één voor het basisonderwijs en één voor het lager voortgezet onderwijs. De analyse richtte zich op het domein *Mens en Natuur*, dat de natuurwetenschappelijke inhoud van het Nederlandse curriculum beschrijft, inclusief de bijbehorende woordenlijst met sleutelbegrippen.

De analyse richtte zich op het identificeren van alle verwijzingen naar modelleren (zoals modellen, modelleerscompetentie, modelleerprocessen of andere modelgerelateerde praktijken) binnen de Kerndoelen. Om consistentie te waarborgen, werd een gemeenschappelijk codereerschema, ontwikkeld en overeengekomen binnen het consortium, gebruikt om de geïdentificeerde gevallen te categoriseren. Naast de vooraf gedefinieerde codes werden aanvullende codes geïntroduceerd onder de categorie 'overig' om gevallen vast te leggen die niet volledig onder het oorspronkelijke kader vielen. Een overzicht van het codeerschema en de geïdentificeerde voorbeelden wordt gepresenteerd in tabel 2 hieronder.

Het codereerschema is ontworpen om de multidimensionale weergave van modelleren binnen het curriculum vast te leggen door middel van een uitgebreide reeks onderling samenhangende categorieën en subcategorieën. In eerste instantie identificeert het kader (1) de definities van modelleercompetentie, waarbij onderscheid wordt gemaakt tussen gespecificeerde en niet-gespecificeerde voorbeelden. Het tweede onderdeel van het schema betreft (2) het belang van modellen, waarbij wordt gecategoriseerd of de tekst het belang van

modellen in de natuurwetenschappen, het onderwijsproces of het modelleerproces in de wetenschap vermeldt, waardoor hun conceptuele rol binnen het curriculum wordt vastgelegd. Bovendien identificeert het schema (3) verschillende soorten modellen, zoals mentale en conceptuele kaarten, fysieke en 3D-modellen, diagrammen, tekeningen en modellen die beschikbaar zijn in de biologielaboratoria van de school, terwijl een vierde onderdeel (4) het contextuele gebied registreert waarin modellen worden gebruikt binnen biologische thema's, zoals de inleiding van de tekst, levende organismen, cellen, menselijke voortplanting, voeding, het spijsverteringsstelsel, de bloedsomloop, ecologische piramides en menselijke fysiologie. MbL-praktijken worden ook onderzocht door (5) de handelingen te coderen die van leerlingen worden verlangd tijdens het lesgeven en leren met modellen – met name het maken, gebruiken/selecteren, evalueren en herzien van modellen – terwijl (6) de codes voor meta-modelleren onderscheid maken tussen kennis over de eigenschappen en functies van modellen en kennis van het modelleerproces zelf. Aanvullende categorieën werden geïntroduceerd onder “overig” (7) om voorbeelden vast te leggen zoals de discussie over het belang van op modelleren gebaseerd redeneren of het gebruik van modellen om fysische systemen te begrijpen. Ten slotte registreert het raamwerk (8) het

Tabel 2 *Codering die is gebruikt voor de analyse van verwijzingen naar modelleren*

Categorie	***Subcategorie***
Definities van modelleercompetentie	Gespecificeerd
	Niet gespecificeerd
Betekenis van modellen	Betekenis van modellen in de natuurwetenschappen
	Betekenis van modellen in het onderwijsproces
	Betekenis van modellen in het modelleerproces in de wetenschap
	Niet gespecificeerd
Soorten modellen	Mentale
	Conceptuele kaart
	Fysiek
	Modellen beschikbaar in het biologielokaal van de school
	Eenvoudig model
	3D-model
	Schema's
	Tekening
	Overige
	Niet gespecificeerd
Toepassingsgebieden	
Modelleerpraktijken	Modelcreatie
	Modelgebruik/selectie van modellen
	Modelevaluatie
	Modelherziening
	Niet gespecificeerd
Kennis van metamodelleren	Kennis over de eigenschappen en functies van modellen

	Kennis van het modelleerproces
	Niet gespecificeerd
Overige	Belang van op modelleren gebaseerd redeneren
	Gebruik van modellen om het concept van een fysisch systeem te begrijpen
	Overige
	Niet gespecificeerd
Doel van de tekst	Voor de docent
	Voor de leerling
Manieren/strategieën om MbL te gebruiken	Kant-en-klare modellen
	Kant-en-klare modellen van andere studenten
	Modellen helemaal zelf ontwikkelen
	Niet gespecificeerd

doel van de tekst (gericht op de leraar of de leerling) en (9) de specifieke manieren of strategieën voor het gebruik van MbL, zoals het gebruik van kant-en-klare modellen of het ontwikkelen van modellen vanaf nul, terwijl gevallen waarin expliciete informatie ontbrak consequent werden gecodeerd als “niet gespecificeerd” om de analytische transparantie te behouden.

In totaal werden 30 verwijzingen naar modellen geïdentificeerd in de geanalyseerde leerplannen. In het document voor het basisonderwijs werd vijf keer naar modellen verwezen. Vier van deze verwijzingen zijn definities van modellen en modelleren in de woordenlijst, de overige verwijzing betrof de integratie van modellen en modelleren in het onderwijs. In het document voor het lager voortgezet onderwijs worden modellen 25 keer genoemd. Vier van deze verwijzingen zijn definities van modellen en modelleren in de woordenlijst. Van de overige 21 verwijzingen zijn er zes van toepassing op alle leerwegen (*VMBO*, *HAVO* en *VWO*), terwijl de overige 15 specifiek zijn voor de meer theoretische leerwegen (*HAVO* en *VWO*).

4 Resultaten

In het domein *Mens en Natuur* van de Nederlandse kernleerdoelen voor het basisonderwijs worden modellen slechts vijf keer genoemd. Vier van deze vermeldingen geven definities van modelleren en één richt zich op de verwachte vaardigheid van leerlingen om met modellen te redeneren. Voor het voortgezet onderwijs worden modellen 25 keer genoemd, waarvan vier keer als definities voor modellen en modelleren. Van de overige verwijzingen die zich richten op de vaardigheden van leerlingen, zijn er zes van toepassing op alle leerlijnen (*VMBO*, *HAVO* en *VWO*), terwijl de overige 15 specifiek zijn voor de meer theoretische leerlijnen (*HAVO* en *VWO*). De inhoud van deze verwijzingen wordt in de volgende paragrafen gepresenteerd.

4.1 Strategieën voor het gebruik van MbL

De Nederlandse Kerndoelen schrijven geen specifieke didactische strategieën voor, dus er werden geen strategieën voor het gebruik van MbL gespecificeerd. De Kerndoelen laten ongeveer 30% van de onderwijstijd flexibel, wat betekent dat scholen en docenten kunnen kiezen hoe ze het onderwijs vormgeven en mogelijk kunnen beslissen hoe ze modellerend leren in de praktijk implementeren. Hierdoor wordt voor de meeste verwijzingen (14 verwijzingen) niet gespecificeerd of leerlingen kant-en-klare modellen gebruiken. In één referentie staat dat leerlingen zelf een model moeten maken, en in zes referenties staat dat leerlingen bestaande modellen moeten toepassen of selecteren.

4.2 Definities van modelleercompetentie

De Nederlandse kerndoelen geven geen definitie van modelleervaardigheid, maar leggen wel uit wat modellen en modelleren zijn. Een model wordt omschreven als een vereenvoudigde weergave van een situatie uit de werkelijkheid die helpt bij het oplossen van een probleem of het beantwoorden van een vraag. Het bevat alleen de onderdelen die voor dat doel van belang zijn. Een model kan ook een vereenvoudigde weergave zijn die voor een specifiek doel is gemaakt, bijvoorbeeld een computerprogramma als het om een rekenmodel gaat. Een wiskundig model wordt gezien als een abstracte versie van een situatie die bepaalde kenmerken benadrukt en andere weglaat, zoals een schematische tekening, een rekenmethode of een formule. Wiskundig modelleren verwijst naar het gebruiken, aanpassen en maken van zo'n wiskundig model.

4.3 Betekenis van modellen in de natuurwetenschappen

Het belang van modellen voor de wetenschap komt in de Nederlandse Kerndoelen niet expliciet aan de orde. Modellen worden echter wel beschreven als hulpmiddelen voor het begrijpen, verklaren, voorspellen en analyseren van verschijnselen en systemen, en worden gepresenteerd als voorstellingen die kunnen worden geconstrueerd, gebruikt, geëvalueerd en herzien.

4.4 Soorten modellen

Op alle niveaus in het voortgezet onderwijs leren leerlingen om functionele analoge en digitale 2D- en 3D-modellen te maken binnen ontwerpprocessen. Leerlingen moeten ook deeltjesmodellen gebruiken om verschillen tussen zuivere stoffen en mengsels te beschrijven, en om faseovergangen en chemische reacties te verklaren in termen van veranderingen op deeltjesniveau.

Voor de theoretische leerlijnen breidt het curriculum deze basis uit door de waarde en beperkingen van historische en conceptuele modellen van materie te behandelen, waaronder de vier elementen, de flogistontheorie, het atoommodel van Dalton en moderne voorstellingen van de atoomkern en de elektronenwolk. Op deze niveaus werken leerlingen

ook met biologische modellen, zoals het vergelijken van stambomen die zijn opgesteld op basis van fenotypische en genetische kenmerken. In de aardwetenschappen moeten HAVO/VWO-leerlingen klimaatmodellen analyseren door te onderzoeken hoe verschillende aannames leiden tot uiteenlopende toekomstscenario's, en verkennen ze verklarende modellen voor geologische processen zoals de vorming van reliëf, vulkanisme en aardbevingen.

4.5 Contexten van modelgebruik

Modellen komen voor binnen acht thema's in de Nederlandse kernleerdoelen voor het voortgezet onderwijs. In alle leerlijnen wordt modelleren geïntroduceerd als onderdeel van wetenschappelijke en technologische denkwijzen die worden gebruikt om de wereld te verkennen en te verklaren. Leerlingen onderzoeken de aard van wetenschap en technologie en leren hoe modellen de ontwikkeling van wetenschappelijk inzicht ondersteunen. Ze werken met objecten en technische systemen en gebruiken modellen om te begrijpen hoe deze systemen functioneren. Ze bestuderen ook deeltjes, faseovergangen, scheidingsmethoden en chemische reacties – contexten waarin modellen helpen om onzichtbare processen te visualiseren en experimentele resultaten te interpreteren.

Voor de theoretische leerlijnen bouwt het curriculum voort op deze basis door modelleren uit te breiden naar bredere en complexere systemen. Leerlingen ontwikkelen inzicht in het voortbestaan van het leven op aarde en gebruiken modellen om weer-, klimaat- en watersystemen en de veranderingen daarin te onderzoeken. Ze onderzoeken ook hoe fysische omstandigheden op aarde variëren over verschillende tijdschalen, waarbij ze modellen gebruiken om langetermijnprocessen en dynamische natuurlijke omgevingen te interpreteren.

4.6 Modelleerpraktijken

De modelleerpraktijken die in de Nederlandse kerndoelen worden beschreven, bestrijken de vier belangrijkste subthema's: modelcreatie, modelgebruik, modelevaluatie en modelherziening. Modelcreatie en modelgebruik maken deel uit van alle leerlijnen. Modelcreatie wordt één keer genoemd en omvat het construeren van functionele analoge en digitale 2D- en 3D-modellen binnen een ontwerpproces.

Modelgebruik wordt elf keer genoemd. Leerlingen redeneren met systemen en modellen, gebruiken modellen om verschijnselen en systemen te beschrijven en passen deeltjesmodellen toe om verschillen tussen zuivere stoffen en mengsels, evenals faseovergangen en chemische reacties te verklaren. Voor de theoretische leerlijnen strekt modelgebruik zich uit tot complexere analytische en voorspellende toepassingen van de . Leerlingen analyseren aspecten van systemen met behulp van modellen, voorspellen situaties en systeemgedrag, en brengen variabelen binnen een model met elkaar in verband. Ze werken ook met biologische modellen door stambomen te vergelijken op basis van fenotypische en genetische kenmerken. In de aardwetenschappen onderzoeken ze hoe

aannames in klimaatmodellen tot verschillende scenario's leiden en verkennen ze verklarende modellen voor geologische processen zoals reliëfvorming, vulkanisme en aardbevingen.

Modelevaluatie maakt expliciet deel uit van het HAVO/VWO-curriculum en wordt twee keer genoemd. Leerlingen moeten overeenkomsten en verschillen tussen modellen en de werkelijkheid identificeren en beoordelen of modelresultaten aannemelijk zijn, waardoor ze een meer reflectief begrip van de epistemische status van modellen ontwikkelen.

Modelherziening wordt één keer genoemd in verband met *HAVO/VWO* en houdt in dat parameters binnen bestaande modellen worden aangepast om de nauwkeurigheid of de aansluiting ervan te verbeteren.

4.7 Kennis van metamodelleren

Zowel kennis over de eigenschappen en functies van modellen als kennis over het modelleerproces komt expliciet aan bod in het Nederlandse curriculum. In alle leerlijnen leren leerlingen wat het betekent dat wetenschappelijke kennis uit modellen bestaat en waar de grenzen van die modellen liggen.

Voor de theoretische richtingen wordt dit fundamentele inzicht verder uitgewerkt en vijf keer genoemd. Leerlingen leren dat de keuzes die bij het opstellen van een model worden gemaakt, bepalen wat het model wel en niet over een situatie kan zeggen. Ze leren ook dat modellen kunnen worden gebruikt om het gedrag van systemen te voorspellen, terwijl ze erkennen dat aannames en randvoorwaarden de geldigheid van deze voorspellingen beperken. Daarnaast onderzoeken ze hoe één enkel model vanuit verschillende perspectieven kan worden bekeken en geïnterpreteerd, en leren ze de waarde en het nut van opeenvolgende modellen van materie te beschrijven.

Kennis over metamodelleren met betrekking tot het modelleerproces wordt niet genoemd in de VMBO-kernleerdoelen. HAVO/VWO-leerlingen onderzoeken hoe nieuwe technologieën en wetenschappelijke inzichten kunnen leiden tot de ontwikkeling van nieuwe modellen die andere of betere verklaringen voor verschijnselen bieden.

4.8 Doel van de tekst

De Nederlandse kernleerdoelen zijn geschreven vanuit het perspectief van wat leerlingen zouden moeten leren, ervaren of kunnen. Dienovereenkomstig hebben alle verwijzingen in de tekst betrekking op beoogde leerresultaten van leerlingen.

5 Conclusies

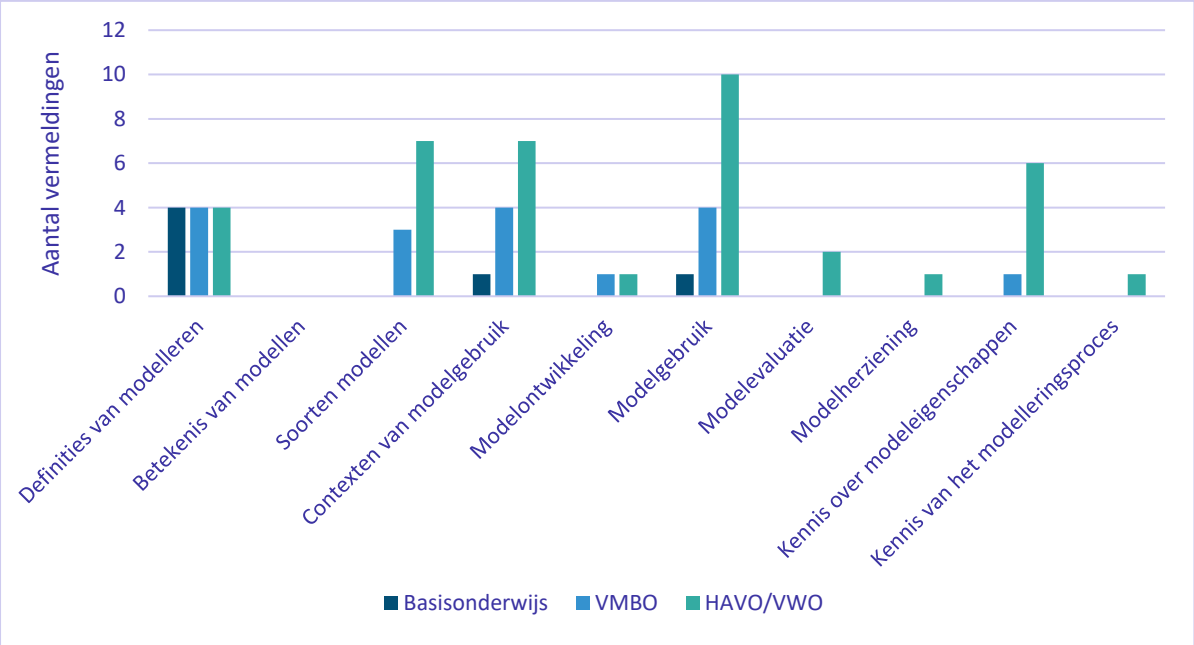
Modelleren is in het hele Nederlandse curriculum aanwezig, maar de nadruk verschilt per onderwijsniveau (zie Figuur 2). Voor alle niveaus, het basisonderwijs en de onderbouw van het voortgezet onderwijs, schrijven de kerndoelen voor dat leerlingen met modellen moeten kunnen redeneren, terwijl de manier waarop – de didactische aanpak – aan scholen en docenten wordt overgelaten.

In het basisonderwijs wordt modelleren slechts kort geïntroduceerd en voornamelijk via basisdefinities.

In het *VMBO* krijgt modelleren meer aandacht, maar blijft het grotendeels praktisch van aard. Leerlingen construeren en gebruiken modellen – met name deeltjesmodellen en functionele analoge of digitale modellen – maar dit wordt niet uitgebreid naar metamodelleerkennis of meer geavanceerde analytische toepassingen. Daardoor maakt modelleren weliswaar deel uit van het wetenschappelijk en technologisch denken, maar blijft de epistemische dimensie ervan op dit niveau beperkt.

In het *HAVO* en *VWO* biedt het curriculum een uitgebreider programma voor modelleren. Leerlingen werken met een breder scala aan modeltypen, waaronder historische, conceptuele, biologische en aardwetenschappelijke modellen, en houden zich bezig met meer geavanceerde praktijken zoals voorspellen, evalueren en herzien. Ook wordt kennis over metamodelleren expliciet ontwikkeld, waaronder het begrijpen van aannames, het interpreteren van modellen vanuit verschillende perspectieven en het herkennen hoe wetenschappelijke en technologische ontwikkelingen leiden tot nieuwe of herziene modellen.

Figuur 2 *Modelleeraspecten aanwezig in het Nederlandse curriculum van het basisonderwijs, het VMBO en HAVO/VWO*



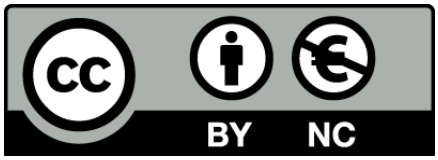
6 Referenties

SLO. (2026). Kerndoelen voortgezet onderwijs (3e druk). Stichting Leerplanontwikkeling. https://www.slo.nl/thema/meer/actualisatie-kerndoelen-examenprogramma/actualisatie-kerndoelen/@25214/kerndoelen-voortgezet-onderwijs/

SLO. (2026). Kerndoelen primair onderwijs (3e druk). Stichting Leerplanontwikkeling. https://www.slo.nl/thema/meer/actualisatie-kerndoelen-examenprogramma/actualisatie-kerndoelen/@25212/kerndoelen-primair-onderwijs/

Co-funded by the European Union. Views and opinions expressed are however those of the author(s) only and do not necessarily reflect those of the European Union or the National Agency. Neither the European Union nor the granting authority can be held responsible for them.

This work is licensed under CC BY-NC 4.0. To view a copy of this license, visit https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/.



EMPOWER

Empowering Teachers for Science Learning Through Modelling-Based Approaches