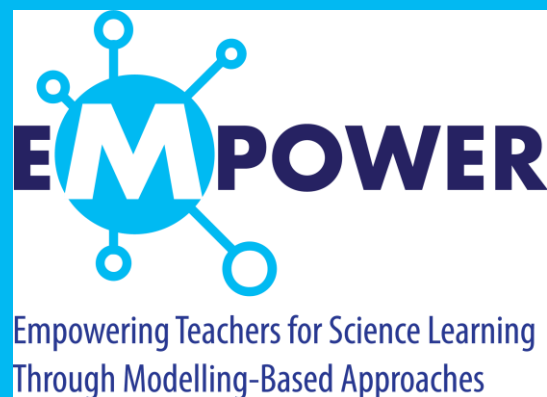




EMPOWER GECONSOLIDEERD RAPPORT

DOCENTBEHOEFTE EN HUIDIGE ONDERWIJSPRAKTIJKEN VAN MODELGEBASEERD LEREN IN VIER LANDEN

2026



Erasmus+ Project EMPOWER

LEERKRACHTEN STERKER MAKEN VOOR HET LEREN VAN NATUURWETENSCHAPPEN DOOR MIDDEL VAN MODELGEBASEERDE AANPAK

Projectteam van het werkpakket (in alfabetische volgorde)

Tom Bielik (SRU), Evridiki Eracleous (EUC), Carme Grimalt-Álvaro (UAB), Felicitas Haupts (IPN), Wouter van Joolingen (UU), Moritz Krell (IPN), Kim Krijtenburg-Lewerissa (UU), Kim Eleni Lobner (IPN), Andrea López-Incera (UAB), Víctor López-Simó (UAB), Loucas Louca (EUC), Anna Marbà-Tallada (UAB), Marios Papaevripidou (UCY), Chloi Savvidou (EUC), Ronja Sowinski (IPN), Kyriaki Vakkou (UCY), Esther Zeedijk (SRU)

Inhoudsopgave

.....	1
1 Inleiding	2
2 Methode	2
3 Bevindingen	4
3.1 Kennis	4
3.2 Onderwijservaring.....	5
3.3 Curriculumintegratie	6
3.4 Ondersteuning en behoeften van leraren	6
4 Conclusies	7

1 Inleiding

Dit rapport presenteert de resultaten van een kwalitatief onderzoek dat is uitgevoerd in het kader van het EMPOWER-project, dat tot doel heeft een duidelijker beeld te krijgen van de huidige praktijken, uitdagingen en behoeften met betrekking tot modelgebaseerd leren (MbL) in het natuurwetenschappelijk onderwijs. Door middel van een reeks focusgroepgesprekken met docenten en belanghebbenden uit het onderwijs in Duitsland, Cyprus, Spanje en Nederland is onderzocht hoe modellen en modelleren worden begrepen, hoe ze worden ingezet bij het lesgeven en leren, en welke vormen van ondersteuning nodig zijn om modelgebaseerd leren in het natuurwetenschappelijk onderwijs te versterken. De focusgroepen waren zo opgezet dat zowel ervaringen op klasniveau als bredere institutionele of curriculumgerichte perspectieven in kaart werden gebracht, waardoor een breed perspectief ontstond op de omstandigheden die de implementatie van MbL beïnvloeden.

De hier gerapporteerde bevindingen dienen twee doelen. Ten eerste bieden ze landspecifieke inzichten in de ervaringen van leerkrachten en belanghebbenden met modellen, modelleren en MbL, waarbij contextuele factoren die de praktijk beïnvloeden worden belicht. Ten tweede dragen ze bij aan een landoverschrijdende synthese waarin gemeenschappelijke uitdagingen, nieuwe kansen en gebieden waar verdere ondersteuning of ontwikkeling nodig is, in kaart worden gebracht. Samen vormen deze inzichten een basis voor het ontwerpen van gerichte professionele ontwikkeling, het ontwikkelen van ondersteunend materiaal en het sturen van toekomstige inspanningen op het gebied van curriculumontwikkeling, gericht op het versterken van op modelleren gebaseerd natuurwetenschappelijk onderwijs in heel Europa.

2 Methode

In dit onderzoek werd gebruikgemaakt van semi-gestructureerde focusgroepgesprekken om de visies van docenten en belanghebbenden op MbL in het natuurwetenschappelijk onderwijs in de deelnemende landen te onderzoeken. Het doel was om de huidige praktijk, uitdagingen en behoeften in kaart te brengen en zowel landspecifieke rapporten als een overkoepelende samenvatting op te stellen. Tot de deelnemers behoorden actieve docenten in de natuurwetenschappelijke vakken en nationale belanghebbenden, zoals curriculumontwikkelaars, beleidsmakers en lerarenopleiders. De werving werd in elk land lokaal georganiseerd (zie Tabel 1).

Tabel 1 *Deelnemers aan de focusgroepinterviews*

<i>Land</i>	<i>Focusgroep nr.</i>	<i>Deelnemende leraren</i>	<i>Deelnemende belanghebbenden</i>
<i>Duitsland</i>	1	4 leraren uit het voortgezet onderwijs met verschillende vakachtergronden en uiteenlopende ervaring met Mbl	3 belanghebbenden die betrokken zijn bij lerarenopleidingen, professionele ontwikkeling, curriculumimplementatie en institutionele ondersteuning van het natuurwetenschappelijk onderwijs
<i>Cyprus</i>	1 (UCY)	5 leerkrachten in het basisonderwijs die vertrouwd zijn met een scala aan onderwijsmethoden, waaronder Mbl	4 belanghebbenden met institutionele functies in het natuurwetenschappelijk onderwijs, waaronder inspecteurs en adviseurs die betrokken zijn bij de implementatie van het leerplan en de ondersteuning van leraren
	2/3 (EUC)	10 kleuterleerkrachten (twee focusgroepen van vijf), met uiteenlopende ervaringsniveaus in Mbl	-
<i>Spanje</i>	1	5 leerkrachten in het basisonderwijs met verschillende niveaus van ervaring in Mbl	5 belanghebbenden die betrokken zijn bij de lerarenopleiding voor het basis- en voortgezet onderwijs, de implementatie van leerplannen, de ontwikkeling van toetsing en pedagogische ondersteuningsstructuren in het natuurwetenschappelijk onderwijs
<i>Nederland</i>	1 (SRU/UU)	4 leraren natuurkunde, biologie en scheikunde in het voortgezet onderwijs met ervaring in Mbl	3 belanghebbenden uit de uitgeverwereld, de lerarenopleiding en het onderwijsonderzoek voor het voortgezet onderwijs
	2 (SRU/UU)	3 leraren natuurkunde en biologie in het voortgezet onderwijs met ervaring in Mbl	4 belanghebbenden, waaronder curriculumontwikkelaars, toetsontwikkelaars, lerarenopleiders en onderwijsonderzoekers voor het voortgezet onderwijs.

Elke focusgroep duurde ongeveer 60-90 minuten en volgde een gemeenschappelijk interviewprotocol. Het protocol zorgde voor consistentie tussen de landen, terwijl het de moderatoren de ruimte liet om de gang van de discussie aan te passen wanneer relevante onderwerpen spontaan naar voren kwamen. Elke sessie begon met een korte inleiding waarin de moderator het doel van het onderzoek toelichtte, verwees naar de informatiebrief en de deelnemers herinnerde aan hun rechten, waaronder vrijwillige deelname, anonimisering en veilige gegevensverwerking. Door deel te blijven nemen werd toestemming bevestigd. Het protocol bestond uit twee parallelle versies – één voor leraren en één voor belanghebbenden – die elk waren ingedeeld in thematische onderdelen.

Het protocol voor leerkrachten richtte zich op:

1. de kennis en opvattingen van leerkrachten over modellen, modelleren en MbL;
2. hun onderwijservaringen en modelleerpraktijken;
3. verbanden met het nationale leerplan; en
4. de ervaren behoefte aan verdere ondersteuning.

Het protocol voor belanghebbenden had betrekking op:

1. de kennis en standpunten van belanghebbenden over modellen, modelleren en MbL;
2. de status van MbL in het nationale leerplan;
3. beschikbare middelen en ondersteuning op systeemniveau; en
4. de behoeften voor het versterken van op modelleren gebaseerd natuurwetenschappelijk onderwijs.

De moderators gebruikten de vragen als aanleiding om de discussie op gang te brengen, moedigden waar nodig uitleg aan en zorgden voor een evenwichtige deelname. Vragen konden worden overgeslagen als het onderwerp al aan bod was gekomen, en alle interviews werden afgesloten met een vraag over wat leraren nodig hebben om modelleren verder in hun lessen te integreren. Elke sessie werd afgesloten met een korte samenvatting en het beëindigen van de opname. Na de sessie werden de interviews getranscribeerd en geanonimiseerd.

3 Bevindingen

In alle deelnemende contexten blijkt uit de interviews dat er een breed gedragen erkenning bestaat van de educatieve waarde van modellen, modelleren en MbL, maar dat er tegelijkertijd opvallende verschillen bestaan in de manier waarop deze concepten worden begrepen, in praktijk gebracht en ondersteund. Hoewel de structurele en curriculaire omstandigheden verschillen, benadrukken de bevindingen gezamenlijk de centrale rol die modellen spelen bij het helpen van leerlingen om complexe of onzichtbare wetenschappelijke verschijnselen te begrijpen, evenals de uitdagingen waarmee docenten worden geconfronteerd bij het implementeren van modelleren als een iteratieve wetenschappelijke praktijk. In de onderstaande synthese worden de perspectieven in Duitsland, Spanje, Cyprus en Nederland met elkaar vergeleken, waarbij de nadruk ligt op vier thematische gebieden.

3.1 Kennis

In alle contexten beschrijven deelnemers modellen als weergaven van de werkelijkheid die helpen bij het verklaren en voorspellen van wetenschappelijke verschijnselen, maar hun kennis en interpretaties verschillen per groep en per land. Belanghebbenden geven over het

algemeen blijk van een meer epistemisch en procesgericht begrip, terwijl leraren modellen vaker kaderen in termen van hun verklarende of illustratieve functies in de klas. In **Duitsland** zeggen belanghebbenden en leraren in het voortgezet onderwijs dat hun kennis van modellen en modelleren afkomstig is uit de lerarenopleiding, de voorbereidende stage en ervaring in de klas. Leerkrachten benadrukken dat modellen doelgerichte verklaringsinstrumenten zijn en beschouwen modelleren meestal als het construeren van modellen, terwijl belanghebbenden modelleren omschrijven als een bredere wetenschappelijke praktijk waarbij modellen worden getest, herzien en bekritiseerd. In **Cyprus** is de kennis van de leerkrachten grotendeels afkomstig uit postdoctorale opleidingen. Meer ervaren kleuterleerkrachten zien modelleren als een manier waarop kinderen hun ideeën opbouwen en verbeteren, terwijl minder ervaren leerkrachten het vooral beschouwen als praktische verkenning. Leerkrachten in het basisonderwijs beschrijven modelleren als het zichtbaar maken van het denken van kinderen en hen helpen dit aan te passen, en belanghebbenden zien het als een bredere wetenschappelijke vaardigheid die onderzoekend leren en kritisch denken ondersteunt. In **Spanje** zeggen belanghebbenden dat hun kennis voornamelijk voortkomt uit beroepservaring en voortdurende bijscholing, terwijl leerkrachten in het basisonderwijs aangeven dat ze modelleren niet tijdens hun eigen opleiding hebben geleerd. Beide groepen beschouwen modelleren als een stapsgewijs proces dat bestaat uit het stellen van vragen, redeneren en het herzien van verklaringen. Leerkrachten geven echter aan dat hun kennis over het uitvoeren van deze volledige cyclus grotendeels theoretisch is en moeilijk in de praktijk toe te passen. In **Nederland** zeggen leraren in het voortgezet onderwijs en belanghebbenden dat hun kennis voornamelijk voortkomt uit persoonlijke interesse en professionele ontwikkeling, waarbij verscheidene deelnemers opmerken dat modelleren geen onderdeel was van hun lerarenopleiding. Leraren en belanghebbenden beschrijven modelleren als een iteratief proces van het voortdurend toetsen en aanpassen van modellen, en sommigen benadrukten modelleren als een sociale praktijk, waarbij samenwerking en dialoog binnen wetenschappelijke gemeenschappen een rol spelen.

3.2 Onderwijservaring

In de verschillende landen worden de ervaringen van leraren met modelleren bepaald door de verwachtingen van het curriculum, het vertrouwen in het lesgeven en de mate waarin modelleren is ingebed in de dagelijkse praktijk. Hoewel leraren modelleren vaak waarderen, lopen hun toepassingen in de klas sterk uiteen en worden ze vaak beperkt door tijd, materialen en vastgeroeste routines. In **Duitsland** melden leraren in het voortgezet onderwijs dat ze expliciet ingaan op modellen, waarbij ze vaak de beperkingen ervan benadrukken. Leerlingen maken en gebruiken regelmatig modellen, hoewel systematische herziening minder gebruikelijk is. Leerkrachten omschrijven hun rol als het structureren en faciliteren van modelleeractiviteiten – het selecteren van modellen, het definiëren van opdrachten en het opbouwen van complexiteit – terwijl ze ruimte laten voor zelfstandig werken. Uitdagingen zijn onder meer het kiezen van geschikte modellen, het vaststellen van criteria en het vinden van een evenwicht tussen ambitie en de realiteit in de klas. In **Cyprus** gebruiken

kleuterleerkrachten modelleren als een activiteit waarbij kinderen actief voorstellingen maken en bespreken, maar de mate van betrokkenheid varieert naargelang de ervaring van de leerkracht. Meer ervaren leerkrachten begeleiden kinderen door alle fasen van het modelleren, terwijl minder ervaren leerkrachten zich vooral richten op het bouwen van modellen. Leerkrachten in het basisonderwijs geven aan dat ze modellen en elementen van modelleren gebruiken bij uiteenlopende onderwerpen, zoals elektriciteit, de bloedsomloop, het zonnestelsel, het spijsverteringsstelsel en het menselijk lichaam. Op beide niveaus kampen leerkrachten met moeilijkheden die te maken hebben met de geschiktheid voor de leeftijd, beperkte tijd en beperkte materialen. In **Spanje** gaan leerkrachten in het basisonderwijs zelden expliciet in op modellen, en komt modelleren zelden voor als een apart aandachtspunt in het onderwijs. Activiteiten met modellen vinden doorgaans indirect plaats binnen bredere projecten, en de term 'model' zelf ontbreekt vaak in het klassengesprek. Leerkrachten voelen zich vaak onzeker over het geven van natuurwetenschappelijk onderwijs en leunen sterk op vooraf samengesteld materiaal, waarbij ze zichzelf positioneren als facilitators in plaats van begeleiders bij het bouwen of herzien van modellen. Beperkt zelfvertrouwen, onduidelijke leerplanverwachtingen en een lage prioriteit voor natuurwetenschappen dragen bij aan zwakke modelleerpraktijken. In **Nederland** melden leraren in het voortgezet onderwijs uiteenlopende ervaringen met modelleren, waaronder het gebruik van conceptmapping, computationele modelleren en het gebruik van didactische modellen. Leraren gebruiken in hun lessen ook vakspecifieke algemene modellen, zoals het deeltjesmodel, waardoor modelleren wordt ingebed in vakspecifieke lessen.

3.3 Curriculumintegratie

In alle contexten wordt in de curricula wetenschappelijk redeneren erkend, maar de expliciete plaats die aan modelleren wordt toegekend, varieert en mist vaak duidelijkheid. In **Duitsland** is modelleren verankerd in de nationale normen, maar leraren baseren zich meer op interne leerplannen van de school waarin de nadruk op de inhoud ligt. In **Cyprus** wordt naar modelleren verwezen, maar wordt dit onvoldoende gespecificeerd, waardoor leerkrachten aangewezen zijn op professionele bijscholing en eigen initiatief. In **Spanje** is het competentiegerichte leerplan open maar vaag, waardoor leraren onzeker zijn over de plaats van modelleren daarin. In **Nederland** komt modelleren voor in examenprogramma's, met name in natuurkunde en scheikunde, maar het leerplan legt de nadruk op *het gebruik* van modellen in plaats van op *modelleren als proces*. Leraren melden dat de examenverwachtingen de toepassing van bestaande modellen versterken in plaats van iteratieve modelontwikkeling.

3.4 Ondersteuning en behoeften van leraren

In alle landen geven leraren aan dat er een sterke behoefte bestaat aan meer gestructureerde, praktische en duurzame ondersteuning om modelgebaseerd leren effectief toe te passen in de natuurwetenschappelijke lessen. In **Duitsland** benadrukken

belanghebbenden de noodzaak van systematische professionele ontwikkeling die conceptuele duidelijkheid schept over wat modellen zijn en hoe ze doelgericht kunnen worden gebruikt. Zij constateren vaak problemen in de klas wanneer modellen worden gebruikt zonder expliciete aandacht voor hun representatieve aard. Leerkrachten vragen om centraal aangereikt, hoogwaardig lesmateriaal dat is afgestemd op de leerplanvereisten en uiten ontevredenheid over het feit dat ze zelf lesmateriaal moeten ontwikkelen, wat aangeeft dat er zowel op klas- als op systeemniveau ondersteuning nodig is. In **Cyprus** benadrukken kleuter- en basisschoolleerkrachten de noodzaak van gerichte professionele ontwikkeling die verduidelijkt wat modelleren is en hoe het in alle leerjaren kan worden toegepast. Ze vragen ook om verzamelingen van beproefd lesmateriaal – lesplannen, aanwijzingen, simulaties en praktische voorbeelden – omdat het zelfstandig ontwikkelen van dergelijk lesmateriaal tijdrovend is. Leraren wijzen op materiële en structurele beperkingen, waaronder beperkte ruimte, een gebrek aan laboratoria, onvoldoende apparatuur en tijdsdruk die de mogelijkheden voor onderzoek, discussie en het herzien van modellen beperkt. Belanghebbenden benadrukken eveneens dat leraren baat zouden hebben bij meer concrete voorbeelden van de toepassing ervan. Kleuterleerkrachten benadrukken bovendien de behoefte aan praktische, schoolgerichte begeleiding, duidelijke lesstructuren en betrouwbaar lesmateriaal, waarbij ze erop wijzen dat modelleren momenteel sterk afhankelijk is van persoonlijk initiatief in plaats van systematische ondersteuning. In **Spanje** zijn leerkrachten en belanghebbenden het erover eens dat er substantiële ondersteuning nodig is. Leerkrachten melden een beperkt zelfvertrouwen en onvoldoende kennis van de natuurwetenschappelijke leerstof, wat leidt tot een sterke afhankelijkheid van leerboeken. Ze vragen om duidelijke leerprogressies, concrete materiaalbanken, voorbeelden van klassikale dialogen en mogelijkheden om goede praktijken te observeren. Belanghebbenden benadrukken de noodzaak om af te stappen van op woordenschat gebaseerd onderwijs en merken op dat modelleren vaak als abstract en contra-intuïtief wordt ervaren, waardoor professionele ontwikkeling essentieel is. In **Nederland** signaleren leerkrachten en belanghebbenden de behoefte aan degelijke leshulpmiddelen, voorbeeldexamen vragen en een duidelijkere integratie van MBL in leerboeken en opdrachten. Zij hechten waarde aan actieve leergemeenschappen en pleiten voor doorlopende leertrajecten in het voortgezet onderwijs, zodat modelleren consistent terugkomt in plaats van sporadisch. De opleiding van leraren – met name op het gebied van computationele modelleren – wordt gezien als essentieel voor het opbouwen van technische affiniteit en wetenschappelijke geletterdheid. Belanghebbenden benadrukken ook het belang van bewustwording bij leraren en leerlingen over de rol van modelleren in STEM-vakken.

4 Conclusies

Uit dit onderzoek blijkt dat er in Duitsland, Spanje, Cyprus en Nederland een gedeelde erkenning bestaat van de educatieve waarde van **modellen**, **modelleren** en **MBL**, maar dat er ook aanzienlijke verschillen zijn in kennis, toepassing en ondersteuning hiervan. Leraren en

belanghebbenden beschrijven modellen consequent als essentiële hulpmiddelen voor het uitleggen van complexe of onzichtbare verschijnselen, maar hun interpretaties van modelleren verschillen: leraren leggen vaak de nadruk op het construeren of gebruiken van modellen, terwijl belanghebbenden modelleren zien als een iteratieve wetenschappelijke praktijk waarbij modellen worden getest, herzien en bekritiseerd.

De praktijken in de klas lopen sterk uiteen. In Duitsland gebruiken en bespreken leerkrachten regelmatig modellen, hoewel systematische herziening minder gebruikelijk is. In Cyprus gebruiken zowel leerkrachten in het basisonderwijs als kleuterleerkrachten modellen bij tal van onderwerpen, maar de mate van betrokkenheid hangt sterk af van de ervaring van de leerkracht en de beschikbare middelen. In Spanje is modelleren zelden expliciet, vaak indirect ingebed in bredere projecten, en wordt het beperkt door het gebrek aan zelfvertrouwen bij leerkrachten en de afhankelijkheid van leerboeken. In Nederland komt modelleren in diverse vormen voor, maar wordt het sterk beïnvloed door tijdsdruk en examenverwachtingen.

De integratie in het curriculum verloopt ongelijkmatig. Duitsland heeft het modelleren opgenomen in de nationale leerdoelen, maar de geïnterviewde leerkrachten baseren zich meer op schoolinterne leerplannen. In Cyprus neemt modelleren een belangrijke plaats in het leerplan in, maar de richtlijnen blijven onvoldoende specifiek, waardoor leraren aangewezen zijn op bijscholing en eigen initiatief. Het Spaanse leerplan is flexibel maar open, waardoor leraren onzeker zijn over hoe ze modelleren moeten implementeren. In Nederland komt modelleren wel voor in het curriculum, maar leraren melden dat het gebrek aan urgentie – deels omdat modelleren niet sterk wordt benadrukt in examens – ertoe leidt dat velen het niet in hun lessen integreren.

In alle landen geven leraren aan dat er een sterke behoefte is aan gestructureerde, praktische en duurzame ondersteuning. Ze vragen om een duidelijkere conceptuele basis, hoogwaardig lesmateriaal, tijd en samenwerkingsstructuren. Bijscholing wordt alom benadrukt, met name trainingen die theoretisch inzicht combineren met praktische voorbeelden uit de klas. Leerkrachten wijzen ook op structurele beperkingen – beperkte tijd, onvoldoende lesmateriaal en onduidelijke leerplanverwachtingen – die modelleren als een iteratieve wetenschappelijke praktijk in de weg staan. Deze gedeelde behoeften wijzen op het belang van gecoördineerde inspanningen op het gebied van professionele ontwikkeling, leerplanontwerp en de ontwikkeling van leermiddelen om het op modelleren gebaseerde natuurwetenschappelijk onderwijs in heel Europa te versterken.

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/>.

