



Toelichtingsdocument conceptkerndoelen

MENS EN NATUUR



Toelichtingsdocument

Conceptkerndoelen Mens en natuur

November 2024



Verantwoording



2024 SLO, Amersfoort

Mits de bron wordt vermeld, is het toegestaan zonder voorafgaande toestemming van de uitgever deze uitgave geheel of gedeeltelijk te kopiëren en/of verspreiden en om afgeleid materiaal te maken dat op deze uitgave is gebaseerd.

Auteurs:

Robbert Blanken, Thijs Goedegebure, Marijn Meijer en Eveline Otter

Met dank aan:

Het [kerndoelenteam](#) mens en natuur en de [advieskring](#) mens en natuur.

Informatie

SLO

Postbus 502, 3800 AM Amersfoort

Telefoon (033) 4840 840

Internet: www.slo.nl

E-mail: info@slo.nl

AN:

1.8055.891

Inhoudsopgave

1. Inleiding	5
1.1 Opdracht aan SLO	5
1.2 Achtergrond van de actualisatie	6
1.2.1 Plaats van kerndoelen in het onderwijs	6
1.2.2 Twee sets kerndoelen	7
1.2.3 Speciaal onderwijs en voortgezet speciaal onderwijs	8
1.2.4 Soorten kerndoelen	8
1.2.5 Onderdelen van de geactualiseerde kerndoelen	9
1.2.6 Ontwerpruimte	10
1.3 Aanpak van de actualisatie	10
1.3.1 Samenstelling van het kerndoelenteam	10
1.3.2 Advieskring	11
1.3.3 Wetenschappelijke inbreng	12
1.3.4 Monitorteam	13
1.3.5 Expertpoule	13
1.3.6 Leerlingbetrokkenheid	14
1.3.7 Fase van beproeven	15
2. Inhoudelijke toelichting	17
2.1 Specifieke uitdagingen actualisatie mens en natuur	17
2.2 Toelichting op de karakteristiek	18
2.2.1 Kern van het leergebied mens en natuur	18
2.2.2 Doeldomeinen	18
2.2.3 Interne samenhang van het leergebied mens en natuur	20
2.2.4 Externe samenhang van het leergebied mens en natuur	20
2.3 Toelichting op het raamwerk	21
2.3.1 Domeinen	21
2.3.2 Verticale samenhang en differentiatie	23
2.3.3 Ontwerpruimte	25
2.4 Toelichting op de conceptkerndoelen	26
2.4.1 Denken en doen	26
2.4.2 Beheersingsniveau van vakinhouden	27
2.4.3 Vraagstukken in leefomgeving en wereld	28
2.4.4 Denkwijzen	30
2.4.5 Werkwijzen en modellen	31
2.4.6 Conceptuele afwegingen	33
2.4.7 Begrippenlijst	35
2.5 Toelichting op leergebiedoverstijgende kwaliteitseisen	35
2.5.1 Verbindende vaardigheden	35
2.5.2 Diversiteit	36
2.5.3 Inclusiviteit	37

2.5.4	Taaldenkfuncties	38
2.5.5	Loopbaanontwikkeling en -begeleiding	38
2.5.6	Moties Tweede Kamer, huidige kerndoelen en sectorwetten	39
3.	Slotopmerkingen en adviezen	43
3.1	Impuls voor het leergebied	43
3.2	Adviezen voor implementatie	43
3.2.1	Inhoudelijke aandachtspunten	44
4.	Referenties	48
5.	Bijlagen	53
Bijlage 1.	Samenstelling kerndoelenteam	53
Bijlage 2.	Samenstelling advieskring	54
Bijlage 3.	Geraadpleegde experts	55

1. Inleiding

1.1 Opdracht aan SLO

Het ministerie van OCW heeft SLO in juni 2023 de [opdracht](#) gegeven om samen met het onderwijsveld nieuwe kerndoelen te ontwikkelen voor de leergebieden moderne vreemde talen, mens en maatschappij, mens en natuur, kunst en cultuur en sport en bewegen voor po, onderbouw vo en (v)so (Ministerie van OCW, 2023).

Kerndoelen worden ontwikkeld op basis van de werkopdracht van OCW met vastgestelde uitgangspunten, opbrengsten en kwaliteitscriteria. Het doel is een curriculum op te leveren dat samenhangend is qua inhoud, structuur en uitwerking. Kerndoelen moeten bijdragen aan een breed, inclusief en gevarieerd curriculum op scholen in het po, in de onderbouw vo en in het (v)so.

De volgende uitgangspunten zijn in de werkopdracht geformuleerd:

- Het geheel aan kerndoelen voor het po en de onderbouw vo bestaat per sector uit leergebieden met ieder een afzonderlijke set kerndoelen. Er wordt gewerkt vanuit eenzelfde definitie van het begrip 'kerndoel' voor het po en de onderbouw vo, namelijk: een doelstelling die beschrijft waar leerlingen mee in aanraking moeten komen (aanbod), welke inspanningen er van hen worden verwacht met het oog op ervaringen en wat ze uiteindelijk moeten beheersen.
- De conceptkerndoelen worden uitgewerkt in lijn met de rationale (ministerie van OCW, 2022) waarin de drie doeldomeinen kwalificatie, socialisatie en persoonsvorming een plek hebben. De rationale geeft een kader voor en richting aan de ontwikkeling van de conceptkerndoelen. Hiermee draagt de rationale bij aan een breed, inclusief en gevarieerd curriculum in het po en de onderbouw vo.
- De conceptkerndoelen worden gelijktijdig uitgewerkt voor het po en de onderbouw van het vo om een doorlopende leerlijn tot stand te brengen. De conceptkerndoelen gelden voor alle leerlingen, met uitzondering van zeer moeilijk lerende en meervoudig beperkte leerlingen. Indien mogelijk wordt afgestemd met de ontwikkeling van examenprogramma's, die voor een deel van de leergebieden min of meer gelijktijdig plaatsvindt.
- Er wordt gewerkt vanuit een gemeenschappelijke architectuur om te komen tot een consistente uitwerking van conceptkerndoelen voor de verschillende leergebieden en sectoren. De architectuur heeft betrekking op de ordening en presentatie van inhoud in curricula.
- De kerndoelen worden bijgesteld op basis van in elk geval:
 - de huidige kerndoelen po, so en v(s)o;

- de door SLO ontwikkelde probleemanalyses (startnotities) van de verschillende leergebieden;
- voor zover bruikbaar de opbrengsten van curriculum.nu, rekening houdend met de aanbevelingen van de Wetenschappelijke Curriculumcommissie;
- relevante wetenschappelijke publicaties; adviezen van de advieskring, monitoring, expertpoule en andere experts, en input van schoolteams in de fase van beproeven.
- De conceptkerndoelen doen recht aan de vrijheid van inrichting en de pedagogisch-didactische vrijheid van de school, conform artikel 23, lid 2, van de Grondwet.

1.2 Achtergrond van de actualisatie

1.2.1 Plaats van kerndoelen in het onderwijs

Kerndoelen gelden als de wettelijke opdracht voor elke school in het funderend onderwijs. De nieuwe conceptkerndoelen zijn daarom ontwikkeld met vooraf vastgestelde criteria, zodat ze meer richtinggevend zijn voor curriculum- en onderwijsontwikkeling op school. Deze criteria zijn vastgelegd in de werkopdracht aan SLO.

Nieuwe kerndoelen moeten een brede basis omvatten van de inhouden waar alle leerlingen recht op hebben. Daarnaast zijn kerndoelen opgebouwd volgens een vaste structuur en zo ontwikkeld dat scholen ruimte behouden voor een eigen schoolvisie, keuzes voor accenten op basis van de leerlingpopulatie of identiteit.

Huidige kerndoelen voldoen niet langer

De huidige kerndoelen zijn sinds 2006 van kracht. Het was destijds een bewuste keuze om de kerndoelen zeer globaal te formuleren. De consequentie daarvan is dat ze nauwelijks houvast bieden aan scholen en leraren.

Daarnaast zijn er onderwijskundige, vakspecifieke of maatschappelijke ontwikkelingen die vragen om een actualisatie van de kerndoelen. Voor burgerschap en digitale geletterdheid geldt dat dit inhouden zijn die voor het eerst als afzonderlijke leergebieden zijn uitgewerkt. Meer overkoepelend is de wens tot samenhang, terugdringen van overladenheid en het versterken van doorlopende leerlijnen.

Maatschappelijk is er veel aandacht voor de basisvaardigheden. Ingegeven door politieke urgentie is daarom de keuze gemaakt om eerst de kerndoelen voor Nederlands en rekenen en wiskunde op te leveren en kort daarna voor digitale geletterdheid en burgerschap. Vervolgens zijn kerndoelen voor de leergebieden moderne vreemde talen, mens en maatschappij, mens en natuur, kunst en cultuur en bewegen en sport ontwikkeld.

Nieuwe generatie kerndoelen biedt meer houvast aan scholen en leraren

Kerndoelen moeten een duidelijke opdracht zijn voor iedere school. De nieuwe generatie kerndoelen is om die reden concreter geformuleerd en bestaat uit aanbodsdoelen (gericht op de school) en beheersings- en ervaringsdoelen (gericht op de leerling). De kerndoelen beschrijven de inhouden van het onderwijs in termen van kennis, vaardigheden en houdingen. Deze zijn omschreven in een doelzin met een uitwerking. Hiermee wordt duidelijk wat verwacht wordt van het onderwijsaanbod van scholen, en wat iedere leerling in het po en in de onderbouw in het vo moet kennen, kunnen en hebben ervaren. De kerndoelen gelden eveneens voor alle leerlingen in het (v)so met het uitstroomprofiel vervolgonderwijs.

De nieuwe set kerndoelen heeft twee belangrijke kenmerken:

1. Een ambitieus curriculum

Een ambitieus curriculum legt de basis voor rijk onderwijs voor alle leerlingen en vergroot gelijke kansen voor leerlingen. Dat krijgt vorm door naast aanbodsdoelen ook beheersings- en ervaringsdoelen te formuleren en de doorlopende leerlijnen te verbeteren. De lat ligt hoog, zonder verschillen tussen leerlingen uit het oog te verliezen.

2. Een betekenisvol curriculum

Betekenisvol onderwijs betekent dat het onderwijs een brede opdracht heeft. De totale set kerndoelen weerspiegelt dat het aanbod gericht is op kwalificatie, socialisatie en persoonsvorming. Geactualiseerde kerndoelen bestaan uit kennis, vaardigheden en houdingen. Kennis over jezelf, de ander en de wereld. Deze kennis is cruciaal voor het verwerven van vaardigheden. Kennis en vaardigheden zijn in de kerndoelen zo veel mogelijk in samenhang beschreven, zodat het onderwijs betekenisvol kan worden aangeboden aan leerlingen.

1.2.2 Twee sets kerndoelen

De conceptkerndoelen zijn in opdracht van OCW per leergebied voor twee sectoren ontwikkeld: een brede set geldend voor het po (inclusief so) en een set voor de onderbouw vo (inclusief vso), met waar nodig een aanvulling of specificatie voor leerjaar 3 havo-vwo om de aansluiting met de bovenbouw te maken. De concreetheid van de doelen ligt conform de werkopdracht tussen de huidige kerndoelen en het Referentiekader Taal en Rekenen in. Voldoende concreet om te kunnen sturen op de kwaliteit van het onderwijs, maar niet te gedetailleerd, zodat ze wel ruimte bieden voor hoge(re) ambities en keuzes van scholen in het eigen onderwijsaanbod. Kerndoelen zijn gericht op een brede leerlingpopulatie, moeten de brede vorming van leerlingen in het po, onderbouw vo, en (v)so stimuleren en bijdragen aan een drempelloze doorstroom tussen en binnen sectoren. Om die reden differentiëren kerndoelen niet naar niveaus en leerwegen, maar vormen de kaders voor verdere uitwerking in leerlijnen.

De uitwerking van concretere en specifiekere kerndoelen betekent dat het aantal kerndoelen groter en de beschrijving omvangrijker wordt. Daarmee wordt het op de school uitgevoerde curriculum niet omvangrijker: door beter te omschrijven wat wordt verwacht, ontstaat een beter beeld van de totale onderwijsopdracht. Dat creëert ruimte voor eigen keuzes of verbindingen tussen leergebieden.

1.2.3 Speciaal onderwijs en voortgezet speciaal onderwijs

Voor leerlingen die zeer moeilijk lerend zijn of een meervoudige beperking hebben, en voor leerlingen met uitstroomprofiel dagbesteding en arbeidsmarkt, ontwikkelt SLO parallel functionele kerndoelen. Functionele kerndoelen zijn gericht op de praktijk, relevantie voor werk/dagbesteding en een passende plek in de maatschappij. Een expertgroep werkt op basis van de conceptkerndoelen po, vo en (v)so aan de sets functionele kerndoelen.

1.2.4 Soorten kerndoelen

De gehele set kerndoelen geldt per sector als een opdracht aan de school. Zij expliciteren het 'wat' waar elk leerling recht op heeft in het onderwijsaanbod. De kerndoelen beschrijven waar leerlingen mee in aanraking moeten komen, welke inspanning er van hen wordt verwacht met het oog op ervaringen en wat ze uiteindelijk moeten beheersen. De kerndoelen zijn beschreven in drie type doelen: aanbods-, ervarings- en beheersingsdoelen.

Aanbodsdoelen beschrijven waar een school in haar onderwijsaanbod voor heeft te zorgen. Om die reden start ieder aanbodsdoel met 'De school (...)'. Aanbodsdoelen richten zich op leergebiedspecifieke randvoorwaarden waar de school voor moet zorgdragen, zodat de totale set kerndoelen kan worden gerealiseerd.

Aanbodsdoelen richten zich op leergebiedspecifieke randvoorwaarden waar de school voor moet zorgdragen, zodat de totale set kerndoelen kan worden gerealiseerd.

Beheersings- en ervaringsdoelen zijn gericht op de leerling. Beheersingsdoelen beschrijven de kennis, vaardigheden en houdingen die leerlingen moeten bereiken in het po/so, en de onderbouw v(s)o (tot leerjaar 2 vmbo of leerjaar 3 havo-vwo).

Ervaringsdoelen beschrijven welke inspanningen van leerlingen worden verwacht met het oog op ervaringen en/of expressieve reacties. Een ervaringsdoel biedt leerlingen iets of lokt iets bij hen uit wat hun horizon kan verbreden of hun kennis kan verdiepen, hen tot persoonlijke inzichten kan brengen c.q. kan bijdragen aan hun waardenoriëntatie.

Ervarings- en beheersingsdoelen kunnen ook samen voorkomen in eenzelfde kerndoel. Dat wordt dan een hybride kerndoel genoemd.

1.2.5 Onderdelen van de geactualiseerde kerndoelen

De sets bestaan uit drie onderdelen: een karakteristiek, een raamwerk en de conceptkerndoelen.

De **karakteristiek** beschrijft wat het leergebied kenmerkt, wat de positie van het leergebied is in het po en de onderbouw vo en hoe het leergebied samenhangt met verwante vakken in de bovenbouw van het vo. De karakteristiek beschrijft ook hoe het leergebied zich tot andere leergebieden verhoudt.

De karakteristiek bestaat uit drie paragrafen:

- *Kenmerken van het leergebied*
Deze paragraaf bevat de kern van het leergebied en beschrijft hoe het leergebied bijdraagt aan de realisatie van de drie doeldomeinen van het onderwijs: kwalificatie, socialisatie en persoonsvorming.
- *Samenhang binnen het leergebied*
Deze paragraaf maakt de verticale en horizontale samenhang binnen het leergebied expliciet. Hierbij gaat het om de opbouw van het leergebied van het po naar de onderbouw vo en een beschrijving van samenhangende leerinhouden binnen het leergebied.
- *Samenhang met andere leergebieden*
Deze paragraaf maakt duidelijk hoe het leergebied zich inhoudelijk verhoudt tot andere leergebieden.

Het **raamwerk** is een schetsmatige indeling van de inhouden (kennis, vaardigheden en houdingen) van het leergebied in domeinen en, indien nodig, in subdomeinen voor het po en de onderbouw vo. Doel van het raamwerk is om de set kerndoelen te structureren en om consistentie in die structuur te realiseren: binnen het leergebied zelf, tussen het po en de onderbouw vo, en tussen verwante leergebieden. Het raamwerk bestaat uit twee samenhangende sets kerndoelen: één voor het po/so en één voor de onderbouw v(s)o. Verschillen in het raamwerk per sector zijn mogelijk als daar inhoudelijke redenen voor zijn die voortkomen uit verschillen tussen de sectoren.

De **kerndoelen** bestaan uit een doelzin, een uitwerking en een illustratie.

- Een doelzin is een eenduidige en kernachtige formulering die duidelijk maakt wat van de leerling (of school) wordt verwacht aan kennis, vaardigheden en houdingen. De doelzin is altijd geformuleerd in ABC-vorm: audience (publiek: de *leerling* of de *school*), behaviour (gedrag) en content (leerinhoud).
- De uitwerking is een puntsgewijze uitwerking van de B en de C uit de doelzin. De uitwerking wordt ingeleid met 'Het gaat hierbij om'. Doelzin en

uitwerking vormen het deel van het kerndoel dat wettelijk wordt vastgesteld.

- Daarnaast is er de illustratie. Dit is een voorbeeldmatige verdere concretisering van doelzin en uitwerking, ingeleid met 'Te denken valt aan'. Deze illustratie wordt niet wettelijk vastgesteld, maar geeft gebruikers inzicht in mogelijke praktische uitwerkingen van het kerndoel.

In de **Begrippenlijst** zijn omschrijvingen opgenomen van de gehanteerde begrippen in de karakteristiek en de sets definitieve conceptkerndoelen.

1.2.6 Ontwerpruimte

De totale set kerndoelen (po, vo en (v)so) is ontwikkeld voor 70% van de onderwijstijd. Hiermee wordt op landelijk niveau de kern vastgesteld in wet- en regelgeving en blijft er binnen het onderwijs ruimte om zelf onderwijstijd toe te kennen c.q. accenten te leggen op basis van o.a. populatie, denominatie of profielen van scholen.

De 70% ontwerpruimte is verdeeld over de verschillende leergebieden (SLO, 2022), zodat de relatieve ruimte die een kerndoelenteam kan vullen vooraf bekend is, met het doel om overladenheid in de ontwikkelfase tegen te gaan.

1.3 Aanpak van de actualisatie

Deze paragraaf gaat in op de wijze waarop SLO de actualisatie heeft uitgevoerd en hoe daarin kwaliteitszorg is geïntegreerd. De aanpak omvat een ontwikkelfase, waarin de conceptkerndoelen zijn ontwikkeld, en een fase van beproeven, waarin de conceptkerndoelen zullen worden voorgelegd aan scholen en leraren, waarna ze worden aangescherpt tot de definitieve conceptkerndoelen. In de ontwikkelfase zijn de kerndoelen tot stand gekomen door een kerndoelenteam. Zij werden hierin bijgestaan door een externe advieskring en intern door een monitorteam en een expertpoule. Daarnaast zijn leerlingen betrokken.

Deze aanpak is gebaseerd op de werkopdracht aan SLO (Ministerie van OCW, 2023). In deze paragraaf wordt de samenstelling van het kerndoelenteam, de advieskring, de wetenschappelijke inbreng, het monitorteam, de expertpoule en de betrokkenheid van leerlingen beschreven.

1.3.1 Samenstelling van het kerndoelenteam

Voor de verschillende leergebieden is een apart kerndoelenteam ingericht dat bestaat uit leraren, vakexperts en curriculumexperts. Ieder kerndoelenteam is procesmatig aangestuurd door een procesregisseur. Bij de inrichting van de teams is omwille van de werkbaarheid gekozen voor een compacte samenstelling. De leden van het kerndoelenteam vertegenwoordigen het brede perspectief van het leergebied (meerdere sectoren, professionele achtergronden en perspectieven).

De werving en de selectie van leden is een transparant proces geweest en is publiek opengesteld. SLO heeft dit laten uitvoeren door een gespecialiseerd bureau. In het hele proces zijn de vakverenigingen betrokken.

Het kerndoelenteam bestond uit:

- Vijf leraren po en drie leraren onderbouw vo. Zij zijn essentiële deelnemers van het kerndoelenteam omdat ze dagelijks werken met leerlingen in de onderwijspraktijk.
- Zes vakexperts die betrokken zijn vanwege hun aantoonbare expertise op de inhoudsgebieden van de kerndoelen en op het gebied van (praktijkgericht) onderzoek.
- Vier curriculumexperts die curriculaire en vakinhoudelijke expertise inbrengen. Zij zijn verantwoordelijk voor het schrijven en de uiteindelijke kwaliteit van de kerndoelen.

Bij de samenstelling is rekening gehouden met een evenwichtige verdeling van het aantal leraren (vanuit het po en de onderbouw vo) en vakexperts. In bijlage 1 staan de namen van de teamleden vermeld.

1.3.2 Advieskring

Het kerndoelenteam is bijgestaan door een advieskring. Daarin namen experts en vertegenwoordigers van organisaties en instellingen deel, die sterke raakvlakken hebben met het leergebied en veelal een achterban representeren: vakverenigingen, lerarenopleidingen po en vo, vervolgoopleidingen en voor het leergebied relevante maatschappelijke organisaties (zie bijlage 2). De advieskring heeft op vastgestelde momenten en op basis van adviesvragen uit het kerndoelenteam, expertise ingebracht die essentieel is voor de actualisering van de kerndoelen. De advieskring had in het ontwikkeltraject drie functies:

- expertise inbrengen die de specifieke (tussen)producten verbeteren en passen binnen de kaders van de werkopdracht van het ministerie van OCW aan SLO;
- opstellen van adviezen aan de hand van adviesvragen van het kerndoelenteam;
- raadplegen van de eigen achterban en het verwerken van deze input in het advies.

De leden van de advieskring kwamen na het raadplegen van hun achterban samen om de opgehaalde input en de eigen bevindingen te bespreken. Daarna bepaalden zij gezamenlijk welke adviezen en feedback zij het kerndoelenteam wilden meegeven om de kwaliteit en de bruikbaarheid van de opbrengsten te versterken, en beschreven ze hun conclusies in een adviesrapport.

De advieskring heeft het kerndoelenteam van advies voorzien bij belangrijke kwesties. In een constructieve en open dialoog is er gesproken over de visie op het leergebied in de karakteristiek, het dilemma tussen een raamwerk dat is geschreven vanuit vraagstukken of meer op inhoud is gebaseerd, de inhoudelijke omvang van het leergebied en de haalbaarheid van het ambitieuze po curriculum. Er is discussie geweest over of de term techniek of technologie moet worden gebruikt en de balans tussen 'het denken' en 'het doen'. Beiden punten worden in paragraaf 2.4.6 verder toegelicht. Het gebruik van visualisaties om de omvang, breedte en veelzijdigheid van het leergebied zichtbaar te maken werd sterk aangemoedigd door de advieskring. Dit is echter in een wettekst niet mogelijk. Het kerndoelenteam heeft de betrokkenheid en de kritische en meedenkende houding van de advieskring als positief ervaren. Dit heeft duidelijk bijgedragen aan de ontwikkeling van de karakteristiek, het raamwerk en de kerndoelen.

1.3.3 Wetenschappelijke inbreng

De inbreng van vakexperts, wetenschappers en andere deskundigen in het ontwikkelproces is essentieel. Om die reden is de deelname van vakexperts in het kerndoelenteam en de advieskring een belangrijk element in de opzet van de actualisatie. In de fase van beproeven wordt de volledige set conceptkerndoelen nog voorgelegd aan een groep wetenschappers en vakexperts.

Bij het schrijven van de startnotitie en in de ontwikkelfase is veelvuldig gebruikgemaakt van wetenschappelijke en vakspecifieke bronnen. In de probleemanalyse (paragraaf 2.1), de ontwikkeling van de karakteristiek (paragraaf 2.2) en het raamwerk (paragraaf 2.3) is gebruikgemaakt van (wetenschappelijke) bronnen van onder meer:

- Adviezen van het ontwikkelteam mens en natuur in het kader van Curriculum.nu (Curriculum.nu, 2019a, 2019b).
- Trendanalyse Wetenschap & Technologie. Ontwikkelingen en uitdagingen bij Wetenschap & Technologie in het basisonderwijs (Djoyoadhiningrat-Hol, & Klein Tank, 2022).
- TIMSS 2019 assessment frameworks (pp. 27–55). (Centurino & Jones, 2017).
- PISA 2025 Science Framework (OECD, 2023).
- Eindadvies referentiekaders Ruimte en Tijd (Wergroep Referentiekaders Ruimte en Tijd, 2022).
- Leerplankader Wetenschap & Technologie (Van Graft & Klein Tank, 2018).
- Kennisbasis natuurwetenschappen en technologie (Ottevanger et al., 2014).
- Basiskennis natuur en techniek (Embrechts, 2020).
- Het Europees competentiekader voor duurzaamheid (Bianchi et al., 2022).
- Technologie in de leergebieden (Van Dijk et. Al., 2017).

- Buitenlandse curricula:
 - Australië: [Australian curriculum](#)
 - Canada: Ontario: [Elementary science](#)
 - Engeland: [Science programmes of study](#)
 - Verenigde staten: [NGSS](#) (NGSS Lead States, 2013)
 - Vlaanderen Katholiek onderwijs
 - PO - [Oriëntatie op natuur](#)
 - VO - [Natuurwetenschappen - 1e graad - A-stroom](#)
 - Zweden: [Zweedse curriculum primair onderwijs](#)
- Tussenproducten van de actualisatie van de conceptexamenprogramma's van de natuurwetenschappelijke vakken (SLO, persoonlijke communicatie, 1 december 2022, 11 mei 2023, 7 december 2023, 12 juli 2024).

Gedurende de ontwikkelfase hebben teamleden en curriculumexperts presentaties en werkgroepen verzorgd. Deze hadden steeds een interactief karakter, waarbij ideeën en tussentijdse conceptversies werden gedeeld en besproken. De zo verkregen input werd door het team meegenomen en meegewogen in de verdere ontwikkeling van de karakteristiek en de conceptkerndoelen.

Ten slotte hebben teamleden op individuele basis gesprekken gevoerd met verschillende vakexperts en collega's. Deze gesprekken hadden een informeel karakter en dienden om ideeën en denkrichtingen van het team te toetsen.

1.3.4 Monitorteam

Een belangrijk instrument van interne kwaliteitszorg is monitoring. Tussenproducten van het kerndoelenteam zijn in de ontwikkelfase meermaals door analisten van SLO gemonitord op basis van de leerplankundige uitgangspunten en kwaliteitscriteria uit de werkopdracht. Het gaat hierbij met name om consistentie in de formulering van karakteristiek en kerndoelen en om de horizontale en verticale samenhang binnen en tussen vak- en leergebieden. De bevindingen uit de interne monitoring zijn benut om gedurende het proces bij te sturen op aspecten uit de werkopdracht.

De reacties van monitoring maakten duidelijk op welke punten doelformuleringen verder gespecificeerd of geëxpliciteerd moesten worden. Verder gaf monitoring in sommige gevallen suggesties om inhoud te verschuiven tussen doelzin en uitwerking of tussen uitwerking en illustratie. De feedback van monitoring is meegenomen in de verdere ontwikkeling van de karakteristiek en de conceptkerndoelen.

1.3.5 Expertpoule

SLO heeft een expertpoule bestaande uit curriculumexperts van SLO ingezet om de uitwerking te ondersteunen van inhoudelijke, leergebiedoverstijgende uitgangspunten en kwaliteitseisen die in de werkopdracht beschreven zijn:

ontwerpruimte, doeldomeinen, kansengelijkheid (diversiteit, geletterdheid, gecijferdheid, Loopbaanoriëntatie en -begeleiding (LOB), burgerschap en digitale geletterdheid).

De expertpoule heeft twee functies:

- Monitoren: de expertpoule werkt samen met het monitorteam bij het uitvoeren van inhoudelijke analyses en bekijkt of deze leergebiedoverstijgende aspecten goed gewaarborgd zijn in de (tussen)producten.
- Adviseren: de expertpoule is beschikbaar om de teams bij te staan met advies of om actief te helpen bij het opnemen van leergebiedoverstijgende aspecten.

De expertpoule gaf tijdens het ontwikkelproces aan dat de (tussenproducten van de) conceptkerndoelen al veel van de leergebiedoverstijgende aspecten bevatten. Op een enkel punt (LOB) werden suggesties gegeven voor verdere explicitering.

De klankbordgroep Specifieke onderwijsbehoeften sprak al vroeg in de ontwikkelfase haar waardering uit voor de inclusieve formuleringen van de eerste concepten van de karakteristiek en de conceptkerndoelen. De klankbordgroep gaf bij verschillende conceptformuleringen suggesties voor verdere verbetering, die door het kerndoelenteam zo veel mogelijk zijn verwerkt.

1.3.6 Leerlingbetrokkenheid

Om de stem van de leerling een goede plaats te geven bij de ontwikkeling van kerndoelen, zijn leerlingen van scholen voor primair en voortgezet onderwijs geraadpleegd via leerlingenpanels (Van der Laan, 2023). Dit vond plaats op scholen, waar op basis van een instrument, leerlingen hun ideeën en ervaringen konden uiten over de relevantie van vakinhouden. In de voorbereiding is samengewerkt met Landelijk Actie Komitee Scholieren (LAKS). Daarnaast hebben de leraren uit de teams ook hun eigen leerlingen bevestigd.

Resultaten van het leerlingenpanel

Het blijkt dat leerlingen onderwerpen die veel in het nieuws zijn en die dichtbij hun belevingswereld staan hoog scoren op 'belangrijkheid' en op het zelf willen leren. Te denken valt aan het opwekken van energie, het beschermen van de natuur, het repareren van spullen, gezonde voeding, en vragen zoals 'waarom mag je een batterij niet in de gewone prullenbak gooien?', 'wat gebeurt er in je lichaam als je ziek bent?'. Opvallend laag scoren de meeste onderdelen die te maken hebben met technologie: het timmeren van een stoel, de werking van producten en het ontwerpen van een speeltuin. Het repareren en het gebruiken van gereedschappen scoort daarentegen wel hoog. De reden die leerlingen opgeven over waarom ze iets niet belangrijk vinden, is bijna altijd dat ze het

saai of niet interessant vinden of het al weten. Slechts bij een zeer klein aantal specifieke voorbeelden zoals het gedrag van dieren of het maken van een zenuwspiraal, geven enkele leerlingen aan dat ze deze kennis en vaardigheden niet nodig hebben. Deze uitkomsten bevestigen dat de inhoudelijke keuzes draagvlak hebben bij de ondervraagde leerlingen.

1.3.7 Fase van beproeven

Met de oplevering van de conceptkerndoelen aan het ministerie van OCW is de ontwikkelfase afgerond. Conform de werkopdracht van het ministerie van OCW worden de conceptkerndoelen vervolgens beproefd in de onderwijspraktijk. De bevinden worden na de Fase van beproeven vastgelegd in een rapportage (Beuling et al., 2024).

Het primaire doel van de fase van beproeven is het toetsen van de (verwachte) bruikbaarheid van de conceptkerndoelen voor scholen en leraren. Daarnaast richt deze fase zich op het inventariseren van behoeften, knelpunten en zorgen van het onderwijsveld die een rol kunnen spelen bij de verdere implementatie. Om het wetgevingstraject ter vaststelling van de kerndoelen te bespoedigen is er gekozen voor een relatief korte periode van beproeven van ongeveer vier maanden.

Bijeenkomsten en praktijkopdrachten voor scholen

Om zo veel mogelijk scholen en leraren in het hele land te bereiken is gekozen voor het organiseren van regionale bijeenkomsten met daaraan gekoppeld een praktijkopdracht om op de eigen school uit te voeren. Dit zal worden gedaan in regiobijeenkomsten. Daarnaast zal een sessie met vakexperts uit het leergebied worden georganiseerd.

De werving voor de regiobijeenkomsten is gericht op drie vertegenwoordigers van scholen: een schoolleider en twee leraren. Op de regiobijeenkomsten krijgen de scholen een programma aangeboden dat enerzijds gericht is op het informeren over de conceptkerndoelen en anderzijds in het teken staat van het ophalen van feedback. De bijeenkomsten zijn opgebouwd volgens een drieslag *verkennen, verdiepen en waarderen*.

- In het onderdeel *verkennen* spelen de deelnemers een zogenoemd 'kerndoelenkaartspel' waarbij ze in gesprek gaan over de vraag of ze de inhoud van de conceptkerndoelen al in hun huidige lespraktijk terugzien, of ze het belang van de nieuwe inhoud onderschrijven en welke uitdagingen ze zien bij het vormgeven van hun schoolcurriculum met deze conceptkerndoelen.
- Het onderdeel *verdiepen* is gericht op het doordenken van de betekenis van de conceptkerndoelen voor de dagelijkse onderwijspraktijk. De belangrijkste punten uit de conceptkerndoelen en de overeenkomsten en verschillen met de kerndoelen uit 2006 worden aan de deelnemers gepresenteerd. Aan de hand van door het kerndoelenteam ontwikkeld

voorbeeldmateriaal krijgen de deelnemers een nader beeld van de bedoelingen van de conceptkerndoelen.

- Tijdens het onderdeel waarden kunnen de deelnemers hun eerste reactie geven door een online vragenlijst in te vullen.

De deelnemers aan de regiobijeenkomsten krijgen vervolgens de praktijkopdracht om deze zelfde drieslag als kartrekkers ook met collega's op hun eigen school te doorlopen. Daartoe krijgen ze een exemplaar van het kerndoelenkaartspel mee en een link naar een online vragenlijst die na afloop van de teambijeenkomst door de kartrekkers kan worden ingevuld. Op deze manier wordt zowel tijdens de regiobijeenkomst feedback opgehaald bij de kartrekkers per school, als daarna ook op dezelfde thema's bij de scholenteams.

De feedback die tijdens en na de regiobijeenkomsten wordt opgehaald, legt SLO vast in een rapportage. Op basis van de feedback uit het rapport wordt een analyseproces gestart waarbij alle opgehaalde feedback zorgvuldig zal worden gewogen. Na deze analysefase worden keuzes gemaakt welke conceptkerndoelen aangepast of verhelderd moeten worden. De afwegingen en beoogde aanpassingen worden gedeeld en besproken met het kerndoelenteam en de advieskring. Dit zal resulteren in de definitieve conceptkerndoelen die worden aangeboden aan het ministerie van OCW om het wetgevingstraject te starten.

Expertbijeenkomst

In de fase van beproeven wordt niet alleen de onderwijspraktijk bevraagd, maar worden de conceptkerndoelen ook (nogmaals) voorgelegd aan een bredere groep vakexperts en wetenschappers, die deels al geraadpleegd zijn in de ontwikkelfase en die deels ook met een frisse blik naar de conceptkerndoelen kijken.

2. Inhoudelijke toelichting

In dit hoofdstuk wordt een toelichting gegeven op de inhoudelijke keuzes die ten grondslag liggen aan de conceptkerndoelen. Eerst wordt ingegaan op de specifieke uitdagingen voor het leergebied mens en natuur. Vervolgens wordt ingegaan op respectievelijk de karakteristiek, het raamwerk en de conceptkerndoelen. Per onderdeel wordt toelichting gegeven op de keuzes die het kerndoelenteam heeft gemaakt, de belangrijkste discussies daarbij en hoe er is omgegaan met feedback uit de ontwikkelfase en welke bronnen daarbij betrokken zijn. In de toelichting worden eveneens kwaliteitscriteria uit de werkopdracht van OCW betrokken.

2.1 Specifieke uitdagingen actualisatie mens en natuur

De probleemanalyse die onderdeel uitmaakt van de startnotitie mens en natuur is een belangrijk uitgangspunt voor de actualisatie. De ontwikkelde conceptkerndoelen vormen een antwoord op de problemen die in de startnotitie (Djoyoadhiningrat-Hol et al., 2023) zijn benoemd. De belangrijkste punten uit de startnotitie samengevat:

- Welke inhouden van het leergebied mens en natuur hebben leerlingen nodig om lokale, omgevings- of mondiale vraagstukken te begrijpen? Welke kennis en vaardigheden hebben leerlingen nodig om een mening te kunnen vormen en adequaat te kunnen handelen bij maatschappelijke ontwikkelingen, nu en in de toekomst, dichtbij of veraf? De maatschappelijke vraagstukken rondom gezondheidszorg, energie, voedselvoorziening en klimaat en water vragen om een actualisatie van het curriculum qua onderwerpen. Ook vragen ze wellicht om andere inhouden.
- Hoe maak je de samenhang binnen het leergebied inzichtelijk? Welke begrippen en denk- en werkwijzen deelt mens en natuur met de andere leergebieden? Welke deelt het vooral met mens en maatschappij? De indeling in deze leergebieden zorgt ervoor dat bijvoorbeeld aardrijkskunde wordt verdeeld. Hoe ziet deze verdeling en samenhang tussen mens en natuur, en tussen mens en maatschappij eruit?
- De huidige kerndoelen mens en natuur omvatten veel onderwerpen en zijn van wisselend abstractieniveau. Doordat ze vaak algemeen zijn beschreven, bieden ze weinig houvast om duidelijk gedefinieerde leerinhouden aan te bieden aan de leerlingen.
- Het beschrijven van een duidelijk eindniveau po is van belang omdat er in het po grote onderlinge verschillen zijn in de prestaties van leerlingen in het leergebied. Hierdoor komen ze niet met hetzelfde beheersingsniveau het vo binnen (Inspectie van het onderwijs, 2017; Meelissen et al., 2020; Platform Talent voor Technologie, 2020).

2.2 Toelichting op de karakteristiek

2.2.1 Kern van het leergebied mens en natuur

Onderwijs in mens en natuur gaat over waarnemen, experimenteren, denken en maken. Daarvoor is bepaalde kennis over de wereld nodig (Harlen, 2015; NGSS Lead States, 2013). Deze kennis wordt opgebouwd en verdiept door verschijnselen waar te nemen, de omgeving te verkennen en deze te ervaren door het stellen van vragen die voortkomen uit verwondering en nieuwsgierigheid (Van der Molen et al., 2013; Velthorst et al., 2011). Door te werken volgens verschillende methodieken zoals natuurwetenschappers en technologen dat doen, wordt ervaren hoe kennis kritisch en betrouwbaar tot stand komt. Ook ontstaat inzicht over de vergankelijkheid en ontwikkeling van kennis (Bell et al., 2012). Vraagstukken verbinden voor de leerling het onderwijs met de eigen leefomgeving, en uiteindelijk met de wereld. Door te werken aan vraagstukken passen leerlingen de voor het leergebied mens en natuur karakteristieke kennis, denk- en werkwijzen toe. Op deze manier leren leerlingen de wereld te zien, te begrijpen en te verklaren en worden ze voorbereid om zelfstandig beslissingen te nemen en keuzes te maken.

2.2.2 Doeldomeinen

Het funderend onderwijs beoogt een breed onderwijsaanbod voor alle leerlingen te bieden. Dat brede aanbod wordt onder andere geborgd door aandacht voor de drie doeldomeinen van onderwijs: kwalificatie, socialisatie en persoonsvorming (Ağirdağ et al., 2021). In de karakteristiek is beschreven hoe het leergebied mens en natuur in het po en de onderbouw vo bijdraagt aan die doeldomeinen, zoals beschreven in de rationale van het funderend onderwijs (Ministerie van OCW, 2022a). Het is belangrijk om te realiseren dat kerndoelen vaak bijdragen aan meerdere doeldomeinen en dat de doeldomeinen ook niet helemaal zijn te scheiden. Dit geldt ook voor het leergebied mens en natuur. Toch wordt hierna de bijdrage van het leergebied mens en natuur aan de afzonderlijke doeldomeinen zo goed mogelijk afzonderlijk beschreven.

Ten aanzien van **kwalificatie** stelt de rationale: "het onderwijs heeft de opdracht om leerlingen te onderwijzen in basiskennis en -vaardigheden die ze nodig hebben voor toekomstige studies en de uitoefening van toekomstige beroepen, om zo hun potentieel te kunnen realiseren."

In de conceptkerndoelen mens en natuur is het doeldomein kwalificatie te herkennen in de karakteristieke denk- en werkwijzen in combinatie met de vakinhouden uit de verschillende disciplines. De denkwijzen, in het buitenland vaak aangeduid met *cross cutting concepts* (NGSS Lead States, 2013), zijn bijvoorbeeld patroondenken, oorzaak-gevolg-denken en systeemdenken. De denkwijzen zijn op te vatten als 'zo redeneren wetenschappers en technologen waarmee ze kennis over de wereld verkrijgen'. Met werkwijzen bedoelen we alle methodieken die zijn te scharen onder de paraplu-terminen: onderzoeken, ontwerpen en modelleren. Er is geen eenduidige methode: er is niet één

natuurwetenschappelijke methode of ontwerpmethodiek en er zijn talloze modellen.

Ten aanzien van **socialisatie** stelt de rationale: "het onderwijs heeft de opdracht om leerlingen bekend te maken en te verbinden met culturen, tradities en praktijken in de samenleving, waaronder democratische normen en waarden."

Het leergebied mens en natuur draagt bij aan socialisatie doordat leerlingen ervaren hoe wetenschappers en technologen denken en werken. Ze ervaren de normen en waarden die wetenschappers en technologen hanteren om tot betrouwbare kennis te komen. Daarnaast leren de leerlingen over de rol van wetenschap en technologie in de maatschappij. Het oordelen over de waarde van kennis naast die van meningen en ideeën is daarbij essentieel. Het werken vanuit vraagstukken betekent bovendien dat er recht wordt gedaan aan de diverse achtergronden van leerlingen.

Ten aanzien van **persoonsvorming** stelt de rationale: "het onderwijs heeft de opdracht om leerlingen ervaringen te bieden die aanzetten tot nadenken over henzelf als persoon in de wereld."

Persoonsvorming komt op verschillende plekken herkenbaar terug in de kerndoelen van mens en natuur. Om de natuur te begrijpen is het van belang om er ervaringen mee op te doen en uit verwondering of nieuwsgierigheid er vragen over te stellen. Die ervaringen leiden tot een diversiteit aan perspectieven op de natuur en een eigen waardeoordeel over het leergebied mens en natuur. Leerlingen leren, passend bij hun mogelijkheden, zichzelf en de natuur steeds beter te begrijpen. Dit leren ze door: spelen, ervaren en ontdekken. Deze activiteiten geven de leerlingen de mogelijkheid om hun eventuele interesses en talenten te ontdekken en ontplooien. Daarnaast leren ze over het menselijk lichaam en doen ze inzichten op over zowel mentale als fysieke gezondheid en leefstijl. Het leergebied besteedt aandacht aan oriëntatie op studie en beroep (LOB). De leerling doet daarbij ervaringen op over hoe die zich verhoudt tot de wereld. Daardoor ontwikkelt het zelfbeeld en ontdekt de leerling wat anderen daarvan vinden.

De nadruk binnen dit leergebied lijkt, gezien het aantal kerndoelen, te liggen op het eigen maken van kennis en vaardigheden, oftewel kwalificatie. Echter is het kerndoelenteam van mening dat de balans tussen de drie doeldomeinen bij het werken aan de kerndoelen in dit leergebied ongeveer gelijk is. Het leergebied gaat naast de inhoudelijke kennis ook over hoe de leerling zichzelf verhoudt tot de natuur en tot het maken van toekomstbestendige en gezonde keuzes. Hierbij komt de manier van denken en werken van wetenschappers en technologen terug en hoe deze leidt tot betrouwbare kennis over de wereld en werkende producten.

Leerlingen zien en ervaren de rol van wetenschap en technologie in de samenleving, en wanneer deze wel of juist geen bijdrage kunnen leveren aan een oplossing voor een vraagstuk. Bijvoorbeeld als het gaat om nature-based oplossingen, morele aspecten of gedragscomponenten. Het gaat daarbij om de eigen keuzes, al dan niet voorzien van argumenten op basis van mens-en-natuur-inhouden en hoe anderen daarnaar kijken.

2.2.3 Interne samenhang van het leergebied mens en natuur

Het onderwijs in mens en natuur omvat veel disciplines: biologie, fysische geografie, geologie, gezondheidswetenschappen, milieukunde, natuurkunde, scheikunde, techniek en technologie. Deze disciplines zijn voortgekomen uit een menselijke behoefte om de omringende wereld met allerlei natuurverschijnselen te begrijpen en te verklaren en het ontwikkelen of maken van producten en diensten om die wereld iets aan te passen.

In het leergebied hebben de denk- en werkwijzen een doorlopende lijn van po naar onderbouw vo. Dit sluit aan bij de examenprogramma's van de natuurwetenschappelijke vakken. Iedere discipline bevat specifieke kennis en perspectieven, maar maakt gebruik van gezamenlijke natuurwetenschappelijke en technologische denk- en werkwijzen. Wetenschappers en technologen hebben een gemeenschappelijke manier van redeneren ontwikkeld, zoals denken in patronen, oorzaak- gevolg, systemen, schaal, hoeveelheden en kringlopen (NGSS Lead States, 2013). Daarnaast zijn er methodieken ontstaan die leiden tot uitkomsten die valide en betrouwbaar zijn door onder andere nauwkeurig te kunnen meten en te meten wat je moet meten.

Het werken aan vraagstukken kent daarentegen meer een opbouw in schaalniveaus. Het po blijft bij de leefomgeving en belevingswereld van leerlingen. In het vo zullen leerlingen meer buiten de eigen belevingswereld werken en te maken krijgen met complexere vraagstukken op nationale en mondiale schaal.

2.2.4 Externe samenhang van het leergebied mens en natuur

Het leergebied mens en natuur heeft raakvlakken met alle leergebieden, zie figuur 1 voor een voorbeeld. Het leergebied kan worden gebruikt als inhoud van rijke teksten bij de talen. Voor digitale geletterdheid, rekenen en wiskunde biedt mens en natuur een context waarbinnen gewerkt kan worden, en omgekeerd geldt hetzelfde.

Groep 6 onderzoekt de waterkwaliteit van het klassenaquarium. Die wordt elke ochtend gemeten. Door deze meetgegevens in tabellen en grafieken weer te geven, kan groep 6 concluderen hoe het met de waterkwaliteit is gesteld.

Figuur 1. Voorbeeld van een lessituatie waarbij het leergebied mens en natuur raakt aan het leergebied rekenen-wiskunde.

Naast het gebruiken van elkaars inhouden, zijn er ook leergebieden die inhoudelijk met mens en natuur samenhangen. Hierbij wordt gewerkt aan gemeenschappelijke onderwerpen vanuit de eigen achtergrond en inhouden van de individuele leergebieden. Een voorbeeld is het onderwerp gezondheid, dat raakvlakken heeft met bewegen en sport, mens en maatschappij en mens en natuur. Gezonde keuzes gaan dan over welke voeding een leerling eet, waar die beschikbaar is en hoeveel dagelijks beweging voldoende is voor een gezonde leefstijl. Een ander voorbeeld is de samenhang met het leergebied kunst en cultuur. Hierin is het iteratief ontwerpen een gedeelde vaardigheid: een fiets heeft een aantal ontwikkelstadia doorgemaakt in de tijd en is daarbij niet alleen bruikbaar geworden, maar ook op een aantrekkelijke manier vormgegeven.

De grootste mate van samenhang is met het leergebied mens en maatschappij, waarmee het schoolvak aardrijkskunde wordt gedeeld. Ook is er grote mate van samenhang op het gebied van relationele en seksuele vorming (RSV).

Om te voorkomen dat inhouden dubbel worden beschreven is er een duidelijke afbakening afgesproken over aardrijkskunde:

- Bij het bestuderen van de wereld gaat het bij mens en maatschappij om de sociale en relationele kant, en bij mens en natuur om de fysische en natuurlijke kant.
- Mens en natuurrelaties komen in beide leergebieden waar passend voor.
- De denkwijzen uit beide leergebieden bieden samen de complete set voor het schoolvak aardrijkskunde.

Daarnaast is er ook veel overlap op het gebied van RSV. Hierover zijn de volgende afspraken gemaakt:

- Relaties vallen onder de sociaal emotionele ontwikkeling. Dit is opgenomen bij het leergebied mens en maatschappij.
- Het omgaan met diversiteit is onderdeel van het leergebied burgerschap.
- Seksuele gezondheid en hoe men daarmee omgaat op relationeel en lichamelijk gebied, heeft raakvlakken met biologie en maakt daarom onderdeel uit van het leergebied mens en natuur.

2.3 Toelichting op het raamwerk

2.3.1 Domeinen

De conceptkerndoelen van het leergebied mens en natuur zijn verdeeld over vijf domeinen:

- **Natuurwetenschappen en technologie.** Dit domein bevat de kennis, denk- en werkwijzen en de aard van natuurwetenschappen en technologie. Hiermee gaan leerlingen de leefomgeving (po) of de wereld (vo)

verkennen, onderzoeken en ervaren. Dit doen ze door te werken aan vraagstukken.

- **Mens, materie en energie** bevat de inhoud die horen bij technische systemen, natuurkundige verschijnselen, de bouw van stoffen, scheikundige reacties, licht, geluid, krachten en energie.
- **Mens en levende systemen** bevat de inhoud die horen bij organismen, ecosystemen en het voortbestaan van leven.
- **Mens en ruimte** bevat de fysische inhoud van de geografie: systeem aarde, water, weer en klimaat en het heelal.
- **Mens en samenleving** bevat inhoud rond gezondheid, leefstijl, veiligheid en relationele en seksuele vorming.

Totstandkoming van het raamwerk

Bij de eerste raadpleging is er aan de advieskring gevraagd welke overwegingen er zijn bij het kiezen van een raamwerk. Hieruit kwam naar voren dat het niet wenselijk is om concepten op te sluiten in één vraagstuk of thema, maar dat het raamwerk didactisch neutraal moet zijn, en genoeg handvaten moet bevatten om zowel thematisch als vanuit de klassieke vakkenstructuur of andere vormen van onderwijs te werken.

In de volgende fase zijn alle gewenste onderwerpen verdeeld over het beschikbare aantal kerndoelen. Met deze clustering is gepuzzeld om een logische verdeling van kerndoelen te krijgen over de domeinen. Uitgangspunten zijn dat de domeinen van het po, vo klas 1 en 2 en vo 3 havo-vwo hetzelfde zijn en dat het eerste domein relevant is voor alle disciplines die vallen onder het leergebied. De andere vier domeinen hebben elk een eigen disciplinair karakter: *Domein B - Mens, materie en energie* omvat de disciplines technologie, natuurkunde en scheikunde; *Domein C – Mens en levende systemen* omvat biologie en een deel van aardrijkskunde; *Domein D – Mens en ruimte* omvat een deel van aardrijkskunde en een deel van natuurkunde en *Domein E – Mens en samenleving* omvat de gezondheidswetenschappen en voor het vo ook het socialiserende conceptkerndoel veiligheid.

Afstemming over raamwerk met het leergebied mens en maatschappij

Doordat het schoolvak aardrijkskunde wordt gedeeld met het leergebied mens en maatschappij heeft er afstemming plaatsgevonden. Alle inhoud die te maken hebben met sociale processen en sociale geografie, dus ook mens en natuur-relaties, zijn bij mens en maatschappij ondergebracht. De inhoud die te maken hebben met fysische processen in systeem aarde en daaraan gerelateerde mens en natuur relaties, zijn bij mens en natuur ondergebracht. Beide raamwerken hebben eenzelfde domeinindeling: de denkwijzen zijn in het eerste domein opgenomen; de geografische inhoud zit in het domein mens en ruimte en de namen van domeinen beginnen met 'mens en ...'.

Verschillen in het raamwerk po en vo

Het aantal kerndoelen in po is minder dan in het vo. Hierdoor zijn inhouden meer geclusterd in het po dan in het vo. Die clustering is in alle domeinen voor po zichtbaar. Inhouden uit het domein mens en samenleving zijn over meerdere kerndoelen in po verdeeld. De inhouden uit dit domein zijn in het po als volgt verdeeld: relationele en seksuele gezondheid is opgenomen in het kerndoel gezond leven en in het kerndoel sociaal emotionele ontwikkeling bij het leergebied mens en maatschappij. Het kerndoel veiligheid is opgenomen in relevante po-kerndoelen binnen het leergebied.

2.3.2 Verticale samenhang en differentiatie

De differentiatie tussen po en vo wordt duidelijker door de doorlopende lijnen toe te lichten. Daarnaast is er sprake van een differentiatie op inhouden.

Doorlopende lijnen

Kerndoelen laten een opbouw zien vanuit het po naar de vo-onderbouw, naar leerjaar 3 voor havo en vwo en sluiten aan op de natuurwetenschappelijke examenprogramma's.

In de startnotitie is beschreven dat het verbeteren van de verticale samenhang binnen het leergebied één van de curriculaire uitdagingen is. Om deze te verduidelijken is er door het kerndoelenteam gekozen voor een doorlopende lijn waarbij het aantal en de inhoud van de kerndoelen voor po en vo verschillen, maar wel op elkaar zijn afgestemd.

De doorlopende lijn is ontstaan door af te stemmen met de in september 2022 gestarte actualisatie van de natuurwetenschappelijke examenprogramma's (SLO, persoonlijke communicatie, 1 december 2022, 11 mei 2023, 7 december 2023, 12 juli 2024). Bij deze actualisatie wordt er voor alle zeventien examenprogramma's hetzelfde raamwerk gebruikt. Dit bestaat uit de domeinen: aard van de natuurwetenschappen en technologie, concepten, denkwijzen, vraagstukken, werkwijzen en zelfontwikkeling. Om de doorlopende lijn naar de examenprogramma's zichtbaar te maken, komen de namen van de domeinen terug in de titels van de kerndoelen (tabel 1). Daarnaast zijn de inhouden van de aard van de natuurwetenschappen, denkwijzen, werkwijzen en vraagstukken van de bovenbouw, afgestemd op de kerndoelen voor het po, onderbouw vo en havo-vwo 3.

Concept-kerndoelen po/so MN (aantal kerndoelen)	Concept-kerndoelen onderbouw v(s)o MN (aantal onderbouw vo + HV3)	Concept-examenprogramma NWV (aantal eindtermen)
Aard van N&T (1)	Aard van N&T (1)	Aard van N&T (3)
Concepten (8)	Concepten (13 + 4)	Concepten (per vak: 1-15)
Denkwijzen (1)	Denkwijzen (1)	Denkwijzen (7-8)
Vraagstukken (1)	Vraagstukken (1)	Vraagstukken (1-6)
Werkwijzen (1)	Werkwijzen (1+2)	Werkwijzen (8-10)
LOB (1 HGHO)	LOB (1 HGHO)	Zelfontwikkeling bevat o.a. LOB (1-4)

Tabel 1. Overzicht van de conceptkerndoelen mens en natuur en de concept-examenprogramma's van de natuurwetenschappelijke vakken. Tussen haakjes het aantal eindtermen of kerndoelen.

Differentiatie op inhouden

De vraagstukken blijven in het po dicht bij de leefomgeving en belevingswereld van leerlingen. In het vo komen leerlingen meer buiten de eigen belevingswereld door te werken aan complexere vraagstukken op nationale en mondiale schaal.

De conceptuele inhouden van de drie sets kerndoelen zijn op elkaar afgestemd. Hiervoor heeft het team buitenlandse curricula bekeken en de inhouden die worden onderzocht in de TIMSS en PISA studies (zie par. 1.3.3). Hieruit is door het kerndoelenteam en de curriculumexperts, in samenspraak met de advieskring, de conclusie getrokken dat er conceptueel meer kan worden verwacht van leerlingen eind groep 8 dan in de huidige kerndoelen het geval is. Dat is gerealiseerd door inhouden die nu in het vo klas 1 en 2 programma staan, te verschuiven naar het po:

- Licht: directe lichtbronnen, schaduw, lenzen, prisma, kleuren mengen.
- Geluid: voortplanting geluid, gehoorschade, frequentie en geluidssterkte.
- Stofeigenschappen: meer dan mengen en ontmengen.
- Natuurkundige en scheikundige veranderingen: ordenen van materialen naar eigenschappen, in veranderingen t.g.v. faseovergangen en chemische reacties.
- Ecosystemen: een meer systemische benadering.

Hierdoor is in het vo (eind klas 2) ruimte gekomen voor nieuwe inhouden ten opzichte van het huidige curriculum (eind klas 2):

- stroomnet en energievoorziening.
- mitochondriën toegevoegd als celorganel (gelijkgetrokken met buitenlandse curricula).
- impact van technologie, materialen en producten op jezelf en de maatschappij.
- scheikunde; deeltjes, atoombouw, reacties, rekenen aan reacties en lineaire en circulaire productieketens.

Er is tevens gekeken naar de invulling van havo-vwo leerjaar 3.

Binnen de conceptkerndoelen kunnen doelen voor havo-vwo 3 worden toegevoegd als dat noodzakelijk is voor een goede doorstroming naar de havo-vwo bovenbouw. Het is mogelijk om zowel een extra doel te formuleren als om extra bullets op te nemen in de uitwerking.

De conclusie van het team is dat er voor een goede doorstroom naar de havo-vwo bovenbouw extra inhouden noodzakelijk zijn. Het gaat om het werken met modellen en het denken over modellen. Om deze modellen te kunnen toepassen zijn er voor elk examenvak verdiepende inhouden opgenomen. Dit zijn andere inhouden dan in de onderbouw. Dat heeft tot gevolg dat er aparte kerndoelen voor havo-vwo 3 zijn opgenomen. Het is niet mogelijk om deze onder de doelformuleringen van de kerndoelen van klas 1 en 2 te passen, zoals bij de kerndoelen van andere leergebieden is gedaan.

Voor de selectie van de inhouden hebben we rekening gehouden met de volgende afwegingen:

- inhoud en niveau moeten overeenkomen met die uit het vmbo-gt examenprogramma voor de specifieke disciplines, omdat havo-vwo-3-leerlingen de mogelijkheid hebben om door te stromen naar het mbo;
- de inhouden moeten deel uitmaken van een doorlopende leerlijn van onderbouw vo naar examenprogramma;
- de inhouden moeten een goed beeld schetsen van de disciplines in de bovenbouw vo, die vaak abstracter van aard zijn;
- het moet helpen bij de profielkeuze.

2.3.3 Ontwerpruimte

De totale set kerndoelen (po, vo en (v)so) is ontwikkeld voor 70% van de onderwijstijd. De 70% ontwerpruimte is verdeeld over de verschillende leergebieden (SLO, 2022), zodat de relatieve ruimte die een kerndoelenteam kan vullen vooraf bekend is. Dit heeft als doel overladenheid in de ontwikkelfase tegen te gaan. Voor mens en natuur is er voor het po/so en vo/vso sprake van een ontwerpruimte van respectievelijk 14% en 8%. De vertaling van deze onderwijsruimte komt tot uitdrukking in het aantal kerndoelen. Dit aantal moet beschouwd worden als een richtlijn met een zekere bandbreedte.

Vanuit deze richtlijn kreeg het leergebied mens en natuur 8 en 11 kerndoelen voor respectievelijk po en vo. Maar het was onmogelijk om alle noodzakelijke inhouden tekstueel kwijt te kunnen. Naast de eis dat vakinhouden voor de leraar logisch moesten zijn geordend, moest het ook concreter worden beschreven dan de huidige doelen. Maar tegelijkertijd moest het abstracter worden beschreven dan de referentiekaders. Het team komt uiteindelijk uit op 12 conceptkerndoelen voor het po, 17 voor het vo, en 6 kerndoelen voor 3 havo-vwo. Hierbij is het van belang dat de aan het leergebied toegekende

ontwerpruimte niet is toegenomen. Er is wel meer schrijfruimte maar niet meer onderwijstijd.

De inschatting dat de benodigde onderwijstijd binnen de ontwerpruimte past, is door het team uitgevoerd. Daarbij is per kerndoel ingeschat wat de benodigde onderwijstijd is die haalbaar is, met in het achterhoofd de eigen leerlingpopulatie. De advieskring kon zich vinden in deze redenering en uitkomst. Uiteraard is dit een schatting die tijdens de fase van beproeven moet worden geverifieerd.

2.4 Toelichting op de conceptkerndoelen

2.4.1 Denken en doen

Een terugkerend thema tijdens het ontwikkeltraject was de balans tussen het denken en het doen in de conceptkerndoelen. De natuurwetenschappen en technologie kennen zowel een kennis als experimentele kant (Bell, et al, 2012). Kennis in de betekenis van feiten, processen, heuristieken en modellen. De experimentele kant bestaat globaal uit twee delen: die van het waarnemen, het onderzoeken en bestuderen van de wereld om ons heen op verschillende schaalniveaus, en die van het maken, bouwen, en ontwerpen van producten om de wereld beter te kunnen onderzoeken en om tegemoet te komen aan behoeften van mensen (Barak et al, 2024).

Zowel de cognitieve als de praktische kant zijn nauw verbonden met de aard van dit leergebied. Beide kanten hebben elkaar nodig om meer kennis te verkrijgen of producten te ontwerpen. Om meer kennis te verkrijgen over onze wereld zijn praktische activiteiten nodig om verschijnselen tot in detail te bestuderen of om modellen te verifiëren. Om producten te ontwerpen is kennis over materialen, verbindingen en constructies nodig.

Het is daarom essentieel dat beide kanten herkenbaar naar voren komen in de formulering van de kerndoelen, zodat leerlingen een goed beeld krijgen en relevante ervaringen opdoen. Hiernaast is het ook belangrijk dat leraren het doen in alle mogelijke onderwijsvormen een plek kunnen geven. Daarom ontstond er de noodzaak om de werkwijzen en denkwijzen los te beschrijven en deze niet direct te koppelen aan bepaalde concepten of inhoud. In overleg met het team en de advieskring is de oplossing gevonden in het raamwerk en de formulering van de kerndoelen:

- De denk- en werkwijzen zijn beheersingsdoelen. De leerling moet deze denk- en werkwijzen beheersen in combinatie met de vakinhouden (zie figuur 2), zonder daarbij vast te leggen in welke onderwijssituaties, thema's of volgorde dit dient te gebeuren.
- Alle vakinhoudelijke doelen (po 5-12 en vo 7-23) zijn hybride. Het gaat om kennis beheersen en het opdoen van ervaringen met die kennis. Op deze manier doen we recht aan de kenmerken van dit leergebied. De doelzin

van de vakinhoudelijke doelen heeft daarom de structuur 'de leerling toont inzicht in ... en verkent of experimenteert met ...'. 'Toont inzicht in' betekent dat de leerling inzicht toont over kennis van relaties tussen begrippen, feiten en processen. In de uitwerking staat het beheersingsniveau en om welke kennis en relaties het gaat.

Koude fles cola met condens...

Wanneer juf Maaïke aan het begin van de les een koude fles cola uit de koelkast haalt en er met de leerlingen naar kijkt, valt al gauw op dat er druppeltjes aan de buitenkant van de fles vormen. Dat dit condens heet komt tijdens het gesprek met de leerlingen naar boven. Daaruit rijst bij de leerlingen de vraag hoe condens ontstaat en waar dat vandaan komt. Komt het misschien uit de fles?

Oplossen met de denkwijzen: oorzaak-gevolg, systeemdenken en hoeveelheid. Juf Maaïke besluit met de klas de fles te wegen. Op dat moment is de massa van de literfles cola 1050 gram. Gedurende de dag neemt de massa van de fles met condens toe. Uiteindelijk kan de klas de conclusie trekken dat de condensdruppeltjes niet uit de fles komen, want dan zou de massa niet toenemen. Koppeling met de kennis over water en de verschijningsvorm daarvan (gas/ vloeibaar/ vast) doet de klas inzien dat waterdamp uit de lucht condenseert op de koude fles, waardoor zichtbare druppeltjes vormen.

Kerdoel 2 po (denkwijzen) en kerndoel 6 po (stoffen en hun eigenschappen) zijn in dit voorbeeld beide gebruikt om tot betekenisvolle lesinhoud te komen.

Figuur 2. Voorbeeld van een lesactiviteit met een koppeling van inhouden en denkwijzen.

2.4.2 Beheersingsniveau van vakinhouden

De neerwaartse lijn in scores van Nederland bij TIMMS (Meelissen et al., 2016) en PISA (Van der Hoeven et al., 2017) is een reden om te kijken wat er nu precies verwacht wordt van de jongeren (OECD, 2023). Het gaf niet alleen aanleiding voor een grondige discussie in het team over het gewenste niveau, maar ook over welke inhouden in de kerndoelen opgenomen dienen te worden. De neerwaartse lijn wordt immers ook veroorzaakt door een discrepantie tussen de inhouden van de huidige kerndoelen, gepubliceerd in 2006, en de vaststelling van de inhouden van TIMMS en PISA die recenter zijn opgesteld (zie figuur 3). Het bestuderen van curricula van Canada, Australië, UK, Vlaanderen, Zweden, het NGSS curriculum en OESD-documentatie over het PISA framework (OECD, 2023) en de groene competenties (Bianchi et al., 2022, zie figuur 4), maakte zichtbaar dat er verschillen zijn tussen Nederland en andere landen wat betreft welke inhouden aan bod komen en het beheersingsniveau van die inhouden.

In het PISA framework 2025 (OECD, 2023) gaat het over het wetenschappelijk kunnen verklaren van fenomenen, het construeren en evalueren van onderzoekopzetten, het kritisch interpreteren van data en resultaten, en tenslotte om hoe onderzoek, het evalueren en gebruiken van wetenschappelijke informatie kan worden toegepast bij het nemen van besluiten en uitvoeren van acties. Naast hoe wetenschappers tot kennis komen en waarom zij dat zo doen, gaat het ook over mens en natuurrelaties, het duurzaam omgaan met de omgeving, en verschillende perspectieven bestuderen en innemen rondom een sociaalwetenschappelijk vraagstuk.

Figuur 3. Korte beschrijving van de in PISA genoemde competenties.

In het Europees competentiekader voor duurzaamheid (Bianchi et al., 2022) gaat het over nadenken over persoonlijke waarden en die van mensen in de toekomst en de plaats van de mens in de natuur. Het gaat over systeembenken en kritisch denken, toekomstgericht denken en het individueel en collectief handelen.

Figuur 4. Korte beschrijving van het OECD-competentiekader over duurzaamheid

Elk curriculum heeft zijn eigen accenten op cultureel gebied (integratie van inheemse culturen) of thema's als duurzaamheid. Natuurkundige, scheikundige en biologische inhouden bleken in de curricula veel overeenkomsten te hebben. Deze overeenkomsten houden verband met de niet wettelijke inhoudslijnen en in mindere mate met de globale omschrijving van de huidige kerndoelen. De plek van techniek en technologie in een leergebied bleek alleen goed geborgd te zijn in NGSS. In andere curricula is techniek een onderdeel van een ander leergebied. In alle curricula zijn inhouden geordend aan de hand van de disciplines natuurkunde, scheikunde, biologie en soms fysische geografie. Bestudering van deze curricula en bronnen gaf een basis voor een beschrijving van inhouden en een beheersingsniveau.

2.4.3 Vraagstukken in leefomgeving en wereld

Zowel in het po en het vo spelen vraagstukken een grote rol in de kerndoelen. Daarbij moeten we in ogenschouw nemen dat voor 50% van de leerlingen dit tevens het eindonderwijs is in het leergebied. Het is dus belangrijk dat leerlingen een goed beeld krijgen van de rol van vragen in het denken en de manier van werken van wetenschappers en technologen. Op die manier kunnen zij zich verhouden tot deze manieren van werken en de resultaten hiervan in de wereld om hen heen. Bovendien zijn de vragen die bij kinderen opkomen over hun leefomgeving al ontzettend lang de basis van wetenschap op school (Unesco, 1970).

Mens en natuur is een manier van kijken naar en benaderen van de wereld. Door het stellen van vragen, door oplossingen te bedenken voor problemen of

behoefden, en vanuit hun eigen fantasie, leren kinderen over gebeurtenissen, gebieden, organismen, verschijnselen en voorwerpen die in de wereld om hen heen voorkomen; hier en daar, vroeger, nu of in de toekomst (Graft et al., 2018). Het stellen van eigen vragen wordt vaak gekoppeld aan inquiry-based science education (Furtak et al., 2012; Uum et al., 2016), een bepaalde onderwijsvorm. De kerndoelen zijn niet bedoeld om de vorm het onderwijs vast te leggen. In de kerndoelen over vraagstukken staat het stellen van vragen centraal zoals wetenschappers en technologen dat doen (Herranen et al., 2019). Daarmee is het zelf (leren) stellen van vragen, het doen van onderzoek of uitvoeren van een ontwerpproces, een wezenlijk onderdeel van het mens en natuur-onderwijs. In het onderwijs kan dat op verschillende manieren vorm krijgen: het kan plaatsvinden binnen het continuüm van directe instructie of met een open vorm van onderzoekend leren (Furtak et al., 2012).

Vraagstukken zijn onderdeel van de aard van het leergebied en bieden een manier van kijken en benaderen van dit leergebied. Daarnaast hebben ze ook andere functies. De eerste functie is dat leerlingen ervaren dat het leergebied een bijdrage levert aan oplossingen voor maatschappelijke uitdagingen omtrent voeding, schoon drinkwater, klimaatverandering en biodiversiteit. Door te werken aan dergelijke vraagstukken leren ze over de plek van wetenschap in de maatschappij (Gresnigt et al., 2014) en neemt de kennis over de aard van wetenschap en technologie toe (Bouni et al., 2024).

Een tweede functie is de verbinding met andere leergebieden. Dergelijke vraagstukken, vaak benoemd als wicked problems (Rittel et al, 1973), hebben niet een eenduidige wetenschappelijke of technologische oplossing. Meestal is een verscheidenheid aan andere perspectieven (maatschappelijk, economisch of politiek) en disciplines (gedragswetenschappen, geneeskunde of sociale geografie) nodig om dat vraagstuk ook werkelijk op te lossen.

Daarmee komen we bij de derde verbindende functie: leerlingen meningen te laten vormen over dergelijke vraagstukken, en na te laten denken wat wetenschappers daarover kunnen zeggen of welke oplossing technologen kunnen bieden. Hiermee wordt de aard van wetenschap en technologie zichtbaar voor leerlingen.

In de discussies met de advieskring is er nooit gediscussieerd over de waarde van kerndoelen over vraagstukken. Er is wel veel discussie geweest over dat vraagstukken niet 'het doen' oftewel de praktische kant, in de weg moet zitten. Het mag niet leiden tot alleen maar mens en natuur-onderwijs uit een boekje of van een scherm. Daarnaast wil het team mogelijkheden creëren om de leefomgeving te kunnen verkennen en ervaren, daarin te kunnen bewegen en daarmee de eigen leefomgeving te vergroten (Hovinga, 2013) en de wereld tegemoet te treden (Biesta, 2022). De leerling wordt naar een bepaalde zelfstandigheid gebracht om te kunnen functioneren in de maatschappij. Een natuurrijke omgeving nodigt kinderen hier in het bijzonder toe uit en "(...) supports a child's sense of self, allowing children to recognise their

independence alongside an interdependence and connectedness with their ecological worlds.” (Lester 2006, p.4, Robertson, J., 2023).

Bij de kerndoelen is er expliciet aandacht voor de waarde die leerlingen mogen geven aan resultaten, in de vorm van meer kennis of een product of van het werken aan een vraagstuk. Een voorbeeld hiervan is dat leerlingen verschillende evaluatiekaders kunnen gebruiken om aan te geven in welke mate een bepaald resultaat duurzaam is. Er zijn vijf bekende en veel gehanteerde evaluatiekaders:

- People, Planet, Profit (PPP)
- Een genest systeem van deze drie P's
- Het 5P model: 3 p's uitgebreid met vrede en partnerschap
- Het donut-model
- 17 SDG's
- Planetaire grenzen

In de kerndoelen worden drie evaluatiekaders gehanteerd: PPP, het donut-model en de planetaire grenzen. Dit biedt de gelegenheid aan leerlingen om meerdere perspectieven te beschouwen, af te wegen en te hanteren bij het werken aan vraagstukken en te oordelen over oplossingen. Om de samenhang met het leergebied mens en maatschappij te versterken zijn de evaluatiekaders PPP, donut-model en planetaire grenzen opgenomen in een uitwerking bij het kerndoel 'systeem aarde' (havo-vwo 20).

Het evaluatiekader 'planetaire grenzen' is voor dit leergebied interessant om een tweetal redenen. Ten eerste bevat het evaluatiekader negen biofysische grenzen aan het systeem Aarde. Deze zijn gebaseerd op een wetenschappelijke grondslag waarbinnen de mensheid moet blijven navigeren, wil men gebruik maken van de hulpbronnen die we op aarde hebben. Ten tweede bevatten de grenzen wel onzekerheden en dat maakt ze ook bruikbaar om te werken aan inzicht in modellen (Gupta et al. 2023).

2.4.4 Denkwijzen

Een natuurwetenschappelijke manier van redeneren die wetenschappers en technologen gebruiken om de wereld om ons heen te begrijpen en te verklaren of om producten te ontwikkelen (National Research Council, 2012). In het buitenland wordt deze manier van redeneren crosscutting concepts genoemd, omdat deze bij alle natuurwetenschappelijke en technologische praktijken worden gebruikt. In Nederland worden deze crosscutting concepts 'denkwijzen' genoemd (Ottenvanger et al., 2014; curriculum.nu, 2019a). Onder denkwijzen worden de volgende manieren van redeneren geschaard: 'patronen', 'oorzaak-gevolg', 'systeemdenken', 'schaal, verhouding, hoeveelheid', 'stabiliteit en verandering', 'kringlopen, behoud en transport' en 'structuur, vorm, functie en eigenschap'. In de conceptkerndoelen voor het po zijn de denkwijzen 'stabiliteit-verandering, energie transport en behoud van massa' niet opgenomen omdat

deze denkwijzen niet aansluiten bij de voor het po opgenomen vakinhouden in de vakspecifieke kerndoelen.

Voor het mens en natuuronderwijs in het basisonderwijs en onderbouw voortgezet onderwijs, zijn twee van de vier functies van denkwijzen belangrijk (Rivet et al., 2016). De eerste functie, genaamd 'gereedschap', is dat denkwijzen woorden bieden om relaties en verbanden weer te kunnen geven. Denk daarbij aan oorzaak, gevolg, patronen, systeem, behoud en kringloop. Dit helpt bij het verkrijgen van inzicht om fenomenen en situaties te analyseren, te begrijpen en te verklaren (Krajcik et al., 2021). Een tweede functie, genaamd 'lens', is dat het een manier van kijken oproept om grip te krijgen op een bepaalde situatie of fenomeen. De twee andere functies van de denkwijzen 'brug' en 'spelregel' zijn niet relevant voor het po en onderbouw vo.

In navolging van de actualisatie van de examenprogramma's voor de natuurwetenschappelijke vakken zijn denkwijzen expliciet verwoord in een apart kerndoel voor zowel po als vo. Daar zijn een aantal redenen voor. Denkwijzen zijn niet gebonden aan specifieke concepten, schoolvakken of disciplines (zgn. 'cross cutting'). Door denkwijzen te expliciteren worden het doelen. Daarbij is de verwachting dat leerlingen betekenis kunnen geven aan en meer grip krijgen op nieuwe situaties in andere lessen, hun latere leven en buiten school. Door met denkwijzen te werken ervaren leerlingen hoe wetenschappers werken, wat bijdraagt aan het begrijpen en verklaren van fenomenen. Deze kennismaking met wetenschappelijke denkwijzen helpt leerlingen met hun toekomstige profiel en studiekeuze (Goggins et al., 2021).

Denkwijzen kunnen niet los worden gezien van concepten en werkwijzen (Nordine et al., 2023) en zijn daardoor alleen in gezamenlijkheid te toetsen.

2.4.5 Werkwijzen en modellen

Met werkwijzen wordt bedoeld het werken in stappen die iteratief, systematisch en logisch zijn om van een vraag naar een uitkomst erop te komen.

Onderzoeken, ontwerpen en modelleren zijn voorbeelden van werkwijzen die veel gebruikt worden door natuurwetenschappers en technologen.

Werkwijzen

In de kerndoelen voor po (kerndoel po 3) en onderbouw vo (kerndoel vo 3) is een apart kerndoel opgenomen over werkwijzen. In navolging van buitenlandse curricula worden werkwijzen niet beschreven met een vast stappenplan of een cyclus van stappen voor het onderzoeksproces en het ontwerpproces (Pedaste et al., 2015; Van Graft et al., 2018; Van Uum et al., 2016). Dat komt omdat de processen van onderzoeken en ontwerpen geen vast stramien van stappen kennen. Wel kennen ze een aantal herkenbare fasen (Pedaste et al., 2015). Er is niet zoiets als *de* 'natuurwetenschappelijke methode', omdat er niet één

methode is. Elk type onderzoek, elke situatie, elke omstandigheid, het subject van onderzoek en het beoogde resultaat vraagt om een passende werkwijze.

De kerndoelen over werkwijzen volgen de 'practices' van de NGSS, in navolging van de gemaakte keuze bij de actualisatie van de examenprogramma's. Elke fase is beschreven met herkenbare elementen uit de wetenschappelijke en technologische praktijk. De belangrijkste verschillen tussen de fasen van NGSS en de indeling van Pedaste is 1) dat fasen meer expliciet zijn gemaakt (NGSS) en niet zijn samengenomen (Pedaste) 2) de fasen in werkprocessen binnen wetenschappelijke en technologische praktijken naast elkaar zijn gelegd (NGSS) en niet alleen betrekking hebben op onderzoek (Pedaste) en 3) expliciet gebruik is gemaakt van rekenvaardigheden en modellen (NGSS).

Het team en de advieskring waren het unaniem eens met de keuze om de 'practices' als leidraad te gebruiken, omdat hierin techniek en technologie herkenbaar terug te vinden zijn.

Het team heeft een controle uitgevoerd om te bekijken of de elementen van duurzaamheidscompetenties (Bianci et al, 2022; PISA framework 2025; Wiek et al, 2011) aanwezig zijn in de kerndoelen. We denken dat onderwijs rond het thema duurzaamheid mogelijk is doordat bij verschillende kerndoelen (po 1, 9, en vo 9, 12, 17, 18, 19 en 20) aandacht is voor hoe het systeem aarde werkt (ecosysteem, weer en klimaat), in relatie tot natuurlijke en menselijke factoren. Daarnaast is er aandacht voor oplossingen die niet alleen technologisch van aard zijn maar ook de relatie tussen mens en natuur betrekken.

Modellen

De havo-vwo 3 kerndoelen gaan over het werken met en denken over modellen (kerndoelen vo 5 en 6). Er is een apart doel voor elk bovenbouwwak: aardrijkskunde (kerndoel vo 19), biologie (kerndoel vo 16), natuurkunde (kerndoel vo 13) en scheikunde (kerndoel vo 10).

Met een model wordt bedoeld: een schematische weergave van de werkelijkheid; een fenomeen of een systeem dat tot uiting komt in verschillende vormen. Te denken valt aan een materieel model, een tastbaar torso van de mens; een schematische weergave met relaties van iets, een beslisschema; een visueel model, een tekening; een mathematisch model, allerlei formules en een concept-procesmodel waarin processen en interacties schematisch zijn weergegeven (Janssen, 2022). Wetenschappers en technologen gebruiken modellen als een essentieel onderdeel van verklaringen en voorspellingen. Denk daarbij aan typische natuurwetenschappelijke modellen zoals het deeltjesmodel, de bouw van materie, klimaatmodellen, het weer, de evolutie, het ontstaan van het heelal en de stikstofkringloop.

Het werken met en denken over modellen is in de conceptkerndoelen voor het basisonderwijs en de onderbouw voortgezet onderwijs nog niet aan bod gekomen. In kerndoel vo 3 staat in de uitwerking: 'toepassen van modellen om

verschijnselen en systemen te begrijpen, ideeën te visualiseren en te testen'. De bedoeling is dat leerlingen bestaande modellen of theorieën toepassen, bijvoorbeeld de wet van Ohm of de wet van Newton. In het conceptkerndoel werken met modellen (conceptkerndoel 5 havo-vwo 3) gaat het om het aanpassen van een bestand model, bijvoorbeeld een model over prooi- en roofdieren. In de conceptkerndoelen voor havo-vwo 3 staat de constructie van modellen centraal en gaat het om vragen als: 'Welke aannames doe je?', 'Welk perspectief gebruik je?', 'Wanneer is het model nog geldig en van waarde?' en 'Welke grenzen zijn er aan een model?'

Het team vindt dat het gebruiken van modellen samen met het kritisch kijken naar hoe deze worden geconstrueerd en gebruikt, belangrijk is voor 1) het inzicht hoe wetenschappers en technologen werken met modellen en de bijdrage aan de kennis over de aard van wetenschap en technologie en de waarde die aan die kennis wordt gegeven, 2) dat modellen altijd een representatie zijn van de werkelijkheid, daarmee niet gelijk zijn aan die werkelijkheid en dus beperkt geldig zijn en 3) het leren verhouden tot het gebruik van modellen bij het oplossen van maatschappelijke uitdagingen en bij beleid.

2.4.6 Conceptuele afwegingen

Techniek en technologie

We hanteren de term technologie en niet techniek. Dit is in navolging van de actualisatie van de examenprogramma's van de natuurwetenschappelijke vakken. Techniek wordt geassocieerd met constructies, verbindingen en omzettingen en is nog steeds onderdeel van de onderwijspraktijk. Techniek is de praktijk van het bedenken en realiseren van hulpmiddelen die de mens gebruikt. Technologie kan worden opgevat als 'de kennis over techniek', een soort techniekkunde (van Dijk et al. 2017). Daarin gaat het om het leren van techniek en bijbehorende procedurele en epistemologische kennis.

Keuzes in verschuiving van onderwerpen

Er is een duidelijkere positionering van scheikunde in po en vo onderbouw. Het lijkt een nieuw onderwerp in het po, maar deze inhoud was al impliciet aanwezig in de huidige kerndoelen 42 en 45. Het gaat in dat geval om eigenschappen van materialen en faseovergangen. Nieuw in het po is het concept chemische reacties.

De natuurkundige verschijnselen licht en geluid komen voor in de conceptkerndoelen po en havo-vwo 3, dus niet in die van vo onderbouw. De inschatting is dat het niet past binnen de ontwerpruimte voor klas 1 en 2. In het geheel van onderwerpen is deze verdeling het meest in balans. Het onderwerp licht is, in samenspraak met de advieskring, stevig aangezet in het conceptkerndoel 13 'licht, informatie en wereldbeelden'. Het onderwerp 'schade door geluid' is toegevoegd aan het kerndoel vo 15 veiligheid.

Ecosystemen

Ecosystemen komen feitelijk niet voor in de huidige kerndoelen voor het basisonderwijs. Conceptkerndoel 9 (po) over ecosystemen en de samenhangende relaties daarbinnen is dus nieuw. Het gaat hier niet alleen om de biologische beschrijving van het systeem, maar ook om hoe de mens zich verhoudt tot ecosystemen, de mens en natuur-relaties en hoe de mens zich verhoudt tot ecologische uitdagingen. Met deze toevoeging loopt Nederland in de pas met buitenlandse curricula (NGSS Lead States, 2013; OECD, 2023) en onderwerpen die binnen het vak aardrijkskunde als belangrijk worden gezien (Béneker et al., 2023).

Samenhang aardrijkskunde

De fysisch geografische onderwerpen van aardrijkskunde zijn ondergebracht in het domein mens en ruimte, en het domein mens en levende systemen. De sociaalgeografische onderwerpen zijn te vinden in het leergebied mens en maatschappij. Het is een goed voorbeeld van dat de vakgebieden op onderwerpen met elkaar samenhangen. Betekenisvol onderwijs zal uit beide leergebieden putten om niet alleen processen te beschrijven, maar ook de invloed daarvan op de samenleving te duiden. Het leergebied mens en natuur spitst zich toe op processen in systeem aarde: ecosystemen, weer, landschappen en veranderingen in dat systeem. Economische gevolgen, keuzes in gebruik van ruimte, gevolgen voor de samenleving en mens en natuur relaties zijn juist te vinden in de kerndoelen van het leergebied mens en maatschappij.

Relationele en seksuele gezondheid

Dit kerndoel (23 vo) is opgenomen in het leergebied mens en natuur vanwege de affiniteit met biologie-onderwerpen. Het lijkt logisch dat bij er biologie aandacht is voor maatschappelijke thema's rond RSV. Dit onderwerp hangt sterk samen met het kerndoelen over sociale omgeving (po 12 en vo 15) in het leergebied mens en maatschappij. Het is aan de school om hier invulling aan te geven.

Veiligheid VO

Tijdens het ontwikkelingsproces is er veel gediscussieerd over de plaats van veiligheid. Het is een belangrijk en veelomvattend thema met veel facetten rond gebruik van chemicaliën, apparatuur en instrumenten, persoonlijke veiligheid en verschijnselen in de leefomgeving zoals bliksem en de wolf. Dit thema kan ondergebracht worden bij verschillende kerndoelen, of grotendeels bij een eigen kerndoel. Het bleek dat het verdelen van het thema veiligheid over kerndoelen bij het vo lastig was, en dat het zeker niet paste bij de kerndoelen over gezondheid en energie. Er is daarom gekozen voor een eigen kerndoel.

Gezondheid

Over het kerndoel gezond leven (po 12) en (vo 22) is veel inhoudelijk overleg geweest met de advieskring. Hetgeen er nu staat is in goede samenspraak ontstaan. Er is onderscheid gemaakt tussen lichamelijk en mentale gezondheid. Persoonlijke gezondheid bestaat uit deze twee typen.

Om pedagogische en leeftijdsgebonden redenen wordt in de doelzin in het po-kerndoel de termen 'keuzes verkennen' gehanteerd en in het vo-kerndoel de term 'reflecteren'.

Er is op advies van de advieskring bewust gekozen om niets over verslaving op te nemen in het kerndoel. Dit met name om de leerlingen niet aan te zetten tot een verkenning die uiteindelijk kan leiden tot een verslaving.

In de gehele set kerndoelen is er bewust aandacht voor zowel de positieve als negatieve kanten van bacteriën. Bacteriën veroorzaken niet alleen maar ziekten, ze hebben ook een nuttige biologische functie.

2.4.7 Begrippenlijst

Bij de conceptkerndoelen is de begrippenlijst opgenomen. Bij de definitieve oplevering wordt één begrippenlijst opgeleverd die voor alle leergebieden bij de actualisatie van de examenprogramma's is gebruikt. In de meegeleverde begrippenlijst staan nu alleen begrippen die zijn gebruikt in de actualisatie van de kerndoelen mens en natuur.

2.5 Toelichting op leergebiedoverstijgende kwaliteitseisen

In de werkopdracht is een aantal leergebiedoverstijgende kwaliteitseisen benoemd waaraan de conceptkerndoelen moeten voldoen (zie paragraaf 1.1). In eerdere paragrafen is een deel daarvan al aan de orde geweest; namelijk de doeldomeinen, ontwerpruimte en opbouw van de doelen. De bespreking van de overige eisen volgt hierna.

2.5.1 Verbindende vaardigheden

Niet alle vaardigheden zijn uniek voor één leergebied. Deze vaardigheden noemen we verbindende vaardigheden. In de kerndoelen voor mens en natuur zijn ook verbindende vaardigheden opgenomen. Van de verschillende categorieën verbindende vaardigheden (Sol & Visser, 2023) gaat het met name om:

1. Leervoorwaardelijke vaardigheden – vaardigheden die betrekking hebben op het proces van leren in een communicatief, cognitief, sociaal en coöperatief proces.
2. Denkvaardigheden – vaardigheden die betrekking hebben op analytisch, kritisch of creatief denken.

3. Samengestelde vaardigheden – vaardigheden die betrekking hebben op complexe situaties, zoals bij onderzoeken, ontwerpen of loopbaanvaardigheden.

Van de verbindende vaardigheden komen voornamelijk de denkvaardigheden terug in de kerndoelen 5 t/m 12 van het po en kerndoelen 7 t/m 23 van het vo. De leervoorwaardelijke vaardigheden zijn niet voorgeschreven binnen dit leergebied. De denkvaardigheden zijn het meest aanwezig bij het werken aan de vraagstukken uit kerndoel 1 van het po en kerndoel 1 van het vo. Daarnaast wordt in veel kerndoelen het handelingswerkwoord 'inzicht tonen in' gebruikt, waardoor de denkvaardigheden veel aan bod komen. Bij dit kerndoel wordt het vraagstuk gekoppeld via de denk- en werkwijzen aan de conceptuele inhouden van het leergebied. Hier zijn analytische, kritische en creatieve denkvaardigheden voor nodig, alsmede de samengestelde vaardigheden onderzoeken en ontwerpen. Bij het werken aan dit kerndoel worden ook de loopbaanvaardigheden toegepast.

2.5.2 Diversiteit

De werkopdracht stelt het volgende: "de conceptkerndoelen doen recht aan de diversiteit in de samenleving (diversificatie) door de keuze van inhouden, perspectieven bij die inhouden en de formulering / het gebruik van begrippen in kerndoelen".

Ten aanzien van de keuze van inhouden heeft het kerndoelenteam van het leergebied mens en natuur nagedacht over kennisconstructie vanuit eigen vragen van leerlingen en heeft daarbij gekozen om vanuit het perspectief van diversiteit de volgende inhouden een plek te geven:

- Expliciete aandacht voor sociale dynamiek rondom het tot stand komen van kennis, wetenschap en technologie. Dit zijn immers sociale constructen;
- Kennis over de pluriforme Nederlandse samenleving met betrekking tot gedeelde waarden en diversiteit: het gaat om het met waarde geladen zijn van kennis, en dat men zowel op die waarde als op de kennis zelf verschillende perspectieven kan hebben.

Daarnaast is een plek voorzien voor rolmodellen en een respectvolle, veilige omgeving. Daarbij is gekozen om vanuit het perspectief van diversiteit de volgende inhouden een plek te geven:

- Aandacht voor het terugdringen van vooroordelen door de behandeling van achtergronden en effecten van stereotypering, discriminatie, racisme en verwachtingen op groeps- en individueel niveau;

- Kennis van en over culturen: de formulering is zodanig dat er recht wordt gedaan aan de individuele ervaring van de leerling en dat er niet wordt gedacht vanuit een stereotiep beeld.

Deze keuzes zijn meegenomen in de formulering van de conceptkerndoelen over de vraagstukken aard van natuurwetenschappen en technologie, gezond lichaam en RSV (kerndoelen po: 1, 4 en 12 en voor vo: 1, 4, 5, 6, 22 en 23).

In het kerndoel vraagstukken hebben we gekozen om expliciet ruimte te bieden aan meerdere perspectieven op de inhoud. Het staat aan de basis van kennisconstructie aan de hand van vragen van de leerlingen, en biedt kansen om diverse achtergronden van de leerlingen te verwerken. Perspectieven van leerlingen met een verschillende thuissituatie, culturele achtergrond, of kinderen die in de stad of erbuiten wonen, vormen het begin van een gesprek over het inhoudelijke onderwerp (Banks, 2014). Relationele en seksuele gezondheid (kerndoel vo 23) gaan bij uitstek over het respecteren van verschillen tussen mensen. Hier expliciet: verschillen in seksuele identiteit. Voor het po is dit terug te vinden in de kerndoelen van mens en maatschappij (po 12 en vo 15). Ook het uitnodigen van vertegenwoordigers van een beroepsgroep en het reflecteren op rolmodellen zijn voorbeelden van het gesprek over de diversiteit in talenten, achtergrond en interesses, ambities en capaciteiten van de leerlingen.

Het kerndoelenteam mens en natuur heeft bij de begrippen en formulering in de conceptkerndoelen ook rekening gehouden met diversiteit in de samenleving. In het bijzonder is nagedacht over het volgende begrip: seksuele identiteit. Door dit open te formuleren en hierop te reflecteren vanuit onder meer plezierige relaties en sociale veiligheid, is er de mogelijkheid tot het voeren van gesprekken vanuit de eigen beleavingswereld. Door aandacht te hebben voor eigen grenzen en grenzen van anderen, ontstaat ruimte voor begrip van anderen.

2.5.3 Inclusiviteit

Het uitgangspunt is dat de kerndoelen haalbaar zijn voor zo veel mogelijk leerlingen. In de werkopdracht is gesteld dat in de doelformulering ook rekening gehouden moest worden met de haalbaarheid voor leerlingen met specifieke onderwijsbehoeften (met uitzondering van zeer moeilijk lerende of meervoudig beperkte leerlingen, waarvoor functionele kerndoelen (in concept) zijn ontwikkeld). De klankbordgroep specifieke onderwijsbehoeften heeft vanuit dit perspectief feedback gegeven op de conceptkerndoelen.

Inclusiviteit is zichtbaar in de abstractie van de doelzinnen, in combinatie met de keuze in handelingswerkwoorden. Deze zijn zo 'open' mogelijk geschreven, zodat ze ruimte bieden voor differentiatie en de wijze waarop het doel behaald zou kunnen worden. Met name bij onderwerpen als licht en geluid blijkt het lastig om deze volledig inclusief te maken, omdat hier bepaalde zintuiglijke

functies voor nodig zijn. Omdat deze natuurkundige verschijnselen tot de basis behoren, heeft het team er wel voor gekozen deze onderwerpen op te nemen (e.g. Harlen, 2015). Desondanks is het team zich ervan bewust dat dit wellicht wat betreft tijd binnen de ontwerpruimte voor leerlingen met auditieve of visuele beperkingen niet haalbaar is.

2.5.4 Taaldenkfuncties

Er is sprake van taaldenkfuncties wanneer je taal gebruikt om denkstappen onder woorden te brengen. Bijvoorbeeld om te beschrijven of benoemen (eenvoudige taaldenkfuncties), of om te vergelijken, te redeneren, te projecteren of te concluderen (complexere taaldenkfuncties).

In het leergebied mens en natuur hebben we in de doelformuleringen vooral gebruik gemaakt van de volgende hoofdfuncties: beschrijven, verklaren en betogen; dus voornamelijk functies uit de categorieën feitelijk en waarderend. Dat is zichtbaar door met name het handelingswerkwoord 'inzicht tonen in', welke in veel conceptkerndoelen terugkomt bij zowel po als onderbouw vo. Waar het gaat over complexere vaardigheden of moeilijker leerstof is hiervoor gekozen omdat inzicht verwijst naar kennis van relaties tussen begrippen, processen en feiten. Een mooi voorbeeld is inzicht tonen in technische systemen uit de leefomgeving, waarbij de leerling niet alleen begrijpt hoe een object werkt, maar ook beredeneert hoe het geconstrueerd is en welke materialen om welke reden zijn gebruikt. Ook verklaren, reflecteren en keuzes maken komen terug in de kerndoelen.

2.5.5 Loopbaanontwikkeling en -begeleiding

In de werkopdracht staat: "Loopbaanleren/LOB-vaardigheden krijgt in de (...) leergebieden een passende plek als ervaringsdoelen in po en onderbouw vo." Om richting en sturing te kunnen geven aan de eigen ontwikkeling is het van belang dat leerlingen een goed zelfbeeld ontwikkelen. Leerlingen moeten zelf ontdekken waar hun talenten, eigenschappen en interesses liggen. Dit proces vindt plaats in interactie met de omgeving. Leerlingen doen die ontdekkingen door in of buiten de schoolse situatie ervaringen op te doen en het gesprek hierover aan te gaan. Op die manier kunnen zij verbanden leggen tussen hun motieven en kwaliteiten en de wereld om hen heen. Omdat leerlingen in de gelegenheid moeten zijn om in dialoog te gaan met rolmodellen is het belangrijk dat ze met beroepsbeoefenaars kennismaken¹.

LOB is specifiek zichtbaar in de uitwerking van de kerndoelen po 1 - vraagstukken uit de leefomgeving en vo 1 -vraagstukken uit de wereld. Er is aandacht voor beroepsbeelden die opgeroepen worden bij leerlingen, omdat die al op vrij jonge leeftijd vastliggen ten gevolge van heersende stereotypering in de maatschappij (Endendijk & Portengen, 2022; Osborne & Dillon, 2008).

¹ <https://www.expertisepuntlob.nl>

Daarnaast zien we het onderwijs als een aaneenschakeling van ervaringen waarmee de leerling eigen interesses en kwaliteiten ontdekt. Dit is een belangrijke factor bij de toekomstige oriëntatie op studie en beroep. Door een combinatie van de kerndoelen over werk- of denkwijzen met een inhoudelijk kerndoel, kan er regelmatig aan oriëntatie op studie of beroep worden gewerkt. Zo zouden leerlingen de toepassing van zonne-energie in de eigen school kunnen onderzoeken en daarbij vanuit verschillende rollen een bijdrage leveren.

2.5.6 Moties Tweede Kamer, huidige kerndoelen en sectorwetten

Bij het vaststellen van inhoud van het leergebied is gekeken naar Moties van de Tweede Kamer, zoals die in de werkopdracht staan beschreven. Hieronder is voor het leergebied mens en natuur relevante moties beschreven hoe gehoor is gegeven aan de moties:

35565-3 11-5-2021 Michon (VVD)

Verzoekt de regering, een verkenning uit te voeren in samenwerking met het Rode Kruis en verschillende onderwijspartijen, zoals de VO-raad en docentenvakgroepen, om te bezien op welke manier EHBO-kennis en vaardigheden op korte termijn het beste overgebracht kan worden binnen het voortgezet onderwijs en de Kamer hierover voor de zomer van 2021 te informeren.

Er is binnen de ontwerpruimte van het leergebied mens en natuur niet voldoende tijd om een volledig EHBO-programma op te nemen. Hiervoor kunnen scholen de 30% vrij in te vullen ontwerpruimte gebruiken.

In de conceptkerndoelen van het primair onderwijs hebben we in doel #12 Gezond leven opgenomen dat leerlingen kunnen benoemen wanneer je welke gezondheids- en welzijnsorganisaties kunt inschakelen voor hulp en preventie voor jezelf en anderen. In het voortgezet onderwijs hebben we in doel #21 Veiligheid opgeschreven dat leerlingen moeten weten hoe te handelen in geval van nood bij verschillende fysische, chemische en biologische verschijnselen. Hieronder vallen onder andere ernstige bloedingen, hartstilstand en allergische reacties.

30420-345 2-11-2020 Van Dijk (SP) Bergkamp (D66) El Yassini (VVD) Van den Berghe (GL) Van den Hul (PvdA)

Constaterende dat circa 15% van de scholen geen aandacht besteedt aan seksuele diversiteit; verzoekt de regering voor het eind van het jaar concrete maatregelen te treffen tegen scholen die zich hieraan onttrekken.

Deze motie is leergebiedoverstijgend en heeft raakvlakken met de leergebieden burgerschap en mens en maatschappij. Binnen het leergebied mens en natuur worden in het primair onderwijs de verschillen en overeenkomsten tussen lichamen besproken in concept

kerndoel po #08. In het voortgezet onderwijs wordt in het concept kerndoel #23 Relationele en seksuele gezondheid beschreven dat de leerling moet reflecteren op de betekenis van seksuele diversiteit.

31293-299 15-3-2016 Bruins (CU) Ypma (PvdA) Straus (VVD) Rog (CDA)

Verzoekt de regering, bij de verdere uitwerking van onderwijs2032 praktische vaardigheden in het primair onderwijs en het opleiden van vakmensen in het vmbo en het praktijkonderwijs nadrukkelijk vorm te geven in samenwerking met leraren, scholen in het vakonderwijs, het bedrijfsleven en maatschappelijke partners.

Een belangrijk onderdeel van het leergebied mens en natuur is het praktisch werken. In zowel het primair onderwijs als het voortgezet onderwijs komt dit terug in concept kerndoel #01 waarin leerlingen ervaringen opdoen met technologie in de leefomgeving en aan het werk gaan met vraagstukken die gaan over technische systemen. Hoe ze hiermee praktisch aan het werk gaan staat voor po en voor het vo beschreven in concept kerndoel #03 werkwijzen en in concept kerndoel po #05 en vo #07 staan de technische concepten die hierbij noodzakelijk zijn.

529 16-6-2020 Van Raan (PvdD)

Verzoekt de regering te onderzoeken op welke wijze het beste tegemoet kan worden gekomen aan de behoefte van leraren omtrent kennis en lesmaterialen rondom duurzaamheid; verzoekt de regering tevens de samenwerkende non-profitorganisaties voor duurzaam onderwijs te betrekken bij dit onderzoek.

Zie onderstaande beantwoording van motie 34000-46.

34000-46 30-10-2014 Ouwehand (PvdD) c.s.

Verzoekt de regering, te onderzoeken hoe duurzame ontwikkeling op integrale wijze in het Nederlandse onderwijs gefaciliteerd zou kunnen worden, gebruik makend van de reeds aanwezige kennis binnen de onderwijssector en in het buitenland, en met een voorstel hierover naar de Kamer te komen.

Leren voor duurzame ontwikkeling is een leergebiedoverstijgend thema. In de volgende concept kerndoelen komt leren voor duurzame ontwikkeling terug:

In po/vo kerndoel #01 Vraagstukken wordt gewerkt aan vraagstukken die gaan over duurzame ontwikkeling. Leerlingen worden hierbij uitgedaagd om de verschillende perspectieven van een vraagstuk te onderscheiden en om te kijken hoe het vraagstuk rondom duurzame ontwikkeling kan worden opgelost. Daarnaast wordt verwacht dat

leerlingen verwoorden wat het vraagstuk en de mogelijke oplossingen met ze doen.

In po/vo kerndoel #03 Werkwijzen leren leerlingen om duurzaam met instrumenten, gereedschappen en materialen om te gaan.

In po/vo kerndoel #04 Aard van de natuurwetenschappen en technologie is aandacht voor de betrouwbare totstandkoming van uitkomsten uit natuurwetenschappelijk en technologisch onderzoek en voor de maakbaarheid en ethische grenzen daarvan.

In kerndoel PO #09 Ecosystemen beschrijven leerlingen de wederkerige relatie tussen mens en de biodiversiteit binnen een ecosysteem.

In kerndoel PO #10 Aarde beredeneren leerlingen hoe menselijk handelen invloed heeft op natuurlijke verschijnselen: koolstofkringloop en klimaatverandering.

In kerndoel PO #11 Weer, klimaat en water beredeneren leerlingen hoe oplossingen hitte- en wateroverlast kunnen voorkomen of beperken en ze beredeneren hoe klimaatveranderingen leiden tot risico's in delta's: overstroming, wind- en waterschade.

In kerndoel VO #09 Reacties evalueren leerlingen de wederkerige relatie tussen maatschappij en chemie en de impact van chemie op de omgeving en maatschappij.

In kerndoel VO #12 Energie beschrijven leerlingen de relatie tussen energiebronnen en -behoefte en de planetaire grenzen van het natuurlijke systeem.

In kerndoel VO #14 Organismen toont de leerling inzicht in het gebruik van organismen in de biotechnologie, landbouw en veeteelt.

In kerndoel VO #15 Voortbestaan van leven beschrijft de leerling de aanpassing van erfelijke eigenschappen door de mens: veredeling, fokken en genetische modificatie.

In kerndoel VO #17 Ecosystemen beschrijft de leerling het dynamisch evenwicht van een ecosysteem en mogelijke verstoringen daarvan. Daarnaast analyseert de leerling de menselijke afhankelijkheid van ecosystemen.

In kerndoel VO #18 Aarde beschrijft de leerling de gevolgen van winning en de eindigheid van grondstoffen.

In kerndoel VO #19 Weer en klimaat legt de leerling uit hoe menselijk handelen van invloed is op de samenstelling van de atmosfeer; de mechanismen van klimaatverandering; analyseert hij de bewijsvoering voor verandering in weer en klimaat; verkent hij mogelijke, gewenste en waarschijnlijke scenario's voor zeespiegelstijging en klimaatverandering.

In kerndoel HV3 #20 Systeem Aarde evalueert de leerling met verschillende kaders voor duurzame ontwikkeling: ppp, donut en planetaire grenzen.

3. Slotopmerkingen en adviezen

3.1 Impuls voor het leergebied

In paragraaf 2.1 van dit toelichtingsdocument zijn de uitdagingen uit de startnotitie beschreven die het uitgangspunt vormden voor de bijstelling van de kerndoelen. Het team denkt met de geactualiseerde set een antwoord te hebben gegeven op deze uitdagingen.

De eerste curriculaire uitdaging die het team wilde oplossen in deze set conceptkerndoelen, is het duidelijker naar voren laten komen van de kern van het leergebied in de kerndoelen. Dit is gedaan door specifiekere te zijn in de uitwerking (HGHO) onder de doelzinnen.

De tweede curriculaire uitdaging was een herkenbare leerlijn uitwerken tussen het basisonderwijs, onderbouw vo en bovenbouw vo. De specifiekere uitwerking van kerndoelen in concrete beheersings- en hybride doelen draagt bij aan de oplossing van deze uitdaging: het duidelijker beschrijven van het eindniveau van het po en onderbouw vo. Daarnaast hebben we de inhouden van de aard van de natuurwetenschappen en technologie, denkwijzen, werkwijzen, vraagstukken en de vakinhoudelijke concepten afgestemd op de actualisatie van de natuurwetenschappelijke examenprogramma's.

De derde uitdaging was de samenhang binnen het leergebied en de samenhang met het leergebied mens en maatschappij te versterken. De samenhang met mens en maatschappij komt terug in de complementaire afstemming op de denkwijzen, werkwijzen, vraagstukken en de concepten in beide domeinen mens en ruimte.

De laatste en grootste curriculaire uitdaging was de kennis en vaardigheden beschrijven die leerlingen nodig hebben om de maatschappelijke ontwikkelingen, lokale, omgevings- en mondiale vraagstukken te begrijpen. In deze set aan conceptkerndoelen hebben we leerlingen de basis aan natuurwetenschappelijke en technologische kennis en vaardigheden meegegeven, zodat ze zich kunnen verhouden tot eerdergenoemde ontwikkelingen en vraagstukken.

3.2 Adviezen voor implementatie

De conceptkerndoelen in deze publicatie zijn de uitkomst van de ontwikkelfase en vormen de input voor de navolgende fase van beproeven. Pas daarna zijn de conceptkerndoelen definitief. De doelen zijn een weloverwogen en goed onderbouwd voorstel, gebaseerd op de kwaliteitscriteria uit de werkopdracht van het ministerie van OCW.

Kerdoelen hebben een functie in de kwaliteitszorg van scholen en vormen het startpunt van curriculumontwikkeling op school. Om leraren en scholen te ondersteunen bij de implementatie, zijn ook adequate leerlijnen en ondersteunende materialen nodig. Deze worden niet wettelijk vastgelegd, maar bieden wel het passende concretiseringsniveau voor een vertaling en uitwerking van het landelijk curriculum op alle niveaus van het funderend onderwijs. Dit is niet alleen belangrijk voor leraren en schoolleiders, maar ook voor educatieve uitgeverijen, toetsontwikkelaars en andere onderwijsprofessionals. SLO zal op basis van de definitieve conceptkerndoelen de komende jaren deze leerlijnen gaan ontwikkelen en over de voortgang hiervan met het onderwijsveld communiceren. Het ministerie van OCW kan daarnaast aanvullende implementatiebevorderende initiatieven nemen. SLO heeft daarover advies uitgebracht aan het ministerie van OCW (SLO, 2024). [Advies implementatie kerndoelen - SLO](#)

3.2.1 Inhoudelijke aandachtspunten

In dit toelichtingsdocument zijn verschillende aandachtspunten naar voren gekomen die van belang zijn voor de implementatie van het leergebied mens en natuur. Het gaat om aandachtspunten over de afstemming met het leergebied mens en maatschappij, over uitwerkingen in de vorm van leerlijnen en voorbeeldmaterialen, en over punten in het kader van deskundigheidsbevordering van leraren in de vorm van een leeswijzer.

Afstemming tussen het leergebied mens en maatschappij en mens en natuur

Het is belangrijk dat er zowel tijdens de fase van beproeven als de implementatie, afstemming blijft tussen deze beide leergebieden. De inhouden van beide leergebieden zijn noodzakelijk voor leerlingen om te werken aan vraagstukken en zich daartoe te verhouden.

Beproeven van leerjaar 3 havo-vwo

Het leergebied mens en natuur heeft de inhoud van leerjaar 3 havo-vwo in zes losstaande kerndoelen beschreven. Dit is anders dan bij Nederlands en rekenen-wiskunde, waarbij inhouden zowel in losstaande kerndoelen zijn beschreven, of als uitbreiding van de onderbouw vo kerndoelen. Wij adviseren om in de fase van beproeven de bruikbaarheid hiervan mee te nemen.

Het koppelen van vraagstukken, denk- en werkwijzen met inhoudelijke concepten.

Binnen het leergebied mens en natuur is vooral de verbinding van de doelen uit *Domein A: Natuurwetenschappen en technologie* met de meer kennis- en contextrijke doelen belangrijk. Ons advies is om bij het uitwerken van de kerndoelen in leerlijnen en tijdens de deskundigheidsbevordering van leraren aan deze verbindingen voldoende aandacht aan te schenken. Hoe deze

verbindingen te maken zijn, hebben we uitgewerkt aan de hand van drie voorbeelden in onderstaande leeswijzer.

Leeswijzer matrix

Elke matrix is een voorbeeld van een inhoudelijk vraagstuk. Dat vraagstuk kan het startpunt zijn voor een inhoudelijke uitwerking, in combinatie met een denkwijze of werkwijze. Zo kan aan kerndoel 1 po (vraagstukken uit de leefomgeving) betekenis gegeven worden door een vraagstuk uit de leefomgeving van de leerling als startpunt te gebruiken. In principe is elk vraagstuk mogelijk.

Horizontaal staan denkwijzen en werkwijzen. Verticaal staan de kerndoelen po en vo. Op het kruispunt van een inhoudelijk kerndoel en een denkwijze of werkwijze ontstaat een betekenisvolle context. Dat betekent dat er verschillende mogelijkheden zijn: een inhoud is niet automatisch aan een bepaalde denkwijze of werkwijze gekoppeld.

Voorbeeld 1:

Leerling F wil graag weten hoe een grijparm werkt (hij heeft een opa die vaak gevallen spullen oppakt omdat hij slecht kan bukken). Inhoudelijk heeft dit vraagstuk te maken met kerndoel 7 po: licht, geluid, energie en krachten. Als je een kerstbal van de grond oppakt wil je hem wel vasthouden maar niet kapot knijpen: je moet dus de juiste kracht uitoefenen. Verklaren dat de kerstbal valt bij te weinig kracht en kapot geknepen wordt bij te veel kracht gebeurt door gebruik te maken van de denkwijze 'oorzaken en gevolgen'. De benodigde onderdelen in de uitwerking van verschillende kerndoelen zijn weergegeven in figuur 5.

		Concepten po: KD 4-11 & vo: KD 5-14																			
		Tech sys					Krachten energie					ecosysteem					...				
		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Denkwijzen	1																				
	2																				
	3																				
	4																				
	5																				
Werkwijzen	1																				
	2																				
	3																				
	4																				
	5																				

Vraagstuk

Hoe werkt het?
Hoe maak ik het (beter)?
Hoe repareer ik het?
Hoe verzorg ik het?
Hoe maak ik het duurzamer?

Hoe werkt een grijparm?

Figuur 5. De uitwerking voor het vraagstuk: 'hoe werkt een grijparm?' is hier weergegeven in de mogelijke combinatie van denk-, werkwijzen en inhouden met een 'x'.

Zowel in het team als in de advieskring en bij interne monitoring is gesproken over 'holistisch onderwijs'. In figuur 7 staat een mogelijke combinatie van HGHO's die leerdoelen weergeven rond het vraagstuk: 'hoe maak ik een schoolplein waarin mens en natuur een plek hebben?' bij holistisch onderwijs.

Vraagstuk

 Hoe werkt het?
Hoe maak ik het (beter)?
Hoe repareer ik het?
Hoe verzorg ik het?
Hoe maak ik het duurzamer?

Hoe maak ik een schoolplein waarin mens en natuur een plek hebben?

4. Referenties

- Ağirdağ, O., Biesta, G., Bosker, R., Kuiper, R., Nieveen, N., Raijmakers, M., & Van Tartwijk, J. (2020). *Kaders voor de toekomst. Tussenadvies 1 Wetenschappelijke Curriculumcommissie*. CurriculumCommissie
- Ağirdağ, O., Biesta, G., Bosker, R., Kuiper, R., Nieveen, N., Raijmakers, M., & Van Tartwijk, J. (2021a). *Kaders voor kansen. Naar een beoordelingskader kansengelijkheid voor het funderend onderwijs. Verdiepende studie Wetenschappelijke Curriculumcommissie*. CurriculumCommissie
- Ağirdağ, O., Biesta, G., Bosker, R., Kuiper, R., Nieveen, N., Raijmakers, M., Van Tartwijk, J., & Boogaard, M. (2021b). *Samenhang in het curriculum. Verdiepende studie Wetenschappelijke Curriculumcommissie*. CurriculumCommissie
- Banks, J.A., (2014). *An introduction to Multicultural Education*. (fifth edition). University of Washington, Seattle.
- Barak, M., Ginzburg, T. & Erduran, S. (2024). Nature of engineering. A cognitive and epistemic account with implications for engineering education. *Science & education*, 33 (3), p. 679-697.
- Bell, R. L., Mulvey, B.K. & Maeng, J.L. (2012). Beyond understanding: process skills as a context for nature of science instruction. In Khine M.S., (eds) *Advances in Nature of Science Research- concepts and methodologies*. Springer. p.225-245.
- Béneker, T., Van Campenhout, G. & Van der Vaart, R. (2023). *Aardrijkskunde in Transitie? Vakinhoudelijke perspectieven op de examenprogramma's aardrijkskunde*. KNAG.
- Beraldo, R. M. F., Ligorio, M. B., & Barbato, S. (2018). Intersubjectivity in Primary and Secondary Education: A Review Study. *Research Papers in Education*. 33(2), 278-299.
<https://doi.org/10.1080/02671522.2017.1302497>
- Beuling, H., Van de Laarschot, M., De Munk, B., De Nood, B., & Van Noorel, A. (2024). *Rapportage data-analyse Conceptkerndoelen Nederlands en rekenen en wiskunde*. SLO.
- Bianchi, G., Pisiotis, U., & Cabrera Giraldez, M. (2022) *GreenComp - Het Europees competentiekader voor duurzaamheid*. EUR 30955 NL. Bureau voor publicaties van de Europese Unie.
<https://data.europa.eu/doi/10.2760/7670>
- Biesta, G. (2022). *Wereldgericht onderwijs: een visie voor vandaag*. Uitgeverij Phronese.
- Bouni, A., Ntam Nchia, L., Sigha, P.M., Mfeyet, B.A., Aimée, A.M., Ateba, J.A., Nchinmoun, M., Meli, N.D., & Soudani, M., 2024. The foundations of the nature of science as a tool for teaching and learning scientific concepts. *International Journal of Science and Research Archive*. 13(01), 113-120.

- Centurino, V.A.S., & Jones, L.R. (2017) TIMSS 2019 science framework. In I. V. S. Mullis & M. O. Martin (Eds.). *TIMSS 2019 assessment frameworks* (pp. 27–55). International Association for the Evaluation of Educational Achievement.
- Clements, D., & Sarama, J. (2016). Math, science, and technology in the early grades. *The Future of Children*. 26(2), 75-94.
<https://www.jstor.org/stable/43940582>
- College voor Toetsen en Examens (2019). *Toetswijzer bij de centrale eindtoets po wereldoriëntatie*. College voor Toetsen en Examens.
- Curriculum.nu. (2019a). *Leergebied Mens & Natuur, voorstel voor de basis van de herziening van de kerndoelen en eindtermen van de leraren en schoolleiders uit het ontwikkelteam Mens & Natuur*.
<https://curriculum.nu/>
- Curriculum.nu (2019b). *Leergebied Mens & Natuur, Toelichting voorstel Mens & Natuur*. <https://curriculum.nu/>
- Djoyoadhiningrat-Hol, K., Goedegebure, T., & Meijer, M. (2023). *Startnotitie kerndoelen mens en natuur*, SLO.
- Djoyoadhiningrat-Hol, K., & Klein Tank, M. (2022). *Trendanalyse Wetenschap & Technologie. Ontwikkelingen en uitdagingen bij Wetenschap & Technologie in het basisonderwijs*. SLO.
- Embrechts, A., Jansen, P., & Wolter, H. (2020). *Basiskennis natuur en techniek*. Noordhoff.
- Endendijk, J.J., Portengen, C.M. (2022). Children's Views About Their Future Career and Family Involvement: Associations With Children's Gender Schemas and Parents' Involvement in Work and Family Roles. *Front. Psychol.* 12:789764. doi: 10.3389/fpsyg.2021.789764
- Furtak, E.M., Seidel, T., Iverson, H., & Briggs, D.C. (2012). *Experimental and Quasi-Experimental Studies of Inquiry-Based Science Teaching: A Meta-Analysis*. Review of Educational Research.
- Goggins, M. A. Haas, S. Grapin, R. Januszyk, L. Llosa & O. Lee (2021). *Broadening access to science: crosscutting concepts as resources in the next generation science standards classroom*. In Nordine, J., & Okhee, L. (eds) *Crosscutting concepts : strengthening science and engineering learning*, NSTA. p. 43-62
- Gresnigt, R., Taconis, R., Keulen, H. van, Gravemeijer, K. & Baartman, L. (2014). Promoting science and technology in primary education: a review of integrated curricula. *Studies in Science Education*. 50(1), 47-84.
<https://doi.org/10.1080/03057267.2013.877694>
- Gupta, J. et al. (2023). Earth system justice needed to identify and live within Earth system boundaries. *Nature Sustainability*. 6(6).
<https://doi.org/10.1038/s41893-023-01064-1>
- Hajer, M. & Meestringa, T. (2015). *Handboek taalgericht vakonderwijs*. Uitgeverij Coutinho.

- Harlen, W. (2015). *Working with big ideas of science education*. The Science Education Programme (SEP) of IAP.
- Herranen, J. & Aksela, M. (2019): *Student-question-based inquiry in science education*. Studies in Science Education.
<https://doi.org/10.1080/03057267.2019.1658059>
- Meelissen, M., Hamhuis, E., & Weijn, L. (2020). *Leerlingprestaties in de exacte vakken in groep 6 van het basisonderwijs: Resultaten TIMSS-2019*. Universiteit Twente.
- Herranen, J. & Aksela, M. (2019): *Student-question-based inquiry in science education*. Studies in Science Education.
<https://doi.org/10.1080/03057267.2019.1658059>
- Inspectie van het Onderwijs (2017). *Peil.Natuur & Techniek 2015-2016*. Inspectie van het onderwijs.
- Jansen, S. 2022. *Fostering students' meta-modelling knowledge regarding biological concept- process models*. Thesis University Utrecht.
- Krajcik, J. & Reiser, B. (2021). *How crosscutting concepts, disciplinary core ideas, and science and engineering practices work together in the classroom*. In Nordine, J. Okhee, L. (eds) *Crosscutting concepts: strengthening science and engineering learning*, NSTA. p.19-42
- Kuijpers, M. (2003). *Loopbaanontwikkeling. Onderzoek naar 'competenties'*. Twente University Press.
- Kuijpers, M. A. C. T., & Scheerens, J. (2006). Career Competencies for the Modern Career. *Journal of Career Development*, 32(4), 303–319.
<https://doi.org/10.1177/0894845305283006>
- Meelissen, M., Hamhuis E., & Weijn L. (2020), *Leerlingprestaties in de exacte vakken in groep 6 van het basisonderwijs. Resultaten TIMSS-2019*. Universiteit Twente. <https://doi.org/10.3990/1.9789036551090>
- Meelissen, M., & Punter, R. A. (2016). *Twintig jaar TIMSS: Ontwikkelingen in leerlingprestaties in de exacte vakken in het basisonderwijs 1995-2015*. University of Twente.
- Ministerie van OCW. (2023). *Ontwikkeling conceptkerndoelen voor de leergebieden mens en maatschappij, mens en natuur, kunst en cultuur, bewegen en sport en moderne vreemde talen voor het primair onderwijs en de onderbouw van het voortgezet onderwijs. Opdracht aan SLO*. Ministerie van OCW.
- National Research Council. (2012). *A Framework for K-12 Science Education: Practices, Crosscutting Concepts, and Core Ideas*. Committee on a Conceptual Framework for New K-12 Science Education Standards. Board on Science Education, Division of Behavioral and Social Sciences and Education. Washington, DC: The National Academies Press.
- NGSS Lead States. (2013). *Next Generation Science Standards: For States, By States*. Washington, DC: The National Academies Press. National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine. 2013. Next Generation Science Standards: For States, By States. Washington, DC: The National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/18290>

- OECD. (2023). *PISA 2025 Science Framework*. OECD Publishing.
- Osborne, J., & Dillon, J. (2008). *Science education in Europe: Critical reflections*. The Nuffield Foundation.
- Ottevanger, W., Oorschot, F., Spek, W., Boerwinkel, D.J., Eijkelhof, H., De Vries, M., Van der Hoeven, M., & Kuiper, W. (2014). *Kennisbasis natuurwetenschappen en technologie voor de onderbouw vo: een richtinggevend leerplankader*. SLO.
- Platform Talent voor Technologie, (2020). *Wat doen basisscholen aan wetenschap en techniek? Enquête in het primair Onderwijs*. 2020. Platform Talent voor Technologie.
- Richardson, K. et al., (2023). *Earth beyond six of nine planetary boundaries*. Science Advance. 9, eadh2458.
- Rittel, Horst W. J., & Webber, Melvin M. (1973). *Dilemmas in a General Theory of Planning* (PDF). Policy Sciences. 4: 155–169.
<https://doi.org/10.1007/BF01405730>
- Rivet, A.E., Weiser, G., Lyu, X., Li, Y. & Rojas-Perilla, D. (2016). *What are crosscutting concepts in science? Four metaphorical perspectives*. ICLS proceedings. Teachers College, Columbia University
- Robertson, J. (2023). *Natuurlijk, buiten leren! Een praktische leidraad voor buitenonderwijs*. Bazalt Groep Educatieve Uitgeverij.
- SLO. (2022). *Verdeling van ontwerpruimte voor ontwikkeling van kerndoelen*.
<https://www.slo.nl/@21495/kader-ontwerpruimte-kerndoelen/>
- SLO. (2024). *Advies implementatie kerndoelen*. SLO
<https://www.slo.nl/@23909/advies-implementatie-kerndoelen/>
- Snow, C. E. (2010). Academic language and the challenge of reading for learning about science. *Science*. 328, 450-452.
<https://doi.org/10.1126/science.1182597>
- Sol, Y. & Visser. A. (2023). *Vaardigheden in het landelijke curriculum*. SLO.
<https://www.slo.nl/@22223/vaardigheden-landelijke-curriculum/>
- Ummels, M., Gelauff, M., Van Joolingen, W., & Knippels, M. C. (2021) *Reviewstudie 'Mens en Natuur'*. Universiteit Utrecht.
- Unesco. (1970). *Source book for science teaching* (2e editie, 23e druk). Unesco
- Uum, M., Verhoeff, R. & M. Peeters (2016). *Inquiry-based science education: towards a pedagogical framework for primary teachers*. International journal of science education. 38(3), p. 450-469.
- Van der Laan, A. (2023). *Leerlingparticipatie in het kader van kerndoelen: bevindingen rekenen en wiskunde*. SLO.
- Van der Molen, J.W., Van Aalderen-Smeets, S., Groot Koerkamp, E., Venneman, G., Grol, M. (2013). *Meer ruimte voor verwondering*. JSW. Zwijssen
- Van Dijk, G., Van Graft, M., 't Hart, J., Slangen, L., Sijbers, J., De Vries, M. (2017) *Technologie in de leergebieden*. <https://curriculum.nu>
- Van Graft, M., & Klein Tank, M. (2018). *Wetenschap & technologie in het basis- en speciaal onderwijs. Een richtinggevend leerplankader bij het leergebied Oriëntatie op jezelf en de wereld*. SLO.

- Velthorst, G., Oosterheert, I., Brouwer, N., KWTG. (2011). *Onderzoekend leren: de nieuwsgierigheid voorbij*. Tijdschrift voor lerarenopleiders. VELON
- Werkgroep Referentiekaders Ruimte en Tijd (2022). *Eindadvies referentiekaders Ruimte en Tijd*. SLO.
- Wiek, A., Withycombe, L., & Redman, C.L., 2011. Key competencies in sustainability: a reference framework for academic program development. *Sustainability Science*. 6(2):203– 218.
- Zanten, v. M., Van Graft, M., & Van Leeuwen, B. (2017). *Leerplankundige verkenning van TIMSS trends: Rekenen-wiskunde en natuurwetenschappen*. SLO.

5. Bijlagen

Bijlage 1. Samenstelling kerndoelenteam

Het kerndoelenteam bestaat uit een procesregisseur, leraren, vakexperts en curriculumexperts.

Procesregisseur

De procesregisseur begeleidt het kerndoelenteam en het proces om te komen tot conceptkerndoelen. Het is belangrijk dat verschillende belangen en perspectieven worden gehoord en worden meegenomen in deze actualisatie.

Procesregisseur

Ton Roelofs

Leraren po en vo

De leraren zijn afkomstig uit het po en de onderbouw vo. Zij zijn essentiële deelnemers van het kerndoelenteam, omdat ze dagelijks werken in de onderwijspraktijk.

Leraren po

Anja van Hirtum

Corine Noordink

Manon Nieuwenkamp

Lennard van den Akker

Patricia Jansen

Leraren vo

Diana Krouwel

Margreet van Gelderen

Senaida Bron-Sambo

Vakexperts po en vo

Vakexperts po en onderbouw vo zijn betrokken vanwege hun kennis over het leergebied. Zij zijn lerarenopleider, vakdidacticus of wetenschapper en brengen kennis mee over de uitvoering van het leergebied in de praktijk en over (praktijkgericht) onderzoek.

Vakexperts po

Anika Embrechts

Christine Dirkse

Peter Blom

Vakexperts vo

Nienke Nijhof

Tim Favier

Vincent de Munck

Curriculumexperts po en vo

De curriculumexperts hebben curriculaire en vakinhoudelijke expertise en zijn verantwoordelijk voor het schrijven van de conceptkerndoelen.

Curriculumexpert po

Eveline Otter

Robbert Blanken

Curriculumexpert vo

Marijn Meijer

Thijs Goedegebure

Bijlage 2. Samenstelling advieskring

- Nederlandse Vereniging voor het Onderwijs in de Natuurwetenschappen (NVON)
 - Stichting Technasium
 - Koninklijk Instituut Van Ingenieurs (KIVI)
 - Nederlandse Natuurkundige Vereniging (NNV)
 - Nederlands Instituut voor Biologie (NIBI)
 - Koninklijk Nederlands Aardrijkskundig Genootschap (KNAG)
 - Gemeenten voor duurzame ontwikkeling (GDO)
 - Pabonetwerk Natuur & Techniek
 - Soa Aids Nederland
 - Trimbos-instituut
 - Voedingscentrum
 - Gezonde school
- Ed van den Berg (po)
Jan Jaap Wietsma (vo)
Ria Sluiter
Ferdinand van Kampen
Bernadette Kruijver
Tycho Malmberg
- Marijn Hoogerbrugge
Anna Vanderveen
Erwin Groenenberg
- Marloes Kleinjan
Gijs Kurth
Marjolein Biermans

Bijlage 3. Geraadpleegde experts

In de ontwikkelfase zijn er een aantal experts geraadpleegd. Er is gebruik gemaakt van inzichten van bij de bovenbouw geraadpleegde experts Wouter van Joolingen (UU) en Gerald van Dijk (HU). Via teamleden zijn er aardrijkkunde-didactici (UU) geraadpleegd. Via de advieskring heeft o.a. Jos Marell een zinvolle bijdrage geleverd aan karakteristiek, raamwerk en kerndoelen.

Daarnaast hebben kerndoelteamleden in de ontwikkelfase op individuele basis gesprekken gevoerd met verschillende vakexperts en collega's. Deze gesprekken hadden een informeel karakter en dienden om ideeën en denkrichtingen van het kerndoelenteam te toetsen.

In de fase van beproeven zal er een consultatieronde georganiseerd worden met door het ontwikkelteam aangedragen experts.



Als landelijk expertisecentrum richt SLO zich op de ontwikkeling van het curriculum in het primair, speciaal en voortgezet onderwijs in Nederland. We werken met het onderwijsveld aan de doelen, kaders en instrumenten waarmee scholen hun opdracht vanuit een eigen visie kunnen vervullen.

We brengen praktijk, beleid, maatschappelijke ontwikkelingen en onderzoek samen en stellen onze expertise beschikbaar aan onderwijs en overheid, bijvoorbeeld in de vorm van leerplannen, tools, voorbeeldlesmaterialen, conferenties en rapporten.