Toelichtingsdocument

definitieve conceptexamenprogramma's Onderzoek en Ontwerpen (O&O) havo-vwo

November 2026

Verantwoording

2026 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
Marijn Meijer en Maartje Brouwers-Meeuwis

Informatie
SLO
Postbus 502, 3800 AM Amersfoort
Telefoon (033) 4840 840
Internet: www.slo.nl
E-mail: info@slo.nl

AN 3.8055.068

Inhoudsopgave

1 Inleiding 5
Functie van de examenprogramma's 5
Uitwerking van de examenprogramma's 7
Beproeven met scholen 8
Kwaliteit van onderwijs in de school 8

2 Inhoudelijke toelichting 9
2.1 Vakspecifieke uitdagingen actualisatie examenprogramma's 9
2.2 Toelichting op de examenprogramma's 10
2.2.1 Toelichting op karakteristiek en raamwerk 10
2.2.2 Keuzes in inhoud 12
2.2.3 Doorlopende leerlijn onderbouw-bovenbouw vo 15
2.2.4 Doorstroom naar vervolgonderwijs 16
2.2.5 Aandacht voor doeldomeinen 17
2.2.6 Samenhang tussen vakken 18
2.3 Toelichting op de eindtermen 19
2.3.1 Differentiatie tussen de schoolsoorten 20
2.3.2 Aandacht voor beheersing en ervaringen 20
2.3.3 Aandacht voor kennis en vaardigheden 20
2.3.4 Aandacht voor geletterdheid 22
2.3.5 Aandacht voor digitale geletterdheid 22
2.3.6 Aandacht voor burgerschap 22
2.3.7 Aandacht voor diversiteit en inclusiviteit 22
2.3.8 Aandacht voor loopbaanontwikkeling 23

3. Proces 25
3.1 Betrokkenen tijdens de ontwikkelfase 25
3.1.1 Vakvernieuwingscommissie, advieskring en experts 25
3.1.2 Leerlingbetrokkenheid 26
3.1.3 Kwaliteitsmonitoring, expertpoule en inhoudelijke redactie 27
3.1.4 Gerealiseerde opbrengsten 28
3.2 Fase van beproeven 28
3.2.1 Doelstellingen en aanpak beproeven 29
3.2.2 Werving scholen 30
3.2.3 Beproefde inhouden 30
3.2.4 Materiaalontwikkelaars 32
3.2.5 Opzet beproeven 32

3.3 Komen tot definitieve programma's 34
3.3.1 Syllabi van de vakken biologie, natuurkunde en scheikunde 35
3.3.2 Belangrijkste aanpassingen vanuit beproeven 35

4 Vervolg en adviezen 40
4.1 Tijdslijnen 40
4.2 Handreikingen 40
4.3 Naar een succesvolle implementatie 41
4.3.1 Inleiding 41
4.3.2 Structureel 42
4.3.3 Menselijk 44
4.3.4 Materieel 47

5 Referenties 49

Bijlagen 51
1 Samenstelling vakvernieuwingscommissie 51
2 Samenstelling advieskring 52
3 Geraadpleegde vakexperts 52
4 Materiaalontwikkelaars O&O 52
5 Beschrijving handelingswerkwoorden 53
6 Differentiatie havo en vwo O&O 56

1 Inleiding

Wat moeten leerlingen kennen, kunnen en ervaren om – nu en later als volwassene – actief en volwaardig mee te kunnen doen in de samenleving? Dat vraagt om een doorlopend debat over wat waard is om te leren. De afspraken die daaruit voortkomen, leggen we vast in het landelijk curriculum. Voor de bovenbouw van het voortgezet onderwijs (vo) en het voortgezet speciaal onderwijs (vso) bestaat het landelijk curriculum uit examenprogramma's per vak per schoolsoort/leerweg en het Referentiekader Taal en Rekenen.

In deze publicatie presenteren we de definitieve conceptexamenprogramma's Onderzoek & Ontwerpen (versie 2026), vanaf hier examenprogramma's O&O genoemd. Het ministerie van OCW gaf SLO in oktober 2021 opdracht om de examenprogramma's te actualiseren voor de vakken Nederlands, moderne vreemde talen, maatschappijleer, wiskunde havo-vwo en de natuurwetenschappelijke vakken. In de zomer van 2022 startten de vakvernieuwingscommissies voor bovengenoemde vakken. In januari 2023 startte ook de actualisatie van de examenprogramma's klassieke talen en Friese taal en cultuur, vanwege de verwantschap met Nederlands en moderne vreemde talen. De actualisatie betreft de examenprogramma's voor het vmbo, havo en vwo. In de zomer van 2024 startten ook de vakvernieuwingscommissies voor bewegen en sport, kunst en cultuur en de mens en maatschappijvakken, en in de zomer van 2025 die van informatica en maatschappijkunde- en wetenschappen.

Functie van de examenprogramma's

In de bovenbouw vo doen leerlingen eindexamen ter afsluiting van hun onderwijs aan het vmbo, havo of vwo. Leerlingen doen examen in meerdere vakken en programmaonderdelen. Voor elk vak beschrijven de examenprogramma's in zogenoemde eindtermen wat er aan het einde van het vo bereikt moet zijn om het vak met succes af te ronden.

De huidige generatie examenprogramma's is globaal geformuleerd en biedt weinig houvast aan leraren, schoolleiders en andere direct betrokkenen. Er is een wens tot een concreter beschreven curriculum, meer samenhang, het terugdringen van overladenheid en het versterken van doorlopende leerlijnen. Daarnaast zijn er onderwijskundige, vakspecifieke en maatschappelijke ontwikkelingen die vragen om een actualisatie van de examenprogramma's.

De nieuwe generatie examenprogramma's is concreter geformuleerd. De eindtermen beschrijven doelstellingen om ervaringen op te doen en de kennis en vaardigheden die leerlingen aan het einde van de bovenbouw vo minimaal bereikt moeten hebben. In tegenstelling tot de huidige examenprogramma's gaat het hierbij om zowel beheersings- als ervaringsdoelen.

Examenprogramma's bevatten:

- een karakteristiek die de bedoeling en de positie van het vak in de bovenbouw vo beschrijft;
- een set van eindtermen bestaande uit een doelzin en een uitwerking, geordend in (sub)domeinen;
- voor vakken met een centraal en schoolexamen: de verdeling van inhouden over het centraal examen en het schoolexamen;
- een begrippenlijst met belangrijke vakspecifieke begrippen.

Examenprogramma's gelden als de wettelijke opdracht voor elke school in de bovenbouw vo, zoals vastgesteld door de overheid. Ze dragen bij aan een breed, inclusief en gevarieerd curriculum. Ze geven richting en bieden kaders voor verdere uitwerking in onderwijs- en toetsprogramma's. De examenprogramma's zijn zo opgebouwd en geformuleerd dat leraren, schoolleiders en bestuurders ruimte behouden voor een eigen schoolvisie en zelf accenten kunnen leggen op basis van de leerlingpopulatie of identiteit. Examenprogramma's fungeren daarmee – net als kerndoelen – als instrument voor curriculum- en onderwijsontwikkeling. Ze zijn onderdeel van de eigen kwaliteitszorg van scholen.

Geactualiseerde examenprogramma's hebben op hoofdlijnen drie kenmerken:

- **Een ambitieus curriculum**
  Een ambitieus curriculum legt de basis voor rijk onderwijs aan alle leerlingen en vergroot gelijke kansen voor leerlingen. Dit krijgt in de examenprogramma's vorm door de keuze van inhouden, de perspectieven op die inhouden en de formulering ervan. Ook wordt recht gedaan aan de diversiteit in de samenleving. Voor elke schoolsoort en leerweg ligt de lat hoog, passend bij de betreffende schoolsoort/leerweg en zonder verschillen tussen leerlingen uit het oog te verliezen. Afstemming vanuit de onderbouw vo en met het vervolgonderwijs is een belangrijk uitgangspunt, alsook de afstemming tussen schoolsoorten en leerwegen.

- **Een betekenisvol curriculum**
  Betekenisvol onderwijs betekent dat het onderwijs een brede opdracht heeft. De examenprogramma's weerspiegelen dat de inhouden gericht zijn op kwalificatie, socialisatie en persoonsvorming. Geactualiseerde examenprogramma's bestaan uit doelstellingen die kennis, vaardigheden en het opdoen van ervaringen beschrijven. De examenprogramma's bevatten beheersings- en ervaringsdoelen en zijn zo beschreven dat de samenhang binnen de programma's duidelijk zichtbaar is. De vakdoorsnijdende inhouden geletterdheid, gecijferdheid, burgerschap, digitale geletterdheid en loopbaanoriëntatie zijn hierbij logisch met vakinhouden verbonden.

- **Een examineerbaar curriculum**
  Een goede afstemming tussen doelen, onderwijs, toetsing en examinering is cruciaal. De examenprogramma's doen zoveel mogelijk recht aan de eigenstandige, gelijkwaardige en complementaire positie van zowel schoolexamen (SE) als centraal examen (CE) in de diplomabeslissing. De wijze van examinering past bij de bedoeling en inhouden van de examenprogramma's.

Uitwerking van de examenprogramma's

De eindtermen zijn concreet geformuleerd, zodat duidelijk is omschreven wat iedere leerling aan het einde van de bovenbouw vo moet kennen en kunnen. Dit geldt zowel voor de eindtermen die aan het schoolexamen als voor die die aan het centraal examen zijn toegewezen. Ze bevatten een bondige doelzin die begint met 'De leerling'. Vervolgens bevatten ze een uitwerking die begint met: 'Het gaat hierbij om'.

Door beter te omschrijven wat wordt verwacht, ontstaat een beter beeld van wat binnen een vak moet worden aangeboden en beheerst, en van de totale onderwijsopdracht. Tegelijkertijd zijn de eindtermen niet te gedetailleerd geformuleerd. Zo bieden ze nog steeds de ruimte voor hoge(re) ambities en keuzes van scholen.

De examenprogramma's zijn voor het vmbo, havo en vwo gelijktijdig ontwikkeld, beproefd en vastgesteld. Daarmee wordt een soepele overstap tussen schoolsoorten en leerwegen gefaciliteerd. Bij de uitwerking is kritisch bekeken in hoeverre inhouden in alle schoolsoorten en leerwegen passend zijn voor de leerlingen. Ook is bekeken in hoeverre ze aansluiten bij wat nodig is voor verschillende uitstroomrichtingen in het vervolgonderwijs.

Doordat ook de kerndoelen onderbouw vo zijn geactualiseerd, is er gewerkt aan een doorlopende leerlijn van de onderbouw vo naar de bovenbouw vo. Hierbij zijn zowel de inhouden, de wijze van formuleren als de terminologie zoveel mogelijk op elkaar afgestemd.

Beproeven met scholen

In het schooljaar 2025-2026 zijn de conceptexamenprogramma's op acht scholen met leerlingen, leraren en schoolleiders beproefd op bruikbaarheid en (verwachte) uitvoerbaarheid. Op basis van de feedback zijn de conceptexamenprogramma's opnieuw bijgesteld. Dit heeft geleid tot de definitieve examenprogramma's. Daarnaast zijn randvoorwaarden voor implementatie in kaart gebracht met leraren en schoolleiders.

Kwaliteit van onderwijs in de school

Geactualiseerde examenprogramma's zijn een belangrijke voorwaarde, maar ze zijn geen garantie op goed onderwijs en valide toetsing en examinering. De werkelijke kwaliteit van het onderwijs ontstaat in de school en in de klas. Het is van essentieel belang om, vanuit een heldere visie, een goede vertaalslag van het curriculum naar passende onderwijsactiviteiten, didactiek, toetsing en examinering te maken. De rol van leraren, schoolleiders en andere betrokkenen in de school is hierbij cruciaal. Didactiek, leermiddelen en toetsen zijn instrumenten in handen van leraren, die deze met kennis van zaken in de praktijk toepassen. Een sterk curriculum krijgt verdieping door de pedagogische en didactische kwaliteiten van leraren. Zij weten waar hun leerlingen staan, wat zij nodig hebben om de leerdoelen te bereiken en welke aanpak effectief is.

Om schoolteams daarin te ondersteunen, zijn, naast examenprogramma's en syllabi, ook adequate handreikingen nodig voor de vertaling naar onderwijs- en toetsprogramma's en voorbeeldexamens. Deze zijn weliswaar niet wettelijk vastgelegd, maar bieden wel het passende concretiseringsniveau voor een vertaling naar en uitwerking van het landelijk curriculum. Dit is niet alleen belangrijk voor leraren en schoolleiders, maar ook voor educatieve uitgeverijen, toetsontwikkelaars en andere onderwijsprofessionals.

2 Inhoudelijke toelichting

In dit hoofdstuk geven we een toelichting op de inhoudelijke keuzes die ten grondslag liggen aan de examenprogramma's O&O. De toelichting is opgebouwd op basis van de onderdelen waaruit een examenprogramma bestaat: de karakteristiek, het raamwerk, de eindtermen en de begrippenlijst. In de inleiding van het examenprogramma staat een leeswijzer met de belangrijkste aandachtspunten.

2.1 Vakspecifieke uitdagingen actualisatie examenprogramma's

Bij de start van de actualisatie zijn diverse maatschappelijke en curriculaire uitdagingen voor O&O geformuleerd in een startnotitie (Sijbers & Woldhuis, 2021).

Maatschappelijke uitdagingen voor de natuurwetenschappelijke vakken:

- De wereld om ons heen verandert door digitalisering snel, en de rol van techniek en technologie wordt steeds groter. In deze veranderende wereld is het belangrijk onderscheid te kunnen maken tussen wetenschappelijke en niet-wetenschappelijke kennis. Ook is het belangrijk om met kennis van zaken om te gaan met techniek en technologie.
- De grenzen tussen de traditionele disciplines biologie, natuurkunde en scheikunde vervagen steeds verder, zowel in wetenschappelijke als in meer toegepaste beroepscontexten.
- Diversiteit en kansengelijkheid zijn in de techniek en de natuurwetenschap nog niet goed genoeg. Jongens en meisjes, maar ook leerlingen van verschillende sociaal-etnische achtergronden, hebben nog steeds aanzienlijk verschillende kansen en maken nog steeds aanzienlijk verschillende keuzes.

Curriculaire uitdagingen voor de natuurwetenschappelijke vakken:

- Hoe versterken we de samenhang binnen en tussen de natuurwetenschappelijke vakken? En hoe behouden we het eigene van alle vakken en schoolsoorten?
- Hoe kunnen we loopbaanontwikkeling (LOB) nadrukkelijker met vakspecifieke inhouden verbinden?

Curriculaire uitdagingen voor O&O:

- Hoe kunnen we O&O beter positioneren als bètavak?
- Hoe kan O&O beter aansluiten bij het vervolgonderwijs?

Aandachtspunt
Er is behoefte aan een duidelijkere differentiatie tussen de havo- en vwo-programma's. Hierbij vraagt met name de overladenheid van het huidige havo-programma om aandacht.

2.2 Toelichting op de examenprogramma's

De examenprogramma's O&O beginnen met een karakteristiek waarin de bedoeling van en kenmerken van het vak beschreven staan. De karakteristiek is het fundament onder de inhouden, beschreven in eindtermen die zijn geordend in (sub)domeinen. In dit hoofdstuk lees je de verantwoording voor de gemaakte keuzes.

2.2.1 Toelichting op karakteristiek en raamwerk

Wat is een karakteristiek?
Een karakteristiek is een bondige tekst, waarin op hoofdlijnen staat waar het vak over gaat. De karakteristiek weerspiegelt de inhoudelijke keuzes voor de eindtermen, geordend in het raamwerk.

Hoe is de karakteristiek voor O&O *opgebouwd?*
De karakteristiek bestaat uit vijf delen:

- *Kenmerken van natuurwetenschappen en technologie*
  Dit deel beschrijft wat de bedoeling is van natuurwetenschappen en technologie en wat beide karakteriseert en gemeenschappelijk hebben. Dit deel is voor alle natuurwetenschappelijke schoolvakken identiek.
- *Natuurwetenschappen en technologie in de schoolvakken*
  Hier staat beschreven wat het cluster van natuurwetenschappelijke vakken kenmerkt. Het beschrijft hoe de drie doeldomeinen kwalificatie, socialisatie en persoonsvorming een plek krijgen binnen deze vakken, en hoe geletterdheid, wiskunde en digitale geletterdheid zich verhouden tot de natuurwetenschappelijke vakken. Dit deel van de karakteristiek is voor alle natuurwetenschappelijke vakken identiek.
- *Kenmerken van het schoolvak O&O*
  In dit deel staat wat het vak kenmerkt en wat leerlingen leren bij O&O. Hierbij is werken in projecten aan levensechte opdrachten kenmerkend.
- *O&O als schoolvak*
  Hier staat de positie van het vak in de bovenbouw vo beschreven. Hierbij is ook aandacht voor hoe het vak voortbouwt op de onderbouw en hoe het vak wordt afgesloten.
- *O&O in de schoolsoorten*
  In dit deel van de karakteristiek staat beschreven wat bij het vak O&O de belangrijkste overeenkomsten en verschillen zijn tussen havo en vwo.

Kern van het vak en de vernieuwing
De bedoeling van het vak O&O is om leerlingen de kans te bieden om zowel onderzoeks- als ontwerpvaardigheden te ontwikkelen die gerelateerd zijn aan natuurwetenschappen en technologie. Hierbij werken ze tegelijkertijd aan hun persoonlijke ontwikkeling. Daartoe werken leerlingen samen met externe opdrachtgevers in zogenoemde levensechte projecten.

Een belangrijke vernieuwing van O&O is dat de verwantschap met de andere natuurwetenschappelijke vakken explicieter zichtbaar is gemaakt. Dit komt onder andere tot uiting in de aandacht voor gemeenschappelijke denk- en werkwijzen, geïnspireerd op de Next Generation Science Standards (NGSS; National Research Council, 2013). Daarnaast is het domein *Aard van natuurwetenschappen en technologie* opgenomen. Hierin ontwikkelen leerlingen het vermogen om de waarde, betekenis en betrouwbaarheid van uitspraken over natuurwetenschappen en technologie kritisch te beoordelen.
Op zowel het havo als het vwo staat het werken aan levensechte projecten vanuit onderzoeken en ontwerpen centraal. Tegelijkertijd is de differentiatie tussen beide schoolsoorten versterkt. Deze komt onder andere tot uiting in de samenwerking met de opdrachtgever en de complexiteit van de projecten. Ook het onderscheid in verplichte en keuzeonderdelen binnen de denk- en werkwijzen draagt bij aan een duidelijker verschil tussen het havo en het vwo.

Wat is een raamwerk?
Welke inhouden moeten een plek krijgen in de examenprogramma's van het schoolvak O&O? En hoe worden die inhouden precies geordend? Om dit inzichtelijk te maken, ontwikkelde de vakvernieuwingscommissie een raamwerk. Dit geeft schematisch weer hoe de inhouden onderverdeeld worden in domeinen en subdomeinen, waaronder eventuele keuzedomeinen.

Het doel van het raamwerk is de inhouden binnen de examenprogramma's te structureren. De raamwerken zorgen voor consistentie in structuur: binnen het vak zelf, tussen schoolsoorten en tussen verwante vakken. Hierdoor ontstaat een gezamenlijke architectuur voor de examenprogramma's van alle vakken en schoolsoorten.

Hoe is het raamwerk voor O&O opgebouwd?
Het raamwerk bevat zes domeinen die in alle examenprogramma's van de natuurwetenschappelijke vakken voorkomen. De raamwerken voor het havo en het vwo zijn identiek. De eindtermen binnen de domeinen A, C, D en E zijn voor alle natuurwetenschappelijke vakken zo goed als hetzelfde. Hieronder vind je het raamwerk van O&O voor beide schoolsoorten, geordend in domeinen en (keuze)subdomeinen.

Domeinindeling	Titel (sub)domein
Domein A	**Aard van natuurwetenschappen en technologie**
Domein B	**Vraagstukken**
Domein C	**Zelfontwikkeling**
Domein D	**Werkwijzen**
Subdomein D1	Werkwijzen kern
Subdomein D2	Werkwijzen keuze
Domein E	**Denkwijzen**
Subdomein E1	Denkwijzen kern
Subdomein E2	Denkwijzen keuze
Domein F	**Concepten**

2.2.2 Keuzes in inhoud

In deze paragraaf lopen we de verschillende domeinen langs en benoemen we de voornaamste aandachtspunten en gemaakte keuzes. Daarnaast komen ook de voornaamste verschillen met de huidige examenprogramma's aan bod.

Aard van natuurwetenschappen en technologie



Het domein *Aard van natuurwetenschappen en technologie* is algemeen vormend van karakter. Het heeft vooral als doel om leerlingen bewust te maken van de waarde van natuurwetenschap en technologie, en hoe deze gebaseerd is op de gevolgde methodes (Driver et al., 1996; Bell et al., 2012). Daarnaast worden leerlingen zich ook bewust van de grenzen van deze vakgebieden, en van de rol die mens en maatschappij spelen bij de totstandkoming van wetenschappelijke kennis en technologieën (Barak et al., 2022; Dillon & Osborne, 2010). Bij O&O bevat dit domein, net als bij Natuur, Leven en Technologie (NLT), twee eindtermen. Beide zijn ervaringseindtermen. Door het opnemen van het domein *Aard van natuurwetenschappen en technologie* in het raamwerk van alle natuurwetenschappelijke vakken leren de leerlingen hoe wetenschappelijke kennis tot stand komt en kunnen deze onderscheiden van andersoortige kennis. Dit biedt een antwoord op de curriculaire uitdaging om tegemoet te komen aan toenemende technologisering van de maatschappij.

Vraagstukken



Vraagstukken zijn grotere, overkoepelende clusters van vragen, waarbij natuurwetenschappelijke en technologische kennis nodig is om ze te beantwoorden. Binnen het domein *Vraagstukken* gebruiken leerlingen relevante inhouden uit de andere domeinen. Bij O&O bevat dit domein één eindterm waarin de leerling een verband legt tussen het eigen project en vraagstukken die spelen in de samenleving. De externe opdrachtgever, die

relevant is in elk O&O-project, wordt genoemd in een eindterm in het domein *Werkwijzen*.

Zelfontwikkeling



Binnen het domein *Zelfontwikkeling* hebben loopbaanontwikkeling, samenwerken en zelfregulatie een plek gekregen (Sol & Visser, 2023). Bij *Zelfontwikkeling* gaat het erom dat leerlingen de overkoepelende vraag beantwoorden: 'Wie ben ik?' Deze vraag wordt geoperationaliseerd in de vragen: 'Wat kan ik?', 'Wat wil ik?' en 'Wat doe ik?' De antwoorden op deze vragen staan niet objectief vast, maar zijn persoonlijk. Ze kunnen in de loop van de tijd veranderen, onder andere door opgedane ervaringen in en buiten de school. Dit domein bij O&O is identiek aan die bij de andere natuurwetenschappelijke vakken. Door het opnemen van een specifieke eindterm over loopbaanontwikkeling binnen de natuurwetenschappelijke vakken, dragen ervaringen opgedaan binnen deze vakken bij aan de loopbaanontwikkeling van leerlingen. Hiermee is tegemoet gekomen aan één van de curriculaire uitdagingen voor de natuurwetenschappelijke vakken.

Werkwijzen



In het domein *Werkwijzen* zijn de vaardigheden opgenomen die leerlingen moeten beheersen om onderzoek te kunnen doen, technische producten te kunnen ontwerpen en maken, of om natuurwetenschappelijke situaties te kunnen analyseren. Bij de indeling van de *Werkwijzen* is ervoor gekozen om voor alle natuurwetenschappelijke vakken grotendeels de *practices* van de NGSS (National Research Council, 2013) te hanteren. Binnen O&O zijn onderzoeken en ontwerpen als afzonderlijke werkwijzen opgenomen. Het domein *Werkwijzen* wijkt deels af van het domein bij de andere natuurwetenschappelijke vakken. Zo is een extra eindterm opgenomen: communicatie met een opdrachtgever en expert. Daarnaast wordt het voorbereiden en uitvoeren gecombineerd in één eindterm voor zowel het ontwerpen als onderzoeken. Daarmee sluit het domein aan bij de specifieke kenmerken van O&O. Verder is er ruimte voor keuze: niet ieder project leent zich ervoor om alle werkwijzen aan bod te laten komen. Scholen kunnen daarom, afhankelijk van de aard van het project, gericht kiezen welke werkwijzen worden gekoppeld aan een project.

Denkwijzen



Het domein *Denkwijzen* beschrijft de karakteristieke manier waarop natuurwetenschappers en technologen denken en naar vraagstukken of problemen kijken om deze te analyseren of op te lossen. De denkwijzen zijn gebaseerd op de *cross cutting concepts* van de NGSS (National Research Council, 2013). Deze zijn in Nederland al eerder geïntroduceerd via de

kennisbasis onderbouw (Ottevanger et al., 2014) en hadden ook een plek in Curriculum.nu (Curriculum.nu, 2019).

Denkwijzen kunnen volgens Rivet et al. (2016) vier functies hebben:

- Denkwijzen kunnen een *lens* zijn waardoor een leerling naar een situatie kijkt. Het is een manier van kijken die bepaalde natuurwetenschappelijk relevante aspecten van een situatie belicht (en andere juist onderbelicht laat).
- Denkwijzen kunnen een *gereedschap* vormen dat leerlingen in staat stelt om hun kennis en begrip te vergroten.
- Denkwijzen kunnen een *brug* zijn tussen verschillende situaties en onderwerpen, zowel binnen één schoolvak als ertussen.
- Denkwijzen zijn de *spelregels* voor het 'spel' van kennis vergaren en gebruiken, zowel in de klas als bij onderzoek, bij techniek en op andere plekken waar de natuurvakken een belangrijke rol spelen.

In de praktijk lopen deze functies door elkaar. Het beheersen van denkwijzen helpt leerlingen om natuurwetenschappelijke kennis beter te begrijpen en toe te passen. Daarnaast maakt vooral de gereedschapsfunctie van *Denkwijzen* het mogelijk voor leerlingen om, uitgaande van hun eigen kennis en ervaringen, nieuwe kennis op te doen en problemen op te lossen, zowel in de schoolcontext als daarbuiten.

Bij het vak O&O is ervoor gekozen om een aantal denkwijzen als verplicht onderdeel op te nemen en een aantal denkwijzen als keuze. Hierbij geldt hetzelfde als bij het domein *Werkwijzen*: niet ieder project leent zich ervoor om alle denkwijzen aan bod te laten komen. Scholen kunnen daarom, afhankelijk van de aard van het project, gericht kiezen welke denkwijzen worden gekoppeld aan een project. Ook is er een differentiatie tussen havo en vwo in de verplichte denkwijzen.

Concepten



Het domein *Concepten* bevat de vakinhoudelijke kennis van begrippen en hun onderlinge relaties en samenhang.

Voor O&O bevat het domein het inventariseren en gebruiken van vakinhouden die nodig zijn om een project af te ronden. De vakinhouden zijn (meestal) afkomstig uit natuurwetenschappelijke en technologische disciplines. Ten opzichte van de vakken biologie, natuurkunde en scheikunde zijn de concepten bij O&O niet vastgelegd of gespecifieerd, omdat projecten per groep leerlingen en per school kunnen verschillen. Hierdoor is er één eindterm over concepten in het examenprogramma. Daarnaast bevat het domein een voor O&O specifieke eindterm over projectmatig werken.

Vergelijking met het huidige examenprogramma
In het huidige examenprogramma voor O&O (SLO, 2012) is een afzonderlijk domein *Denk- en werkwijzen* (domein B) opgenomen. De denk- en werkwijzen in dit domein hebben een andere focus dan die in het nieuwe concept-examenprogramma. In het huidige programma gaat het om *projectmatig werken, inventiviteit, ondernemendheid* en *kennisgerichtheid*. Deze elementen, evenals de kernkwaliteiten uit domein C, zijn in het nieuwe concept-examenprogramma herkenbaar teruggebracht in de domeinen *Concepten, Werkwijzen* en *Zelfontwikkeling*.

Een belangrijke verandering is het loslaten van de indeling in de zogenoemde bètawerelden. Deze indeling was oorspronkelijk bedoeld als hulpmiddel om verschillende disciplines binnen O&O te ordenen. In het nieuwe concept-examenprogramma is gekozen voor een inhoudelijke positionering die sterker aansluit bij de natuurwetenschappelijke vakken. Met de opname van de domeinen *Aard van natuurwetenschappen en technologie, Denkwijzen* en *Werkwijzen* wordt de verwantschap met de bètavakken explicieter. Tegelijkertijd blijft het eigen karakter van O&O behouden: onderzoeken en ontwerpen en de ontwikkeling van de leerling staan centraal. Hiermee wordt invulling gegeven aan de curriculaire uitdaging om O&O sterker als bètavak te positioneren, zoals benoemd in de *Startnotitie natuurwetenschappelijke vakken* (Sijbers & Woldhuis, 2021).

2.2.3 Doorlopende leerlijn onderbouw-bovenbouw vo

Tegelijk met de actualisatie van de examenprogramma's voor de natuurwetenschappelijke vakken is de ontwikkeling van de kerndoelen voor het po en onderbouw vo gestart. Binnen deze trajecten is de doorlopende leerlijn van het leergebied mens en natuur (MN) in de onderbouw van het vo afgestemd met de natuurwetenschappelijke examenprogramma's. Omdat de onderbouw van het vo geen voorgeschreven schoolvakken heeft, maar alleen voorgeschreven leergebieden, wijkt het raamwerk van de kerndoelen mens en natuur af van de examenprogramma's. Vijf van de zes domeinen van de examenprogramma's (behalve het domein *Concepten*) zijn te herleiden naar kerndoel 29 (SLO, 2025). Het gaat hierbij om de inhouden die door de verschillende disciplines van de natuurwetenschappen en technologie worden gedeeld. De vakspecifieke concepten zijn beschreven in de kerndoelen 30, 31, 32 en 33. Deze krijgen binnen de natuurwetenschappelijke vakken een vervolg in het domein *Concepten*. Zie voor de hele doorgaande lijn van het po naar de examenprogramma's tabel 1.

po/so kerndoelen MN (kerndoel)	vo kerndoelen MN (kerndoel)	Examenprogramma's O&O (domein)
Aard van N&T (29D)	Aard van N&T (29D)	Aard van N&T (A)
Concepten (30, 31 & 32)	Concepten (30, 31, 32 & 33)	Concepten (F)
Denkwijzen (29B)	Denkwijzen (29B)	Denkwijzen (E)
Vraagstukken (29A)	Vraagstukken (29A)	Vraagstukken (B)
Werkwijzen (29C)	Werkwijzen (29C)	Werkwijzen (D)
Loopbaanontwikkeling (29A)	Loopbaanontwikkeling (29A)	Zelfontwikkeling; bevat o.a. loopbaanontwikkeling (C)

Tabel 1. Overzicht van de kerndoelen mens en natuur (MN) en het examenprogramma O&O. Tussen haakjes het kerndoel of domein. De namen van de domeinen uit de examenprogramma's van de bovenbouw en de titels van de kerndoelen zijn weergegeven. Tussen haakjes staat steeds het nummer van het kerndoel of de letter van domein. De letters voor de domeinen komen uit de definitieve versies van de examenprogramma's van O&O.

2.2.4 Doorstroom naar vervolgonderwijs

Voor zowel het havo als het vwo geldt dat leerlingen praktijkgericht onderzoek uitvoeren, waarbij ze natuurwetenschappelijke en technologische kennis en vaardigheden toepassen. De kennis is afkomstig uit de andere natuurwetenschappelijke schoolvakken of uit aangereikte bronnen uit de aan het project verwante disciplines. Ze leren deze kennis te integreren en gebruiken diverse onderzoeks- en ontwerpmethodieken. De kennis moet aansluiten op het onderwijsniveau en is representatief voor de aan natuurwetenschap en technologie gerelateerde vervolgopleidingen.

Bovendien ontwikkelen leerlingen algemene vaardigheden die ze nodig hebben voor het vervolgonderwijs, waaronder samenwerken en een onderzoek (iteratief) opstellen en uitvoeren. Hierbij maken ze kennis met verschillende vervolgopleidingen en werkvelden, waardoor leerlingen een realistisch beeld van de arbeidsmarkt ontwikkelen. De rollen waar leerlingen zich in projecten mee bezighouden, sluiten aan bij de rollen in de toekomstige werkvelden.

De examenprogramma's op het havo en vwo vertonen veel overeenkomsten qua raamwerk, eindtermen en doelzinnen. Het verschil zit hem in de uitwerking wat betreft toenemend abstractieniveau, complexiteit en zelfstandigheid. De verschillen tussen de beide programma's zijn in detail beschreven in 2.3.1.

2.2.5 Aandacht voor doeldomeinen

Het funderend onderwijs heeft een belangrijke functie in het toerusten van leerlingen voor de huidige en toekomstige samenleving. Het beoogt alle leerlingen, ongeacht hun potentie, interesses, ambitie of achtergrond, gelijke kansen te bieden om ervaringen op te doen, kennis, vaardigheden en houdingen te ontwikkelen, en doelen te bereiken. Dit komt tot uitdrukking in drie doeldomeinen waarop het funderend onderwijs is gericht, dus ook in de bovenbouw van het vo: kwalificatie, socialisatie en persoonsvorming (Ağirdağ et al., 2021).

- *Kwalificatie*
  Leerlingen realiseren hun potentieel en kwalificeren zich voor vervolgstudie en beroep.
- *Socialisatie*
  Leerlingen zijn bekend met verschillende culturen en verbinden zich daarmee.
- *Persoonsvorming*
  Leerlingen doen ervaringen op die aanzetten tot nadenken over henzelf als persoon in de wereld.

Deze drie doeldomeinen worden in het onderwijs in onderlinge samenhang gerealiseerd. Het gaat hier om drie werkdefinities van doeldomeinen en nadrukkelijk niet om onderwijskundige definities. De karakteristiek beschrijft in hoofdlijnen hoe de doeldomeinen verweven zijn in de visie op het onderwijs in het vak O&O. De examenprogramma's hebben als doel om op het niveau van (sub)domein of eindterm concreet de verbinding te leggen met de doeldomeinen.

Onderdelen van kwalificatie zijn terug te vinden in de domeinen Werkwijzen, Denkwijzen en Concepten. Het gaat hierbij om het vaardiger worden in het opzetten, uitvoeren en afronden van projecten waarin natuurwetenschappelijke en technologische concepten in combinatie met denk- en werkwijzen worden ingezet. Onderdelen van socialisatie hebben onder andere een plek in Aard van natuurwetenschappen en technologie en in Vraagstukken. Hierbij gaat het over hoe wetenschappers en technologen te werk gaan om tot betrouwbare resultaten te komen, en om de waarde en betekenis van die resultaten voor anderen en jezelf. Onderdelen van persoonsvorming krijgen een plek in Vraagstukken, Werkwijzen en Zelfontwikkeling. Het gaat hierbij om het tegemoetkomen van de wereld door middel van levensechte opdrachten, maar ook om het nadenken over de impact, betekenis en bijdrage aan de samenleving van de eigen projectresultaten van leerlingen. Wanneer zij hierover een mening vormen, draagt dit bij aan hoe leerlingen in de wereld staan en zich ertoe verhouden.

2.2.6 Samenhang tussen vakken

Samenhang tussen de natuurwetenschappelijke vakken
De samenhang binnen de natuurwetenschappelijke vakken is zeer sterk, omdat ze allemaal zes dezelfde domeinen in het raamwerk hebben (figuur 1). Deze zijn al toegelicht in de paragrafen 2.2.1 en 2.2.2. Vooral de domeinen *Aard van natuurwetenschappen en technologie, Zelfontwikkeling* en *Denkwijzen* vertonen veel inhoudelijke overlap tussen en binnen vakken. Tegelijkertijd wordt er binnen deze zes domeinen uitdrukking gegeven aan het vakspecifieke karakter van de verschillende vakken. Door deze samenhang wordt zichtbaar wat de natuurwetenschappelijke en technologische disciplines met elkaar delen: een manier van redeneren en werken. Door dit zichtbaar te maken in de gemeenschappelijke domeinen *Denkwijzen* en *Werkwijzen* wordt gehoor gegeven aan de maatschappelijke uitdaging dat grenzen tussen traditionele disciplines vervagen.

Ondanks de grote, zichtbare samenhang tussen de natuurwetenschappelijke vakken in het raamwerk, blijft het eigene voor O&O behouden: het samenwerken in projecten met een externe opdrachtgever aan zelf geformuleerde opdrachten. Voor O&O is dit sterk zichtbaar in het domein *Werkwijzen*, waarin de samenwerking met de externe opdrachtgever gecombineerd zijn onderzoeks- of ontwerpmethodieken. Hiermee wordt aandacht geschonken aan de curriculaire uitdaging over samenhang tussen de natuurwetenschappelijke vakken met behoud van het vakeigene.



Figuur 1. De zes domeinen van de natuurwetenschappelijke vakken

Samenhang met wiskunde
De aandacht voor gecijferdheid is vooral zichtbaar in de afstemming met wiskunde. Bij vier eindtermen uit het domein *Werkwijzen* is expliciet afstemming gezocht met de examenprogramma's wiskunde natuur voor het havo en vwo. Het gaat om de eindtermen over het gebruiken van rekenkundige bewerkingen en vaardigheden, en keuze uit het verwerken en analyseren van data, het weergeven en interpreteren van verbanden en het modelleren.

2.3 Toelichting op de eindtermen

Wat zijn eindtermen?
Een eindterm is een wettelijk doel, waarin staat beschreven welke ervaringen leerlingen opdoen en welke kennis en vaardigheden ze aan het einde van het voortgezet onderwijs minimaal bereikt moeten hebben.

Bij de eindtermen worden verschillende typen doelen uitgewerkt:

- *Beheersingsdoelen*
  Deze beschrijven de te realiseren leeropbrengsten: minimale streefwaarden met betrekking tot kennis en vaardigheden.
- *Ervaringsdoelen*
  Deze beschrijven welke inspanning van een leerling wordt verwacht met het oog op ervaringen of expressieve reacties.

In de praktijk is er soms ook sprake van een hybride uitwerking van eindtermen: één eindterm bevat zowel een beschrijving van leeropbrengsten als van ervaringen. Het examenprogramma voor O&O kent geen hybride doelen.

Hoe zijn eindtermen opgebouwd?
De eindtermen zijn concreter dan in de huidige examenprogramma's. De eindtermen kennen een vaste opbouw:

- *Doelzin*
  Deze omvat het hele doel en begint altijd met 'De leerling'. De doelzin beschrijft de leerinhoud, de denkactiviteiten en/of het waarneembaar gedrag.
- *Uitwerking*
  Hierin worden de leerinhouden en/of de context verder uitgewerkt. Ook de omstandigheden waarin en de middelen waarmee het leren plaatsvindt, kunnen hierin een plek krijgen. De uitwerking start altijd met 'Het gaat hierbij om'.

Doelzin en uitwerking vormen samen een logisch, consistent en afgebakend geheel.

Naast de doelzinnen en de uitwerkingen zijn bij de meeste eindtermen illustraties uitgewerkt. Deze starten met 'Te denken valt aan'. Omdat alleen de doelzin en de uitwerking een wettelijke status krijgen, moeten de formuleringen daarvan ook zonder de 'Te denken valt aan' te begrijpen zijn. De illustraties zijn voorbeeldmatig van aard en geven inzicht in de lesactiviteiten of probleemstellingen waaraan gedacht kan worden.

2.3.1 Differentiatie tussen de schoolsoorten

De examenprogramma's voor het havo en vwo verschillen op de volgende punten:

- De diepgang en complexiteit die tot uitdrukking komen in de gebruikte handelingswerkwoorden. Bij het havo is altijd 'beschrijven' gebruikt waar bij het vwo 'analyseren' of 'beredeneren' staat. De complexiteit is bij het vwo groter dan bij het havo, wat zichtbaar wordt in de verschillen in het toepassen van een ontwerpmethodiek, het doorlopen van een ontwerpproces, het evalueren van een onderzoeksvraag en het onderbouwen van keuzes.
- Daarnaast wordt er van vwo-leerlingen verwacht dat ze leren denken in systemen. In het havo is dit niet verplicht en maakt het deel uit van het domein *Denkwijzen keuze*.

- Op inhoudelijk vlak zijn de grootste verschillen tussen het havo en vwo dat een havist geen iteratief onderzoeks- en ontwerpproces hoeft te doorlopen en het modelleren in het vwo uitgebreider is dan in de havo.

Een volledig overzicht van de differentiatie tussen het havo en het vwo is te vinden in bijlage 6.

2.3.2 Aandacht voor beheersing en ervaringen

De conceptexamenprogramma's bevatten eindtermen met verschillende soorten doelen. De meeste eindtermen zijn geformuleerd als een beheersingsdoel, sommige eindtermen richten zich op ervaringen. Dit is in de eindtermen weergegeven met respectievelijk een B of een E. Eindtermen met een ervaringscomponent komen vooral voor in de domeinen *Aard van natuurwetenschappen en technologie, Vraagstukken* en *Zelfontwikkeling*. Deze ervaringsdoelen zorgen ervoor dat de breedte van het curriculum van de natuurwetenschappelijke vakken goed wordt geborgd en dat er in de vakken voor zowel kwalificatie, socialisatie als persoonsvorming voldoende ruimte is.

2.3.3 Aandacht voor kennis en vaardigheden

Zowel het verwerven van kennis als vaardigheden hebben een duidelijke plaats in de examenprogramma's. Als het gaat om kennis onderscheiden we kennis van feiten, concepten en procedures en metacognitie. Kennis van feiten,

concepten en procedures komt ruim aan bod in de examenprogramma's in de domeinen *Concepten*, *Denkwijzen* en *Werkwijzen*.
In het domein *Zelfontwikkeling* is er expliciet aandacht voor metacognitie.

In de eindtermen zelf is altijd sprake van integratie van vaardigheden.
In de handreiking *Vaardigheden in het landelijke curriculum* (Sol & Visser, 2023) worden vaardigheden als volgt gecategoriseerd:

- leervoorwaardelijke vaardigheden
- basisvaardigheden
- vakspecifieke vaardigheden
- denkvaardigheden
- samengestelde vaardigheden

Bij de natuurwetenschappelijke vakken zijn de inhouden zodanig verdeeld over de (sub)domeinen dat het lastig is om aan te geven waar eindtermen toegewezen worden aan bepaalde vaardigheden (zie tabel 2). Het onderwijs en toetsing binnen het schoolvak O&O bestaan altijd uit een combinatie van eindtermen uit meerdere domeinen.

	Aard van natuurweten-schappen en technologie	Samengestelde vaardigheden en denkvaardigheden
	Vraagstukken	Denkvaardigheden, vakspecifieke vaardigheden
	Zelfontwikkeling	Leervoorwaardelijk: feedback en zelfregulatie Samengesteld: loopbaanontwikkeling
	Werkwijzen	Basisvaardigheden: informatie, data, rekenkundige vaardigheden Denkvaardigheden: modelleren, standpunt innemen, conclusies trekken Samengesteld: onderzoeken en ontwerpen
	Denkwijzen	Denkvaardigheden, in combinatie met concepten en afhankelijk van door de leerling uitgevoerd project
	Concepten	Denkvaardigheden, afhankelijk van door de leerling uitgevoerd project Vakspecifieke vaardigheden: projectmatig werken

Tabel 2. De verdeling van verschillende vaardigheden over de zes domeinen bij O&O.

2.3.4 Aandacht voor geletterdheid

Geletterdheid is het vermogen om geschreven taal te begrijpen, te evalueren en doelgericht te gebruiken, in het persoonlijke leven en in de maatschappelijke context. Het betreft de algemene taalvaardigheid van de leerling, de specifieke vaktaal en de taaldenkfuncties die een rol spelen in de uitvoering van de taken en opdrachten.

Taaldenkfuncties maken de verbinding zichtbaar tussen de talige en cognitieve handelingen van leerlingen. We spreken van taaldenkfuncties wanneer je taal gebruikt om denkstappen onder woorden te brengen.

In de examenprogramma's O&O komt dit expliciet naar voren in de domeinen *Concepten*, *Denkwijzen* en *Werkwijzen*.

2.3.5 Aandacht voor digitale geletterdheid

De meeste aandacht voor digitale geletterdheid in de examenprogramma's van O&O is er in het domein *Werkwijzen*, bij het verwerken van data en bij het gebruiken, aanpassen en maken van modellen. De eindtermen in het domein *Aard van natuurwetenschappen en technologie* bieden de mogelijkheid om de ontwikkeling van digitale technologie te verkennen

2.3.6 Aandacht voor burgerschap

Binnen de natuurwetenschappelijke vakken zijn op verschillende plekken verbindingen met burgerschap aangebracht. In het domein *Aard van natuurwetenschappen en technologie* komt dit op twee manieren naar voren. Enerzijds gaat het om de normen en waarden die een rol spelen bij het handelen en de afwegingen van wetenschappers en technologen. Anderzijds gaat het om de mogelijkheden en beperkingen van wetenschappelijk onderzoek en technologie en de verschillende belangen en afwegingen die hierbij spelen. Leerlingen verkennen hierdoor de waarde en betekenis van wetenschap en technologie voor henzelf en de samenleving. Ook binnen het domein *Vraagstukken* komt burgerschap expliciet terug. Leerlingen inventariseren verschillende belangen, wegen maatschappelijke argumenten af en geven betekenis aan mogelijke oplossingen voor henzelf en anderen. Hierbij leren zij verschillende perspectieven op maatschappelijke vraagstukken te beschouwen. Tot slot is binnen het domein *Werkwijzen* een eindterm opgenomen waarin leerlingen een eigen standpunt formuleren.

2.3.7 Aandacht voor diversiteit en inclusiviteit

Er is voor gezorgd dat de examenprogramma's rekening houden met diversiteit in leerlingpopulatie, achtergronden en contexten. Bij het vak O&O wordt gewerkt in projecten, die leerlingen zelfstandig opzetten en uitvoeren, waardoor

er keuzevrijheid voor hen ontstaat. Deze inrichting van het O&O-onderwijs draagt op verschillende manieren bij aan diversiteit en inclusiviteit. Leerlingen kiezen hun eigen projecten en opdrachtgevers. Door het inzetten van externe opdrachtgevers zijn projecten vaak maatschappelijke relevant. Het betekent dat deze betekenisvol worden voor de leerlingen en dat de eigen interesse wordt aangesproken. Hierdoor doet het programma ook recht aan diversiteit in de leerlingpopulatie.

Bij het vak O&O spelen samenwerken, contacten leggen en communicatie een onmisbare rol. Niet alleen binnen een groep leerlingen, maar ook met externen, buiten de school en eigen leefomgeving. Daarnaast komen leerlingen hierdoor in aanraking met toekomstige werkvelden en beroepen, waardoor loopbaanontwikkeling een grote rol krijgt. Ook het samenwerken met vertegenwoordigers van een beroepsgroep en het reflecteren op gesprekken met rolmodellen zijn voorbeelden waarin leerlingen informatie kunnen ophalen over de diversiteit in talenten, achtergrond en interesses, ambities en capaciteiten van de leerlingen.

In het domein *Vraagstukken* hebben we ervoor gekozen om expliciet ruimte te bieden aan meerdere perspectieven op de inhouden. Het domein 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. 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. Bovendien zijn bij de werk- en denkwijzen keuzeonderdelen opgenomen die aansluiten bij het project en de cognitieve ontwikkeling van de diverse leerlingen. We denken dat we op deze manier voldoende appelleren aan de curriculaire uitdaging rond diversiteit en kansengelijkheid.

2.3.8 Aandacht voor loopbaanontwikkeling

In een examenprogramma staat wat de leerling moet kennen en kunnen. Dat betekent dat we in het examenprogramma niet spreken van loopbaanoriëntatie en -begeleiding (LOB), maar van datgene wat de leerling doet: werken aan de eigen loopbaanontwikkeling. LOB wordt door de school georganiseerd en vormgegeven.

Leerlingen doen binnen en buiten de school ervaringen op, leren in contact met anderen (jong en oud) betekenis te geven aan deze ervaringen en leren weer verder. Zo krijgen ze zicht op hun kwaliteiten en mogelijkheden; ze ontdekken een nieuwe, andere wereld en leren keuzes te maken. Voor loopbaanontwikkeling in het voorgezet onderwijs zijn drie zaken belangrijk:

- Weten wie je bent, wat je mogelijkheden zijn en wat je interesseert.
- Je oriënteren op de volgende stap: profiel, vervolgstudie, beroepen, sectoren en de vraagstukken die daar spelen.
- Gefundeerde keuzes maken op basis van de relaties tussen je motieven, interesses, kwaliteiten en mogelijkheden.

Loopbaanontwikkeling wordt in elk examenprogramma uitgewerkt in een eigenstandige eindterm en zoveel mogelijk verbonden met vakinhouden. De concepteindterm is een ervaringsdoel: leerlingen doen ervaringen op en reflecteren daarop in het kader van hun toekomstige loopbaan. De concepteindterm is opgenomen in een passend domein.

3. Proces

Dit hoofdstuk gaat in op hoe SLO de actualisatie van de examenprogramma's O&O gedurende 2,5 jaar heeft uitgevoerd. Deze aanpak is gebaseerd op de werkopdracht aan SLO van het ministerie van OCW.



3.1 Betrokkenen tijdens de ontwikkelfase

Aan de totstandkoming van de examenprogramma's tijdens de ontwikkelfase hebben velen bijgedragen.

3.1.1 Vakvernieuwingscommissie, advieskring en experts

De vakvernieuwingscommissie van de natuurwetenschappelijke vakken bestond uit leraren, lerarenopleiders/vakdidactici en curriculumexperts (SLO) voor de vakken biologie, natuurkunde, scheikunde, O&O en NLT, onder functionele leiding van een procesregisseur. Voor het vak O&O bestond de vertegenwoordiging hierbinnen uit:

- leraren havo-vwo
- lerarenopleiders/vakdidactici
- curriculumexperts

Een belangrijke schakel in de ontwikkelfase van de examenprogramma's was de advieskring. De advieskring gaf tussentijds feedback op tussenproducten van de vakvernieuwingscommissie. De advieskring bestond uit een vaste vertegenwoordiging van organisaties en instellingen die een vakinhoudelijk en vakdidactisch belang hebben bij de actualisatie van de examenprogramma's. De advieskring droeg zorg voor:

- constructief inbrengen van expertise, passend bij de ontwikkelfase en/of het specifieke tussenproduct en passend binnen de kaders van de werkopdracht van het ministerie van OCW aan SLO;
- reflecteren op de tussenproducten aan de hand van adviesvragen van de vakvernieuwingscommissie;
- organiseren van constructieve feedback bij de achterban over de opgeleverde tussenproducten en concepten en deze schriftelijk en mondeling toelichten aan de vakvernieuwingscommissie.

Elke organisatie vaardigde een vertegenwoordiger af. Gedurende de vakvernieuwingsfase verzamelde deze op vier momenten in het proces feedback uit de achterban van de vertegenwoordigende organisatie, en bracht deze in. De advieskring bundelde alle feedback en gaf zoveel mogelijk gemeenschappelijke feedback aan de vakvernieuwingscommissie. Waar relevant en passend, werden daar organisatiespecifieke punten aan toegevoegd.

De vakvernieuwingscommissie raadpleegde gedurende het actualisatieproces ook experts op persoonlijke titel, die al dan niet vooraf benoemd waren (zie 5.3).

In bijlage 1 vind je een lijst van de commissieleden van de vakvernieuwingscommissie.
In bijlage 2 vind je een overzicht van de advieskring.
In bijlage 3 vind je een overzicht van de geraadpleegde experts.

3.1.2 Leerlingbetrokkenheid

De stem van de leerling is van belang om examenprogramma's te ontwikkelen. Zo wordt ook de zienswijze gehoord en meegenomen van leerlingen die deze inhouden als onderwijs krijgen aangeboden. De inbreng van leerlingen verhoogt de relevantie van curricula: welke inhouden vinden leerlingen zinvol voor hun deelname aan de samenleving en ter voorbereiding op vervolgonderwijs?

Bij de start van de ontwikkelfase is in overleg met het Landelijk Aktie Komitee Scholieren (LAKS) besloten om leerlingenbetrokkenheid niet via de advieskring vorm te geven, maar om daarvoor een apart traject te organiseren. Dat traject was qua vorm en inhoud afgestemd op de leerling. Dit om de inbreng zo optimaal mogelijk te maken en om recht te doen aan de randvoorwaarden voor succesvolle leerlingenparticipatie.

De vakvernieuwingscommissie heeft op twee momenten leerlingen via leerlingpanels geraadpleegd.

3.1.3 Kwaliteitsmonitoring, expertpoule en inhoudelijke redactie

Een belangrijk instrument van kwaliteitszorg was monitoring en evaluatie op het proces en de (tussen)producten. Binnen SLO is dit vormgegeven door de collega's van Advies & Onderzoek. Zij hadden aandacht voor de processen binnen de vakvernieuwingscommissie en voor de omgang met, en het benutten van, de inbreng van de advieskringen. Het ging hierbij om het uitzetten van vragenlijsten bij de hele vakvernieuwingscommissie, drie keer per ontwikkeljaar. Daarin gaven leden van de commissie aan of en hoe de doelstellingen van ontwikkelsessies werden bereikt. Ook gaven ze aan in hoeverre ze daarin voldoende werden gefaciliteerd en wat ze nog nodig hadden. Deze informatie was sturingsinformatie voor de procesregisseur en het programmateam.

Daarnaast werden de verschillende tussenproducten gemonitord op basis van de kwaliteitscriteria uit de werkopdracht. De collega's van Advies & Onderzoek leverden daarmee informatie op over de inhoudelijke voortgang van het traject aan de vakvernieuwingscommissies en het programmateam van SLO. Met de opbrengst van de monitoring en de evaluatie kon de vakvernieuwingscommissie waar nodig worden aan- en bijgestuurd, op basis van de vastgestelde kwaliteitscriteria en werkwijzen. Deze input en feedback werden beschikbaar gesteld in de vorm van monitorrapportages en in een gesprek met de curriculumexperts toegelicht. De curriculumexperts lichtten de inzichten toe in de vakvernieuwingscommissie, zodat deze konden worden gebruikt bij het doorontwikkelen van de conceptexamenprogramma's.

Het team van monitoring en evaluatie werkte binnen SLO nauw samen met de expertpoule. Deze bestond uit experts op het gebied van de vakoverstijgende aspecten die in de werkopdracht beschreven zijn: rationale/doeldomeinen, differentiatie, vmbo, LOB, vaardigheden, diversiteit, kansengelijkheid, burgerschap en digitale geletterdheid.

De expertpoule had twee functies:

- *Monitorfunctie*
  De expertpoule werkte samen met het monitorteam bij het uitvoeren van inhoudelijke analyses en bekeek of deze vakoverstijgende aspecten goed gewaarborgd waren/zijn in de (tussen)producten.
- *Adviesfunctie*
  De leden van de expertpoule droegen bij aan interne sessies over kennisdeling. De tussenproducten zijn door de expertpoule geanalyseerd op de mate waarin vakoverstijgende aspecten zijn verwerkt in de concepten van karakteristiek, het raamwerk en eindtermen. De uitkomsten van de analyses werden gedeeld en besproken, en waren gericht op het doen van aanpassingen. Daarnaast was de expertpoule

beschikbaar om de vakvernieuwingscommissie bij te staan met advies of om actief te helpen bij het opnemen van vakoverstijgende aspecten.

Tijdens het ontwikkelproces is er twee keer een tussentijdse inhoudelijke redactie uitgevoerd vanuit curriculair-inhoudelijk en curriculair-technisch perspectief. De redactie had als doel de eenduidigheid, architectuur, leesbaarheid en consistentie binnen en tussen conceptexamenprogramma's te waarborgen, teneinde aan de kwaliteitseisen uit de werkopdracht te voldoen.

Na anderhalf jaar vond de eerste redactie op de conceptkarakteristiek plaats. De tweede redactie, op de concepteindtermen, vond plaats richting oplevering van de conceptexamenprogramma's. Het redactieteam bestond uit curriculumexperts van SLO, die de redactie integraal uitvoerden voor alle conceptexamenprogramma's en voor alle vakken. De status van de feedback kende om die reden een 'pas toe of leg uit'-karakter. De feedback is teruggekoppeld via feedbackrapportages en in gesprek met de curriculumexperts per vakvernieuwingscommissie.

3.1.4 Gerealiseerde opbrengsten

In 2025 leverde SLO, in opdracht van het ministerie van OCW, de eerste versie op van de conceptexamenprogramma's voor de natuurwetenschappelijke vakken waaronder die voor O&O (versie 1, maart 2025).[1] Hierin heeft het vak O&O een duidelijk wetenschappelijk karakter gekregen door:

- een gezamenlijk raamwerk met de andere natuurwetenschappelijke vakken;
- bestaande uit domeinen met nagenoeg dezelfde eindtermen voor alle vakken.

Bij de ontwikkeling is een aantal punten niet naar tevredenheid opgelost:

- hoe leggen leraren verbindingen tussen domeinen en maken ze O&O-onderwijs; elke eindterm is immers geen geïsoleerd onderwijs;
- haalbaarheid voor leraren en leerlingen, vooral in het havo;
- differentiatie tussen het havo en het vwo.

3.2 Fase van beproeven

Gedurende het schooljaar 2025-2026 zijn de twee examenprogramma's van O&O beproefd. Hieraan voorafgaand heeft SLO, in samenwerking met leraren, vakexperts en de Stichting Technasium, de verschillende processen zorgvuldig voorbereid.

[1] De eerste versies van de conceptexamenprogramma's, die zijn gepubliceerd in maart 2025, zijn alleen nog per mail opvraagbaar via beproevenexamenprogramma@slo.nl.

3.2.1 Doelstellingen en aanpak beproeven

Het beproeven in de scholen gebeurde op basis van versie 1.0 van de examenprogramma's. Het beproeven richtte zich op de bruikbaarheid en (verwachte) effectiviteit van de examenprogramma's en de randvoorwaarden voor implementatie.

De volgende doelstellingen stonden hierbij centraal:

- *Bruikbaarheid*
  Met leraren en schoolleiders toetsen in hoeverre de examenprogramma's bruikbaar zijn voor het maken van onderwijs- en toetsprogramma's in de bovenbouw vo.
  Dus: zijn de examenprogramma's…
  - op een begrijpelijke wijze geformuleerd?
  - te realiseren in de beschikbare lestijd?
  - in te passen in de schoolcontext?
  - uitvoerbaar in de onderwijs- en toetspraktijk?
- *Verwachte effectiviteit*
  Met leerlingen en leraren toetsen in hoeverre de examenprogramma's effectief zijn en daarmee, naar verwachting, leiden tot gewenste opbrengsten bij leraren en leerlingen.
  Dus: zijn de examenprogramma's effectief in de zin dat…
  - de eindtermen door leerlingen behaald (kunnen) worden in termen van tijd?
  - de eindtermen door leerlingen behaald (kunnen) worden in termen van niveau?
- *Implementatiefactoren*
  Met leraren en schoolleiders onderzoeken welke factoren de implementatie van de examenprogramma's landelijk en op school (on)gunstig beïnvloeden.
  Dus: zijn de examenprogramma's duurzaam, in de zin dat de implementatie ervan (on)gunstig wordt beïnvloed door de…
  - deskundigheid en professionalisering in het schoolteam?
  - faciliteiten (tijd, geld, middelen) binnen en voor de onderwijsinstellingen?
  - aanknopingspunten die ze bieden voor het curriculumbewust handelen van de leraren?
  - informatievoorziening voor het onderwijsveld (leraren, schoolleiders en anderen in de school), de schoolvakexperts en anderen (bijvoorbeeld uitgeverijen, lerarenopleidingen).

- *Procesevaluatie*
  Met alle betrokkenen evalueren hoe efficiënt en effectief de fase van beproeven verloopt met betrekking tot…
  - de opzet
  - de beschikbare materialen
  - de rollen en verwante activiteiten
  - de gehanteerde instrumenten om data te verzamelen

De fase van beproeven had dus uitdrukkelijk niet als doelstelling de ontwikkelfase van de vakvernieuwingscommissie over te doen; met andere woorden: om de relevantie van inhouden opnieuw ter discussie te stellen.

3.2.2 Werving scholen

Voorafgaand aan de start van de fase van beproeven is er in het voorjaar van 2025 door SLO via DUS-i een werving uitgezet voor deelname van acht scholen aan het beproeven. De selectie vond plaats op basis van vooraf opgestelde criteria: aantal scholen per schoolsoort, spreiding over provincies en volgorde van binnenkomst. Uiteindelijk zijn deze acht scholen geselecteerd:

- Hondsrugcollege – Emmen
- Linde College – Wolvega
- St. Michael College – Zaandam
- ’t Rijks – Bergen op Zoom
- Leeuwarder Lyceum – Leeuwarden
- Melanchthon – Bergschenhoek
- Porteum Lyceum – Lelystad
- Raayland College - Venray

Elke school nam deel met minstens twee leraren en een schoolleider. De leraren waren tijdens het beproeven werkzaam in de bovenbouw van het vo.

3.2.3 Beproefde inhouden

Hieronder geven we inzicht in welke inhouden zijn beproefd.

Betreffende het gehele examenprogramma:

- Het vak O&O heeft met de nieuwe examenprogramma’s voor het havo en het vwo een duidelijk natuurwetenschappelijke inhoud gekregen. Door de concretisering van werkwijzen, explicitering van denkwijzen en domeinen als *Aard van natuurwetenschappen en technologie* roept dit vragen op over of, en in welke mate, dit te verenigen is met het projectmatige karakter van O&O en de keuzevrijheid voor een school en leerling, die beide voelbaar aanwezig zijn in het O&O-onderwijs.

- Het toetsen van het gehele conceptexamenprogramma en het beoordelen van leerlingen: het zijn veel aspecten, in de vorm van uitwerkingen, die in het O&O-onderwijs aanbod dienen te komen. Hoe worden die allemaal beoordeeld? Een voorbeeld is dat het onduidelijk is wanneer een leerling een ervaringseindterm heeft behaald.

Specifiek vakinhoudelijk per domein/onderwerp:

- *Domein Denkwijzen*
  O&O heeft een projectmatig karakter, waardoor vakinhoudelijk redeneren vaak al impliciet onderdeel was van de begeleiding en beoordeling. Dit domein leidt tot de onderzoeksvragen:
  - In welke mate kunnen leraren achterhalen of leerlingen de denkwijzen in voldoende mate beheersen?
  - In welke mate kunnen leerlingen vanwege het projectmatige karakter en de keuzevrijheid in projecten alle denkwijzen beheersen?
  - Wat zijn lesactiviteiten waarbij leerlingen expliciet aandacht besteden aan denkwijzen?
  - Hoe wordt de beheersing van denkwijzen bij leerlingen getoetst?
- *Domein Werkwijzen*
  Het betreft het ontwikkelen van zowel onderwijs als toetsing. Voor leraren zijn de werkwijzen niet nieuw, maar wel de hoeveelheid details die nu vastgelegd worden in het conceptexamenprogramma. Dit domein leidt tot de volgende onderzoeksvragen:
  - In welke mate kunnen leraren achterhalen of leerlingen de werkwijzen in voldoende mate beheersen?
  - In welke mate kunnen leerlingen vanwege het projectmatige karakter en de keuzevrijheid in projecten alle werkwijzen beheersen? Specifiek kan dit afgevraagd worden over de eindtermen rond modelleren en het gebruiken van wiskunde.
  - Wat zijn lesactiviteiten waarbij leerlingen expliciet aandacht besteden aan werkwijzen?
  - Hoe wordt de beheersing van werkwijzen getoetst?
  - In welke mate wordt er door leraren en leerlingen gelijke aandacht besteed aan onderzoeksprojecten en ontwerpprojecten?
- *Zelfregulatie*
  Dit betreft één ervaringseindterm in het domein *Zelfontwikkeling* en één in het domein *Concepten*. Door de explicitering ervan in het conceptexamenprogramma wordt het door de leraren als nieuw ervaren. Dit onderwerp leidt tot de volgende onderzoeksvragen:
  - Op welke manier wordt de mate van beheersing van zelfregulatie getoetst en beoordeeld door de leraar? Of betreft dit meer een ontwikkeling van zelfregulatie?

    - In welke mate is de ontwikkeling van zelfregulatie haalbaar voor de leerling, en specifiek voor de havoleerling?
- *Gebruiken van wiskunde, data en modellen*
  Dit is een onderdeel dat niet echt nieuw is voor leraren, maar juist binnen O&O vragen oproept zoals: moet elke leerling hieraan moet voldoen, en is dit iets voor het havo?
- *Aard van natuurwetenschappen en technologie*
  Dit is een nieuw domein is voor O&O. Dit leidt tot de onderzoeksvragen:
    - In welke mate is dit domein te koppelen met projecten in de bovenbouw? Waarbij een complicerende factor is dat leerlingen vrij zijn om zelf onderwerpen te bepalen.
    - Hoe ziet het onderwijs eruit dat leraren ontwikkelen waarin dit domein een onderdeel is?
    - Hoe wordt dit domein getoetst en beoordeeld?

3.2.4 Materiaalontwikkelaars

Voorafgaand aan de fase van beproeven met de scholen zijn er zes materiaalontwikkelaars aan het werk geweest om suggesties voor onderwijs- en toetsmateriaal uit te werken. Deze suggesties zouden leraren kunnen gebruiken om hun onderwijs over de nieuwe inhouden vorm te geven. De groep ontwikkelaars bestond uit één oud-vakvernieuwingscommissielid en leraar, twee O&O-leraren en drie vakexperts en leraaropleiders. Zie 5.4 voor het overzicht van de materiaalontwikkelaars.

De materiaalontwikkelaars hebben onderwijsleermiddelen en readers ontwikkeld. De onderwijsleermiddelen zijn bedoeld om in te zetten in gesprekken met leerlingen over de denk- en werkwijzen. De readers zijn bedoeld om leraren O&O toelichting te geven op de bedoeling van een specifiek domein in het conceptexamenprogramma en handvatten om zelf onderwijs te ontwikkelen over dat domein. Er zijn readers ontwikkeld voor de *Aard van natuurwetenschappen en techniek, Denkwijzen*, *Werkwijzen*, zelfregulatie en het gebruik van wiskunde, data en modellen bij O&O.

3.2.5 Opzet beproeven

Voorafgaand aan de fase van beproeven (mei 2025) is er een focusgroep georganiseerd met oud-leden van de vakvernieuwingscommissie, materiaalontwikkelaars en vakdidactici. De focusgroep was bedoeld om aandachtspunten en knelpunten voor de fase van beproeven scherper te formuleren. Het ging hier om de nieuwe onderdelen en de toetsing ervan, en om de differentiatie tussen het havo en het vwo. De focusgroep haalde ook inbreng voor de materiaalontwikkelaars op.

De fase van beproeven begon met een startdag op 9 september 2025. Curriculumexperts van SLO gingen met leraren en schoolleiders aan de slag met de conceptexamenprogramma's en gaven leraren inzicht in de opzet van het beproeven, de inhouden die beproefd werden en ieders rol tijdens het beproeven.

Leraren en leerlingen
Vanaf de startdag tot de herfstvakantie bereidden leraren samen met de curriculumexperts en andere betrokkenen lessen voor. Ook vulden de leraren een startmeting in over hun leservaring en hun ervaringen met de onderwijs- en toetspraktijk in het huidige examenprogramma.

In de periode tussen de herfst- en kerstvakantie gaven de leraren les in een aantal nieuwe inhouden. Dit evalueerden ze tijdens een tweede landelijke bijeenkomst op 16 december 2025. Het inspireren van elkaar, het delen van goede voorbeelden én het evalueren van aanpakken stonden hierbij centraal.

Vanaf december beproefden leraren andere inhouden. Daarna volgde een slotdag met eindevaluatie in april 2026. Ter voorbereiding vulden leraren een vragenlijst in. Tijdens de slotdag evalueerden zij de examenprogramma's in een focusgroep onder begeleiding van collega's van de afdeling Advies & Onderzoek van SLO. De gesprekken in de focusgroepen werden georganiseerd volgens de methodiek van *comparative judgement,* waarbij de deelnemers de inhouden uit de programma's ordenden van meest tot minst begrijpelijk, bruikbaar, verwacht haalbaar, enzovoort. Vervolgens werden in de groep knelpunten en mogelijke oplossingen besproken. Aan het einde van de slotdag vulden de leraren nog een vragenlijst in over de implementatie van het examenprogramma en hun ervaringen met de fase van beproeven.

Tijdens de fase van beproeven zijn er tussentijds verschillende aanvullende activiteiten en bijeenkomsten georganiseerd.

- *Schoolbezoeken*
  De curriculumexperts van SLO hebben alle scholen bezocht. Tijdens het bezoek is gesproken met de betrokken leraren, met de schoolleider en met leerlingen. De curriculumexperts woonden ook lessen van de betrokken leraren over de beproefde inhouden bij.
- *15 (online) middagen, vragenuren en inspiratiesessies*
  De curriculumexperts van SLO en leraren discussieerden over de te beproeven inhouden, waarbij de volgende onderwerpen aan bod kwamen:
  - verkenning van het examenprogramma;
  - ontwikkelde materialen en ondersteuning door de ontwikkelaars;

- sessies over toetsing en beoordeling;
- brainstormsessies per domein waarin per schoolsoort aandacht is besteed aan haalbaarheid en uitvoerbaarheid.

Schoolleiders
De schoolleiders namen deel aan het schoolleiderstraject onder begeleiding van SLO. Zij brachten in kaart wat er, ook landelijk, voor nodig is om de examenprogramma's goed te laten landen in de klas en in de school.

Schoolleiders vulden op de startdag een vragenlijst in over hoe het onderwijs en toetsing op dat moment op hun school georganiseerd was. Bij de tweede landelijke bijeenkomst in 16 december 2025 is er expliciet aandacht besteed aan curriculumontwikkeling op school, de rol van de schoolleider, lessentabellen en schoolexaminering. In april 2026 vond de slotdag plaats. Vooraf zijn schoolleiders bevraagd over de beproefde examenprogramma's. Op de slotdag zelf zijn schoolleiders bevraagd over eventuele aanpassingen van de lessentabel en de mogelijkheden voor schoolexaminering vanuit het perspectief op brede curriculumvernieuwing. Ook vulden schoolleiders een vragenlijst in over de implementatie van de geactualiseerde examenprogramma's, de kansen en belemmeringen, en de rol van de schoolleider bij de curriculumvernieuwing.

3.3 Komen tot definitieve programma's

In de periode na de slotdag tot en met de meivakantie zetten de collega's van de afdeling Advies & Onderzoek van SLO alle feedback in het zogenoemde wegingskader, geordend op thema en schoolsoort/leerweg. Primair doel van het wegingskader is om een overzicht te krijgen op welke onderdelen van de examenprogramma's de feedback zich richt en mogelijk aangepast moet worden. Het wegingskader bevat daarmee alle informatie voor:

- bijstelling van de examenprogramma's;
- onderbouwing en verantwoording in toelichtingsdocumenten;
- ontwikkeling van handreikingen door SLO;
- advies aan het ministerie van OCW ten aanzien van implementatie.

Deze gevulde kaders zijn vervolgens overgedragen aan de curriculumexperts van SLO.

Op 26, 27 en 28 mei 2026 vond de wegingsdriedaagse plaats. Curriculumexperts en collega's van Advies & Onderzoek van SLO namen gezamenlijke besluiten over welke feedback op bruikbaarheid en verwachte effectiviteit dusdanig zwaarwegend was dat de examenprogramma's moesten worden aangepast. De curriculumexperts waren hierbij verantwoordelijk voor de thema's en kwesties ten aanzien van de examenprogramma's. De

curriculumexperts formuleerden gedurende de driedaagse zoveel mogelijk concrete aanpassingsvoorstellen. Verdere aanpassing, uitwerking en een controleslag vonden na de driedaagse plaats. De verwerkte aanpassingen in de conceptexamenprogramma's werden voorgelegd aan:

- collega's van de Stichting Technasium als belanghebbenden en leden van de advieskring;
- een leraaropleider, tevens materiaalontwikkelaar en lid van de vakvernieuwingscommissie.

3.3.1 Syllabi van de vakken biologie, natuurkunde en scheikunde

Voor en tijdens de fase van beproeven van O&O zijn er syllabi ontwikkeld voor biologie, natuurkunde en scheikunde voor alle schoolsoorten en leerwegen. Binnen die vakken zijn het domein *Denkwijzen* en een subdomein uit het domein *Werkwijzen* toegewezen aan het centraal examen. Dat betekent dat er vanuit de drie syllabuscommissies gedetailleerd is gekeken naar deze eindtermen en dat ze die hebben uitgewerkt in syllabi. Deze eindtermen zijn ook onderdeel van het conceptexamenprogramma NLT en O&O. Feedback op de eindtermen en voortschrijdend inzicht vanuit dit syllabustraject op de betreffende (sub)domeinen zijn besproken met de deelnemende leraren in de fase van beproeven.

3.3.2 Belangrijkste aanpassingen vanuit beproeven

Tussen de conceptversies en de definitieve versies zijn inhoudelijke wijzigingen doorgevoerd op basis van de feedback van leraren, leerlingen en schoolleiders. Dit betreft zowel karakteristiek, raamwerk, eindtermen als begrippenlijst. Dit is altijd in samenspraak gedaan met curriculumexperts van NLT en de andere natuurwetenschappelijke vakken, met het oog op de samenhang tussen de natuurwetenschappelijke vakken.

Uiteindelijk heeft dit geleid tot een wegingskader met daarin alle knelpunten ten opzichte van de conceptexamenprogramma's versie maart 2025. De knelpunten worden hierna geduid en opgelost. Dat gebeurt in de volgorde bruikbaarheid, haalbaarheid en vakoverstijgende aanpassingen.

Bruikbaarheid

In de fase van beproeven bleek dat de samenhang tussen de domeinen niet duidelijk was. In de beproefde versie was de volgorde van de domeinen alfabetisch. Een oplossing hiervoor was om de volgorde van de domeinen binnen het raamwerk aan te passen. Nu is de volgorde van de domeinen enerzijds betekenisloos: het eerste domein is niet belangrijker dan het laatste, en bepaalt ook niet het onderwijsprogramma. Anderzijds draagt een zo logisch mogelijk volgorde bij aan het overbrengen van de bedoeling van een examenprogramma.

In samenspraak met de andere natuurwetenschappelijke vakken is het raamwerk opnieuw geordend. Waar in de eerdere versie een alfabetische volgorde werd gehanteerd, is nu gekozen voor een meer inhoudelijk logische en voor de verschillende vakken herkenbare volgorde. Voor de vakken biologie, natuurkunde en scheikunde betekent dit bovendien dat de onderdelen voor het schoolexamen eerst worden gepositioneerd, gevolgd door de onderdelen voor het eindexamen. Deze verandering kwam niet uit de fase van beproeven van O&O, maar wel uit het wegingskader van NLT. Om de gezamenlijk architectuur van het raamwerk te behouden, is, in samenspraak met de curriculumontwikkelaars van de andere vakken, ervoor gekozen om dit te veranderen binnen alle natuurwetenschappelijke vakken. Voor de aangepaste volgorde is gekeken naar de aard en de inhouden van de domeinen. Het raamwerk is tenslotte bedoeld om consistentie tussen en binnen de natuurwetenschappelijke vakken te borgen. Daar hoort volgens ons bij dat de volgorde van de domeinen in alle raamwerken dezelfde is. Dit is uitdagend wanneer schoolvakken of -soorten een iets andere focus leggen binnen de zes gemeenschappelijk domeinen.

In het raamwerk is gekozen om te starten met *Aard van natuurwetenschappen en technologie.* Dit is in lijn met het in de karakteristiek beschreven uitgangspunt dat alle natuurwetenschappelijke vakken hierin geworteld zijn. Daarna volgen *Vraagstukken* en *Zelfontwikkeling*. Deze beogen, net als domein *Aard van natuurwetenschappen en technologie*, nadrukkelijk bij te dragen aan de algemene vorming van de leerling. In deze domeinen zitten ook relatief veel ervaringscomponenten en ze vormen belangrijke inhouden voor het SE-deel van biologie natuurkunde en scheikunde. Hierna volgen respectievelijk *Werkwijzen*, *Denkwijzen* en *Concepten*. Deze vormen gezamenlijk een logisch geheel, ook voor het CE-deel van biologie, natuurkunde en scheikunde. In de definitieve versies houden we deze volgorde aan: *Aard van natuurwetenschappen en technologie*, *Vraagstukken*, *Zelfontwikkeling*, *Werkwijzen*, *Denkwijzen* en *Concepten*.

De eerste versie van de examenprogramma's O&O kende overlap tussen eindtermen, wat bijdroeg aan een gevoel van overladenheid en herhaling. Dit werd versterkt door de relatief gedetailleerde uitwerking in de vorm van 'Het gaat hierbij om', met name binnen de domeinen *Werkwijzen* en *Zelfontwikkeling*. De combinatie met eindtermen in het domein *Concepten* versterkte dit gevoel bij de leraren. In de definitieve examenprogramma's is dit gevoel verminderd, doordat er kritisch is gekeken naar de kern en doelstellingen van O&O en er daarin gerichte keuzes zijn gemaakt. Ook zijn eindtermen samengevoegd waar dit de samenhang en bruikbaarheid van het programma

versterkt. Dit heeft op verschillende plekken geleid tot het schrappen, samenvoegen of aanpassen van eindtermen.

- *Samenwerken*
  Samenwerken kwam aanvankelijk op meerdere plekken in het conceptexamenprogramma terug. Deze doublures zijn verwijderd. Samenwerken is nu opgenomen als ervaringsdoel binnen *Zelfontwikkeling*, waarbij leerlingen verkennen wat samenwerken vraagt van hun eigen handelen (eindterm 5), en als beheersingsdoel binnen *Concepten*, waarbij leerlingen kunnen beschrijven welke aspecten van samenwerken zij kunnen toepassen (eindterm 26).
- *Zelfregulatie en processtappen in de methodiek*
  Ook bij zelfregulatie is gekozen voor het samenvoegen en schrappen van overlappende vakinhouden. Hierbij werd het belangrijker gevonden dat leerlingen ervaren of een leerstrategie werkt dan dat zij deze kunnen benoemen of ordenen. De betreffende eindterm binnen *Concepten* is daarom geschrapt. Een vergelijkbare keuze is gemaakt voor het benoemen van stappen in onderzoeks- en ontwerpprocessen. Hierdoor zijn enkele eindtermen binnen *Concepten* komen te vervallen en zijn gerelateerde eindtermen in andere domeinen waar nodig aangepast.
- *Onderzoeken en ontwerpen*
  Binnen *Werkwijzen* werd de ordening van de eindtermen als verwarrend ervaren. Daarnaast waren onderzoeken en ontwerpen soms afzonderlijk uitgewerkt, terwijl zij op hetzelfde doel waren gericht. Waar mogelijk zijn deze eindtermen daarom samengevoegd, zodat hetzelfde doel zowel vanuit onderzoeken als ontwerpen kan worden bereikt. Een uitzondering vormen eindterm 9 en 10 (havo en vwo). Deze zijn bewust afzonderlijk opgenomen om ervoor te zorgen dat leerlingen zowel met ontwerpen als met onderzoeken in aanraking komen.

Haalbaarheid
Leraren ervoeren dat het niet altijd mogelijk is om alle eindtermen uit de domeinen *Denkwijzen* en *Werkwijzen* aan bod te laten komen binnen de projecten die onderdeel zijn van het programma van toetsing afsluiting (PTA). Sommige werk- en denkwijzen zijn inherent verbonden aan natuurwetenschappelijke en technologische inhouden en komen in elk project terug, waarbij ze een bijdrage leveren aan de diepgang van het project. Andere zijn afhankelijk van het type en de inhoud van het project, maar worden wel als belangrijk onderdeel van het vak beschouwd. Om hier ruimte voor te bieden, zijn binnen de domeinen *Werkwijzen* en *Denkwijzen* keuzeonderdelen opgenomen. Hierdoor hoeven niet voor elke leerling alle eindtermen binnen projecten aan bod te komen, wat ruimte biedt voor een meer doelgerichte en haalbare uitvoering van het examenprogramma.

- Het domein *Aard van natuurwetenschappen en technologie* werd binnen het projectonderwijs als lastig inpasbaar ervaren. De meer theoretische benadering sluit minder goed aan bij de visie op O&O-onderwijs en bleek moeilijk te verbinden aan projecten. Tegelijkertijd werd de inhoud van dit domein door leraren als waardevol gezien voor de ontwikkeling van leerlingen. Daarom is in de definitieve examenprogramma's het aantal eindtermen teruggebracht naar twee. Deze zijn vormgegeven als ervaringseindtermen in plaats van beheersingsdoelen. Zo blijven leerlingen in aanraking komen met het domein, en is de koppeling met projectonderwijs en de toetsing van dit domein uitvoerbaar en haalbaar binnen het O&O-onderwijs.
- Het conceptexamenprogramma voor het havo werd als overladen ervaren. Zeker voor de instromers in havo 4 die in de onderbouw of in het vmbo-tl geen O&O of praktijkgericht vak hadden gevolgd, werd dit unaniem teruggegeven. De conceptexamenprogramma's 1.0 waren voor het havo en het vwo vrijwel identiek, terwijl het vwo een extra leerjaar heeft om de eindtermen te behalen. Door het invoeren van kern- en keuzeonderdelen in de domeinen *Denkwijzen* en *Werkwijzen* is in de definitieve examenprogramma's daarom een duidelijkere differentiatie tussen beide schoolsoorten ontstaan. Een tweede aanpassing is de keuze van handelingswerkwoorden en het niveau waarop opdrachten moeten worden uitgevoerd en beschreven. Door het gebruiken van andere handelingswerkwoorden ligt het accent bij het havo meer op het doorlopen van, ervaren van en reflecteren op werkprocessen en redenaties. Bij het vwo ligt het niveau hoger: leerlingen analyseren, begrijpen en passen deze werkprocessen en redenaties ook aan. Daarnaast bevat het vwo één extra denkwijze in het verplichte programma ten opzichte van het havo. De verwachting is dat door deze aanpassingen het definitieve examenprogramma voor het havo nu beter haalbaar is. Voor een volledig overzicht van de verschillen tussen beide schoolsoorten wordt verwezen naar paragraaf 6.2.

Vakoverstijgende aanpassingen

Loopbaanontwikkeling
Tijdens de fase van beproeven is er een focusgroep over loopbaanontwikkeling georganiseerd met leraren, schoolleiders en decanen. Een groep schoolleiders, decanen en leraren uit alle deelnemende scholen hebben zich vrijwillig over de eindterm gebogen. Uit dit traject is een voorstel gekomen om eenzelfde eindterm loopbaanontwikkeling voor alle vakken te hanteren. Deze eindterm is overgenomen in de definitieve programma's.

Syllabi
Vanuit de syllabi-commissies voor biologie, natuurkunde en scheikunde is grondig gekeken naar de formuleringen van de eindtermen in de domeinen *Denkwijzen* en *Werkwijzen*. De veranderingen leidden tot betere toetsbare vakinhouden en een eenduidiger gebruik, definitie of afbakening van begrippen. De voorgestelde veranderingen zijn voorgelegd aan de leraren. Aangezien toetsing bij O&O anders dan bij een CE, zijn de meeste veranderingen overgenomen; dit in verband met de samenhang.

Juridische check vanuit OCW
De voorgestelde veranderingen zijn in een vroeg stadium voorgelegd aan juristen van OCW. Uit de terugkoppeling bleek dat de eindterm over het gebruiken van vakinhouden van andere vakken te ruim was beschreven. Hierdoor zouden leerlingen die het vak O&O volgen alle concepten uit natuurwetenschappelijke vakken ook moeten beheersen. De formulering van de eindterm is aangepast door eerst een inventarisatie van relevante disciplines en professionele praktijken te vereisen, en vervolgens concepten uit deze disciplines en praktijken in te perken tot die welke relevant zijn voor het afronden van het project.

4 Vervolg en adviezen

4.1 Tijdslijnen

De examenprogramma's zijn op 1 september 2026 gepubliceerd en aangeboden aan het ministerie van OCW. De beoogde invoering is op 1 augustus 2029 in leerjaar 4 van het havo en vwo.

4.2 Handreikingen

Handreikingen

SLO ontwikkelt handreikingen bij de nieuwe examenprogramma's die scholen inspireren bij het vertalen van het examenprogramma naar hun eigen onderwijs- en toetsprogramma. Deze handreikingen zijn niet voorschrijvend. Tijdens de fase van beproeven hebben we informatie en voorbeelden verzameld die passen bij de bedoeling en inhouden van de vernieuwde examenprogramma's. In het schooljaar 2026-2027 zullen we in afstemming met de andere avo-vakken nagaan welke informatie, voorbeelden en andere producten en diensten nodig zijn om de handreikingen te ontwikkelen.
Hierbij nemen we de volgende aandachtspunten mee. Deze zijn afkomstig uit zowel de evaluatie van de huidige handreikingen als die van leraren en schoolleiders tijdens de fase van beproeven.

- Zorg ervoor dat de handreikingen enerzijds informeren over de bedoeling en inhouden van de nieuwe examenprogramma's en anderzijds schoolteams ondersteunen om schoolbreed het curriculumgesprek te voeren, leiding te geven aan curriculumvernieuwing en curriculumbewuste keuzes te maken.
- Zorg ervoor dat de handreikingen inclusief bijbehorende producten en diensten vindbaar en toegankelijk zijn.
- Zorg voor inspirerende praktijkvoorbeelden en voorbeelduitwerkingen bij de vernieuwde examenprogramma's, die naar de eigen schoolcontext kunnen worden aangepast. Maak hierbij inzichtelijk wat hetzelfde is gebleven en wat de verschillen zijn tussen de huidige en nieuwe examenprogramma's.
- Maak inzichtelijk hoe vanuit de ambitieuze kerndoelen onderbouw vo de doorlopende leerlijn naar de verschillende schoolsoorten in de bovenbouw eruitziet, inclusief mogelijkheden voor differentiatie.
- Bied houvast en inspiratie door verschillende toets- en beoordelingsvormen aan te reiken die passen bij bedoeling en inhouden van de examenprogramma's.

- Geef inzicht in verbindingen en mogelijkheden voor meer en/of betere afstemming tussen de vakken. Denk hierbij aan:
  - mogelijke vormen van samenhang tussen NLT en biologie, natuurkunde en scheikunde;
  - vakdoorsnijdend werken ten aanzien van geletterdheid, gecijferdheid, burgerschap, digitale geletterdheid en loopbaanontwikkeling;
  - mogelijke vormen van samenhang tussen avo-, praktijk- en beroepsgerichte vakken.
- Ondersteun leraren bij het gebruiken van denkwijzen door leerlingen en het toetsen ervan. Het gaat hierbij om het expliciet en zichtbaar maken van denkwijzen voor leerlingen en het toetsen ervan.

De handreikingen zullen gedurende 2027 worden ontwikkeld. Tussentijds worden bruikbare onderdelen al gedeeld op de SLO-website en zullen we op conferenties en in vakbladen zoveel mogelijk communiceren over de vernieuwde programma's, inclusief goede voorbeelden en werkmaterialen.

4.3 Naar een succesvolle implementatie

4.3.1 Inleiding

Voor een geslaagde invoering van de geactualiseerde examenprogramma's is het voorwaardelijk dat de invoering ondersteund wordt door een effectieve en goed geplande implementatiestrategie, waarbij sprake is van samenhang tussen curriculum, didactiek, leermiddelen, toetsing en examinering. Voldoende tijd en ondersteuning voor leraren, schoolleiders, opleiders, materiaal- en toetsontwikkelaars en andere betrokkenen om zich deze nieuwe doelen eigen te maken, vormen immers kritische voorwaarden voor succes. De invoering van actuele examenprogramma's is daarmee een noodzakelijke, maar geen voldoende voorwaarde voor succes.

Er is daarnaast ook blijvend zicht op het curriculum van scholen nodig, met continue monitoring in alle fasen: van actualisatie tot implementatie en voorbereiding op herijking van kerndoelen en examenprogramma's. Zie hiervoor ook het SLO-rapport over meer zicht op het curriculum in het funderend onderwijs (Van Dieren et al., 2025).

In dit hoofdstuk formuleren we vanuit SLO als opdrachtnemer en uitvoerder van de actualisatie van de examenprogramma's de belangrijkste aanbevelingen om een effectieve implementatie te ondersteunen. Deze adviezen zijn gericht aan het ministerie van OCW, als stelselverantwoordelijke, opdrachtgever van de actualisatie van examenprogramma's en verantwoordelijke voor de implementatie van de nieuwe examenprogramma's. De adviezen bouwen voort

op het SLO-advies voor de implementatie van kerndoelen (Groenendijk et al., 2024) en zijn vakspecifiek aangevuld vanuit de adviezen van leraren en schoolleiders die meededen aan het beproeven van de verschillende examenprogramma's in schooljaar 2025-2026 en van O&O in het bijzonder.

We ordenen de adviezen aan de hand van drie categorieën van factoren die cruciaal zijn voor implementatie: structureel, menselijk en materieel (McKenney, 2017; Nieveen et al., 2022).

4.3.2 Structureel

Sturing
Effectieve sturing van het implementatieproces is een cruciale voorwaarde voor de invoering van nieuwe examenprogramma's in de bovenbouw vo. SLO vraagt van het ministerie van OCW als stelselverantwoordelijke om de regie op de implementatie voortvarend op te pakken en de partijen die hierin een rol spelen, bij elkaar te brengen. Scholen zoeken hier naar meer duidelijkheid. Daarnaast valt of staat de uiteindelijke actualisatie ook met toezicht dat op een lijn is gebracht is met de uitgangspunten van de actualisatie.

Voor een succesvolle landing van de nieuwe examenprogramma's is het van wezenlijk belang dat voor verschillende actoren er gecoördineerde en gerichte communicatie is over het overkoepelende verhaal van de vernieuwing. Waarom is deze nodig en wat is de bedoeling van de vernieuwing? Voor alle direct betrokken actoren moet duidelijk zijn welk positief effect het vernieuwde curriculum kan hebben op:

- studie, vervolgopleiding en maatschappelijke participatie van iedere leerling;
- curriculumbewust handelen in het schoolteam, inclusief het maken van weloverwogen keuzes bij de vertaling van het beoogde curriculum naar eigen onderwijspraktijk.

Daarnaast is per vak een duidelijke kernboodschap over de kern van de vernieuwing noodzakelijk. Hierbij zijn juist vakverenigingen een hele belangrijke speler voor het uitdragen van de bedoeling achter de vernieuwing van de examenprogramma's. De overkoepelende boodschap, zowel van de gehele vernieuwing als de kernboodschap per vak, is nodig om binnen de school alle neuzen dezelfde kant op te krijgen.

De implementatie van de nieuwe kerndoelen en examenprogramma's vereist ook evaluatie. Kleinschalig onderzoek kan helpen om inzichten over goed werkende praktijken te ontwikkelen, te verzamelen en te delen. Plan daarom als

stelselverantwoordelijke fundamenteel en/of praktijkgericht onderzoek naar de herziening. Curriculum moet een belangrijk onderzoeksthema worden, dat landelijk wordt gecoördineerd. Richt daarnaast structurele monitoring in om de voortgang op de scholen ten aanzien van het implementeren van de curricula te volgen, om vragen die leven op scholen op te halen, en om input te verzamelen voor een volgende periodieke herijking van het curriculum.

Voor de implementatie van de examenprogramma's geeft SLO specifiek en aanvullend op bovenstaande punten de volgende adviezen:

- Formuleer een bondige implementatieagenda voor de invoering van de examenprogramma's en zorg ervoor dat de inspanningen van de betrokken organisaties goed afgestemd worden.
- Stem deze af met de implementatieagenda van de kerndoelen onderbouw vo en benut ze voor de invoering van alle examenprogramma's voor avo-vakken die er nog aankomen. Neem hierbij waar relevant ook de vernieuwing bij de beroeps- en praktijkgerichte vakken mee.
- Communiceer expliciet over de hoeveelheid tijd waarvoor het vak is ontworpen in de verschillende schoolsoorten en leerwegen. Waak hierbij voor normen en voorschriften in de lesroosters, maar formuleer aanbevelingen voor roostering en geef voorbeelden van andere manieren dan contacturen/lesuren; dit om recht te doen aan de inhoud en omvang van de geactualiseerde examenprogramma's.
- Zorg voor helderheid op korte termijn over de positie van het huidige referentiekader en de toekomst ervan: welke functie het heeft, hoe het zich verhoudt tot de examenprogramma's en wat de consequenties zijn voor de implementatie van de examenprogramma's en syllabi.
- Organiseer systematisch zicht op het uitgevoerde en gerealiseerde curriculum O&O in een doorlopende leerlijn onderbouw vo-bovenbouw vo, zodat helder is welke aanpassingen in een doorlopende leerlijn op kortere en langere termijn nodig zijn.

Tijd en facilitering

De invoering van nieuwe examenprogramma's vraagt om een planmatige aanpak. Ze kan alleen succesvol zijn als leraren, de vaksectie en andere betrokkenen in de school voldoende tijd en ruimte krijgen om zich op de nieuwe doelen te richten, te bespreken hoe zij hier handen en voeten aan willen geven en weloverwogen keuzes kunnen maken. Voor de implementatie van de examenprogramma's O&O geeft SLO daarom de volgende adviezen:

- Prioriteer de curriculumvernieuwing en voorkom nieuwe of vigerende beleidsaccenten. Geef scholen ook de rust en ruimte om aan te sluiten bij hun eigen startsituatie, schoolvisie en ontwikkelingen.
- Geef scholen voldoende tijd en middelen om de examenprogramma's te vertalen naar goed onderwijs en passende toetsing en examinering, inclusief herziening van het PTA. Doe hierbij aan duidelijk verwachtingsmanagement en waak voor belasting met nieuwe tussentijdse wensen en aanpassingen van het curriculum.

4.3.3 Menselijk

Toerusting van nieuwe leraren
Voor aankomende leraren is het van belang dat er in hun opleiding aandacht wordt besteed aan de nieuwe kerndoelen en de examenprogramma's. Schoolleiders gaven tijdens de fase van beproeven meermaals aan dat lerarenopleidingen zeer verschillend op de hoogte zijn en actief bezig zijn met de nieuwe kerndoelen en examenprogramma's. SLO adviseert daarom het volgende:

- Investeer in en faciliteer uitwisseling tussen lerarenopleidingen, vakverenigingen, regionale netwerken, vaksteunpunten en de Stichting Technasium voor de toerusting van zowel nieuwe als zittende leraren ten aanzien van de nieuwe kerndoelen onderbouw vo en examenprogramma's.
- Benadruk in de communicatie hierbij niet alleen het belang van vakinhoudelijke toerusting, maar ook in toerusting op het gebied van digitale geletterdheid. Dit is noodzakelijk omdat digitalisering en met name AI veel invloed heeft op onderwijs en toetsing.

Toerusting van zittende leraren
De invoering van nieuwe examenprogramma's vraagt om professionalisering binnen en buiten de school. Dit zou idealiter gebeuren in de vorm van regionale professionele leergemeenschappen (PLG's) en kleinschalige proeftuinen, van waaruit de resultaten worden vertaald en opgeschaald naar toepassingen voor het brede onderwijsveld. Leraren en schoolleiders geven aan dat er voldoende (ontwikkel)tijd moet zijn en dat deze voldoende benut moet worden voor werksessies, trainingen, workshops, enzovoort.

Verder geven de leraren aan dat ze het fijn zouden vinden als er een ondersteuningsstructuur opgezet kan worden in de vorm van een platform waar leraren elkaar kunnen vinden om elkaar vragen te stellen en *good practices* met betrekking tot het onderwijs- en toetsprogramma uit te wisselen.

Daarnaast staat of valt de implementatie van de geactualiseerde examenprogramma's bij een stimulerende medewerkerscultuur in de scholen. Schoolleiders noemen dit dan ook als belangrijkste implementatiefactor. Geef scholen tijd en ruimte om hieraan te werken in het licht van de (aanstaande) curriculumvernieuwing.

Ten slotte geven leraren en schoolleiders die deelnamen aan de fase van beproeven ook de volgende punten aan, die gelden voor zowel zittende als nieuwe leraren:

- Geef uitleg over de opbouw van de nieuwe examenprogramma's en hoe het tot elkaar verhoudt met de eindtermen bestaande uit doelzin, uitwerking (het gaat hierbij om) en illustratie (te denken valt aan).
- Geef uitleg over de verschillende type doelen (beheersing, ervaring en hybride) met hierbij handvatten voor onderwijsaanbod en toetsing en beoordeling.
- Ondersteun leraren bij het vakgericht uitwerken van loopbaanontwikkeling.
- Ondersteun leraren bij het (behouden van het) interdisciplinair werken bij O&O.
- Ondersteun leraren bij het ontwikkelen van PTA's door te laten zien wat moet en wat mag.
- Faciliteer en ondersteun bestaande netwerken zoals die van de Stichting Technasium, vakverenigingen en (vak)steunpunten, landelijk en regionaal, zodat leraren de mogelijkheid hebben tot (digitale) ontmoeting, uitwisseling en bijscholing. Dit kan bijvoorbeeld via platformen, PLG's, bovenschoolse kennisnetwerken, proeftuinen én korte cursussen en trainingen.
- Benadruk in de communicatie hierbij niet alleen de vakinhoudelijke toerusting, maar ook de toerusting op het gebied van digitale geletterdheid en ICT-vaardigheden, waaronder het inzetten van digitale hulpmiddelen.

Toerusting van schoolleiders

Schoolleiders spelen en belangrijke rol in onder andere het agenderen van de nieuwe kerndoelen, examenprogramma's en syllabi in de school, het faciliteren van het gesprek over curriculumontwikkeling, professionele ontwikkeling en organisatorische ontwikkeling in samenhang, en het maken van curriculumbewuste keuzes. Schoolleiders geven aan behoefte te hebben aan professionalisering ineffectief coachen op vragen zoals 'Hoe geef je leiding aan curriculumvernieuwing?', 'Wat is curriculair leiderschap?' en 'Hoe ga je het 'goede gesprek' aan?'. Ook kennis van de grootste veranderingen en de mogelijkheden op het gebied van samenhang tussen vakken worden genoemd.

Verder geven schoolleiders aan behoefte te hebben aan een (klein) netwerk van schoolleiders die bezig zijn met de brede curriculumvernieuwing. Zo'n netwerk kan zich richten op het delen en uitwisselen van *good practices* met betrekking tot de implementatie van kerndoelen en examenprogramma's, de inrichting van schoolexaminering en het bijstellen van lessentabellen. Dit zou kunnen via een vergelijkbaar platform, zoals zojuist benoemd bij de leraren. Daarnaast hebben schoolleiders behoefte aan tijdige informatie over fasering, wetgeving, laatste ontwikkelingen en de definitieve uitwerking van de examenprogramma's en syllabi. Ook dit zien zij bij voorkeur gebundeld op één platform. De stichting Technasium zou hierin een rol kunnen spelen.

Schoolleiders noemen dat scholen die niet hebben deelgenomen aan de fase van beproeven een grote kennisachterstand hebben. Expertkennis van schoolleiders en leraren die wél hebben deelgenomen is hierbij van grote waarde.

Integrale schoolontwikkeling
Leraren geven de urgentie aan van het breed dragen van de curriculumherziening en de rol van de schoolleider hierbij in visievorming, communicatie en facilitering. Het is hierbij van belang dat de volgende randvoorwaarden worden besproken door schoolleiders en kartrekkers en in het schoolteam:

- *Vertrekpunt van de school*
  - verkennen van de startsituatie: onderzoeken wat de verbinding met de onderwijsvisie is, hoe de actualisatie reeds ingezette curriculumontwikkelingen op school kan versterken, wat de kwaliteit van onderwijs is, en hoe deze (verder) kan worden versterkt.
- *Curriculumontwikkeling*
  - verkennen van de rol van het curriculum in het leren van de leerling: de dialoog organiseren over waartoe leerlingen worden opgeleid, wat werkt voor de leerlingpopulatie en in hoeverre het curriculum aansluit bij buitenwereld en leefwereld van de leerlingen;
  - evalueren in hoeverre het huidige toetsbeleid past bij de ontwerpprincipes van de curriculumvernieuwing, waaronder de eigenstandige, complementaire en gelijkwaardige positie van het schoolexamen en de plek van ervaringsdoelen naast beheersingsdoelen in onderwijs en toetsing.
- *Organisatieontwikkeling*
  - verkennen wat het actualiseren van het curriculum betekent voor de inrichting van de schoolorganisatie: structurele gezamenlijke tijd voor curriculumontwikkeling, ondersteunende organisatiestructuren en belegde verantwoordelijkheid voor samenhang en kwaliteit op meerdere niveaus. De consequenties van de gefaseerde invoering van

de kerndoelen en examenprogramma's verdienen hierbij expliciet de aandacht;
    - afstemming organiseren tussen O&O en de andere vakken, zodat de verbinding met andere avo-, praktijk- en beroepsvakken waar passend kan worden vormgegeven;
    - evalueren in hoeverre de huidige lessentabellen passen bij de ontwerpprincipes van de curriculumvernieuwing en bij de eigen schoolcontext;
    - evalueren wat aanpassen van het huidige toetsbeleid, inclusief het op een lijn brengen van visie, toetsvorm en onderwijs, vraagt van de schoolorganisatie, bijvoorbeeld als het gaat om vormen van toetsing, AI en ICT.
- *Professionele ontwikkeling*
    - ervoor zorgen dat leraren, vaksectiecoördinatoren, schoolleiders, de examencommissie en andere betrokkenen goed geïnformeerd zijn over de curriculumherziening voor zowel de onder- als bovenbouw;
    - verkennen wat er in de school aanwezig is en waar versterking nodig is: inzicht in kennis en kunde in het team, inzicht in professionaliseringsbehoeften, ruimte en veiligheid bieden om andere manieren van werken, onderwijs, toetsen en schoolexaminering in de praktijk te brengen. Denk daarover met leraren mee.

4.3.4 Materieel

Leermiddelen en digitale hulpmiddelen
De implementatie van de examenprogramma's vraagt om goede leermiddelen, waarin bedoeling en nieuwe inhouden in terug te vinden zijn. Hierbij vraagt de vernieuwing van O&O expliciet om voldoende handzame digitale hulpmiddelen. Meermaals hebben leraren tijdens het beproeven benadrukt dat de inzet van digitale hulpmiddelen en ICT vraagt om veel en brede inspanning, al vanuit de onderbouw vo.

- Zorg ervoor dat leermiddelenmakers vanuit een gelijk speelveld zo spoedig mogelijk na oplevering van de examenprogramma's worden geïnformeerd over de bedoeling en nieuwe inhouden. Illustreer dit met voorbeelden van onderwijs en toetsing uit de fase van beproeven.
- Zorg hierbij voor extra aandacht voor voldoende vernieuwend onderwijs- en toetsmateriaal voor de nieuwe inhouden.
- Zorg ervoor dat de materialen inzicht geven in welke opbrengsten per schoolsoort/leerweg worden beoogd, in een doorlopende leerlijn en opbouw van leerjaren.
- Zorg voor concreet, begrijpelijk en toepasbaar ondersteuningsmateriaal bij denk- en werkwijzen.

- Ontwikkel lesmateriaal over het domein *Aard van natuurwetenschappen en technologie*, dat past bij het karakteristieke van het O&O-onderwijs.
- Zorg voor extra informatie over vakinhouden (onderzoeks- en ontwerpprocessen, aard van natuurwetenschappen en technologie, zelfregulatie, samenwerken) en beoordelingsmodellen bij creatieve processen en samenwerking.

Toetsing en examinering

Voor een succesvolle invoering van de nieuwe examenprogramma's is een goede afstemming met toetsing en examinering noodzakelijk. Veel leraren en schoolleiders gaven tijdens de fase van beproeven aan meer houvast nodig te hebben als het gaat om passend toetsbeleid, de plek van ervaringsdoelen in het onderwijs en toetsing en rijke schoolexaminering.

- Vraag vakverenigingen, regionale (vak)steunpunten en lerarenopleidingen te investeren in (na)scholing ten aanzien van het valide verzamelen van bewijzen van leren, passende toetsvormen en betrouwbare beoordeling, al dan niet in samenhang met andere vakken.

5 Referenties

Ağırdağ, O., Biesta, G., Bosker, R., Kuiper, R., Nieveen, N., Raijmakers, M., Van Tartwijk, J., & Van Boogaard, M. (2021). *Kaders voor kansen; Naar een beoordelingskader kansengelijkheid voor het funderend onderwijs. Verdiepende studie wetenschappelijke curriculumcommissie.* Curriculumcommissie.

Barak, M., Ginzburg, T. & Erduran. S. (2022). Nature of engineering - a cognitive and epistemic account with implications for engineering education. *Science & Education*, 33, 679-697. https://doi.org/10.1007/s11191-022-00402-7

Bell, R., Mulvey, B. & Maeng, J. (2012). Beyond understanding: process skills as a context for nature of science instruction. In: M.S. Khine (ed.), *Advances in Nature of Science Research*, Springer. https://doi.org/10.1007/978-94-007-2457-0_11

Curriculum.nu. (2019) Voorstel Leergebied Mens & Natuur. In: *Samen bouwen aan het primair en voortgezet onderwijs van morgen Natuur.* Curriculum.nu https://curriculum.nu/download/mn/Voorstellen-ontwikkelteam-Mens-en-Natuur.pdf

Definitieve conceptexamenprogramma's O&O havo en vwo. (SLO, 2026). https://www.slo.nl/thema/meer/actualisatie-kerndoelen-examenprogramma/actualisatie-examenprogramma/examenprogramma-natuurwetenschappelijke/

Dillon, J., & Osborne, J. (2010). How Science Works: What is the nature of scientific reasoning and what do we know about students' understanding? Good Practice in Science Teaching. In J. Dillon (Ed.), *Good Practice in Science Teaching* (pp. 20-45). Open University Press.

Driver, R., Leach, J., Millar, R., & Scott, P. (1996). *Young people's images of science*. Open University Press.

Groenendijk, T., Van Dieren, S., & Ottens, C. (2024). *Advies implementatie kerndoelen: Samen tot goed onderwijs komen met de nieuwe kerndoelen*. SLO.

Kerndoelen voorgezet onderwijs. (SLO, 2026). https://www.slo.nl/thema/meer/actualisatie-kerndoelen-examenprogramma/actualisatie-kerndoelen/definitieve-conceptkerndoelen-mens-0/

McKenney, S. (2017). *Een infrastructuur voor de professionele groei van docenten.* (Oratie). Universiteit Twente.

National Research Council (2013). *Next Generation Science Standards: For States, By States*. The National Academies Press. https://doi.org/10.17226/18290

Nieveen, N., McKenney, S., Visscher, A., Spiele, S., Wakamiya, R., & Frissen, J. (2022). *Perspectives on curriculum change: An overview study to provide insights for the Dutch context*. University of Twente.

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.

Rivet, A., Weiser, G., Lyu, X., Li, Y., & Rojas-Perilla, D. (2016). What Are Crosscutting Concepts in Science? Four Metaphorical Perspectives In: Looi, C. K., Polman, J. L., Cress, U., and Reimann, P. (Eds.). *Transforming Learning, Empowering Learners: The International Conference of the Learning Sciences (ICLS) 2016*, Volume 2. International Society of the Learning Sciences. https://repository.isls.org/bitstream/1/356/1/149.pdf

Sijbers, J. & Woldhuis, E. (2021). *Startnotitie natuurwetenschappelijke vakken.* SLO. https://www.slo.nl/@20067/startnotitie-natuurwetenschappelijke/

SLO (2012). Examenprogramma onderzoek & ontwerpen (O&O). https://www.slo.nl/sectoren/havo-vwo/onderzoek-ontwerpen-havo-vwo/onderbouw/onderwijsdoelen/

SLO (2025). *Definitieve conceptkerndoelen mens en natuur*. SLO. https://www.slo.nl/thema/meer/actualisatie-kerndoelen-examenprogramma/actualisatie-kerndoelen/definitieve-conceptkerndoelen-mens-0/

Sol, Y., & Visser, A. (2023). *Vaardigheden in het landelijke curriculum. Verantwoording van de categorisering en definiëring van vaardigheden bij de actualisatie van kerndoelen en examenprogramma's.* SLO. https://www.slo.nl/publish/pages/20348/vaardigheden-in-het-landelijke-curriculum.pdf

Van Dieren, S., Van Noorel, A., & Rhodes, M. (2025). *Periodiek curriculumonderhoud - adviesrapport.* SLO.

Bijlagen

1 Samenstelling vakvernieuwingscommissie

De volgende leraren, vakexperts, curriculumexperts en procesregisseur maakten deel uit van de vakvernieuwingscommissie.

Voor O&O:

- Arjen Nawijn, vakexpert
- Elise van Beek, leraar
- Marijn Meijer, curriculumexpert
- Peter Visser, leraar
- Roos Offringa, leraar
- Thijs Goedegebure, curriculumexpert

Voor andere natuurwetenschappelijke vakken:

- Aafke Oldenbeuving, curriculumexpert
- Angus Hoefs, leraar
- Bas van Rijen, vakexpert
- Berenice Michels, procesregisseur
- Elise Quant, vakexpert
- Erik Woldhuis, curriculumexpert
- Gerdien Hoogveld-van der Veer, leraar
- Gjalt Prins, vakexpert
- Herbert van de Voort, leraar
- Ingeborg van der Neut, leraar
- Jeffrey Gradener, vakexpert
- Jeroen Sijbers, curriculumexpert
- Joep van de Wouw, leraar
- Joop Vaneker, leraar
- Joost van Buchem, vakexpert
- Kees Kleinbloesem, leraar
- Kelvin Klemans, leraar
- Kim Krijtenburg-Lewerissa, vakexpert
- Maaike Albrecht-Vollebregt, leraar
- Maartje Brouwers, curriculumexpert
- Martin Mollema, leraar
- Martin Vos, vakexpert
- Micha Ummels, vakexpert
- Michiel Kroon, leraar
- Miranda Onstenk, leraar
- Nellie Schutte, leraar
- Remko Schoot Uiterkamp, leraar
- René van der Veen, leraar
- Tess Bierhuizen, leraar
- Theo Reijnen, leraar
- Tycho Malmberg, vakexpert

2 Samenstelling advieskring

De volgende vakverenigingen, (maatschappelijke) organisaties, netwerken en instellingen voorzagen de vakvernieuwingscommissie van feedback:

- Boaz van der Plas als vertegenwoordiger van hbo-vervolgopleidingen
- Jamila de Jong als vertegenwoordiger van wo-vervolgopleidingen
- KIVI
- Koninklijke Nederlandse Chemische Vereniging (KNCV)
- Nederlands Instituut voor Biologie (NIBI)
- Nederlandse Natuurkundige Vereniging (NNV)
- NVON
- Samenwerkingsorganisatie Beroepsonderwijs Bedrijfsleven (SBB)
- Stichting Technasium
- Vereniging NLT

3 Geraadpleegde vakexperts

Vooraf benoemd

De volgende experts zijn vooraf benoemd om hun input en feedback te geven:
Fred Janssen (UL)

- Gerald van Dijk (HU)
- Janneke Verloop (HR)
- John van Hukom (HvA)
- Rutger van de Sande (Fontys Hogeschool)
- Wouter van Joolingen (UU)

Gedurende het proces geraadpleegd

De volgende experts zijn gedurende het ontwikkelproces gevraagd om hun input en feedback te geven:

- Arjen Wals (WUR)
- Harrie Eijkelhof (UU)
- Marcel Kamp (RU)
- Peter Duifhuis (UU)

4 Materiaalontwikkelaars O&O

- Anne Schellekens, Stichting Technasium
- Annemieke van Harten, leraaropleider
- Elise van Beek, leraar
- Elise Quant, leraaropleider
- Iris Weijer, leraar
- Jony Heerink, leraaropleider
- Wilco Zwijnnis, Stichting Technasium

5 Beschrijving handelingswerkwoorden

Hieronder presenteren we een lijst met handelingswerkwoorden die in de examenprogramma's natuurwetenschappelijke vakken veel gebruikt worden, en aan verschillende interpretaties onderhevig kunnen zijn.

Handelingswerkwoord	Omschrijving
Aanpassen	Met een specifiek doel veranderen of bijstellen van een gegeven situatie, zoals een model, opstelling of voorschrift.
Aanwijzen	Op basis van kennis van een concept in een beschrijving, zoals een tekst of figuur, aangeven waar sprake is van dat concept.
Afstemmen	Ervoor zorgen dat verschillende mensen, ideeën, werkzaamheden of verwachtingen goed op elkaar aansluiten.
Afwegen	Verschillende mogelijkheden, voor- en nadelen of belangen met elkaar vergelijken om een goede keuze te kunnen maken.
Analyseren	Ontleden van iets in onderdelen en de kwantitatieve en kwalitatieve relaties daartussen verhelderen.
Benoemen	De correcte naam – in vaktaal – geven aan iets.
Beoordelen	Bepalen van waarde, kwaliteit of geschiktheid van een gegeven situatie op basis van normen, criteria of doelstellingen.
(Be)redeneren	Gebruiken van correcte en passende logische denkstappen.
(Be)rekenen	Op basis van berekeningen kwantitatieve uitspraken doen.
Beschrijven	Eerder aangeboden feiten of kwantitatieve en kwalitatieve relaties tussen feiten weergeven, bijvoorbeeld in een tekst of figuur.
Communicatie onderhouden	Ervoor zorgen dat het overbrengen van informatie in stand blijft.
Deelnemen aan	Actief meedoen aan een activiteit of discussie.
Ervaringen op doen met	Kennis of inzicht opdoen, verkregen door observatie en betrokkenheid.
Evalueren	Een onderbouwd waardeoordeel geven.
Formuleren	Iets op een duidelijke en gestructureerde manier uitdrukken.

Interpreteren	Betekenis geven aan iets abstracts.
Inventariseren	Een overzicht maken van instrumenten, materialen, kennis of informatie die voorhanden is of in bezit is.
Inzicht tonen	Laten zien dat relaties tussen begrippen, feiten en processen worden begrepen.
Kiezen	Een selectie maken uit twee of meer alternatieven.
Maken	Iets vervaardigen dat nog niet bestond.
Modelleren	(Zie begrippenlijst van het examenprogramma.)
Onderbouwen	Een uitspraak voorzien van argumenten
Onderzoeken	In een context relevante vaardigheden toepassen om tot een antwoord op een vraag te komen.
Ontwerpen	Relevante vaardigheden toepassen om tot een product (inclusief dienst) te komen dat in een behoefte voorziet.
Opstellen	Iets op een gestructureerde manier weergeven in bijvoorbeeld een tekst, figuur, formule of chemische notatie.
Ordenen	Arrangeren, classificeren en rangschikken van objecten, informatie of taken op een logische en gestructureerde manier.
Oriënteren	Verkrijgen van inzicht in waar iemand zich bevindt of het nagaan van keuzes of mogelijkheden.
Plannen	Vooruitdenken en organiseren van een activiteit of taak om deze effectief en efficiënt uit te voeren.
Presenteren	Informatie, ideeën of producten laten zien of horen aan een publiek.
Reflecteren	Systematisch toepassen van relevante vaardigheden om je bewust te worden van de opvattingen en aannames die onder het (eigen) handelen ligt.
Registreren	Vastleggen van gegevens of informatie
Samenwerken	Gezamenlijk uitvoeren van een taak, activiteit of opdracht door gebruik te maken van elkaars kwaliteiten.
Schatten	Een afstand, grootte of hoeveelheid bij benadering bepalen.
Toepassen	Bekende kennis en procedures gebruiken in nieuwe situaties.
Verbanden leggen	Een relatie tussen twee of meer onderwerpen zoeken en op basis daarvan een uitspraak doen.

Vergelijken	Overeenkomsten en/of verschillen aangeven.
Verkennen	Onderzoeken, ontdekken of nader bekijken van een bepaald onderwerp, gebied of situatie.
Verklaren	Iets herleiden tot oorzaken of onderliggende mechanismen.
Verwerken	Gegevens omzetten en weergeven in een andere vorm.
Verwoorden	Een gedachte (redenering, mening, interpretatie etc.) weergeven met woorden.
Voorbereiden	Treffen van nodige maatregelen, opstellen van instructies of uitvoeren van activiteiten om klaar te zijn voor een toekomstige gebeurtenis of activiteit.
Werken aan	Actief bezig zijn met een activiteit, taak of handeling die leidt tot een eindresultaat.

6 Differentiatie havo en vwo O&O

In onderstaande tabel is per eindterm (a) en uitwerking (b) aangegeven als a.b waar er een verschil is tussen de examenprogramma's havo en vwo.

Nummer a.b	havo	vwo
1.5	Verkennen	Afwegen
7.1	Met hulp communicatie onderhouden	Communicatie onderhouden
8.4 (alleen vwo)		Evalueren van een zelf geformuleerde onderzoeks- of ontwerpvraag op eenduidigheid, haalbaarheid en relevantie
9 doelzin	Systematisch uitvoeren	Systematisch en iteratief uitvoeren
9.1	Toepassen van een ontwerpmethodiek	Toepassen van een ontwerpmethodiek en hierbij gebruikmaken van divergerend, associatief en convergerend denken
9.2	Plannen van een ontwerpproces	Plannen van een cyclisch ontwerpproces
10.1	Toepassen van een onderzoeksmethodiek	Onderbouwen dat de gekozen onderzoeksmethodiek valide en reproduceerbaar is
10.3	Veilig, doelmatig en duurzaam gebruiken van materialen en digitale en niet-digitale instrumenten	Onderbouwen waarom welke materialen en digitale en niet-digitale instrumenten veilig, doelmatig en duurzaam worden ingezet
15.2	Beschrijven van de beperkingen van een model	Analyseren van de beperkingen van een model
15.4 (alleen vwo)		Ontwerpen van een model om verschijnselen inzichtelijk te maken
Domein *Denkwijzen*	Kern bestaat uit drie eindtermen	Kern bestaat uit vier eindtermen
18.1	Beschrijven van oorzaak en gevolg	Analyseren van oorzaak en gevolg
21.1	Beschrijven van een gegeven situatie als een systeem met systeemgrenzen en deelsystemen	Analyseren van een gegeven situatie als een systeem met systeemgrenzen, deelsystemen en hiërarchie van deelsystemen
21.2	Beschrijven van een gegeven systeem met invoer, uitvoer, interacties en terugkoppeling	Analyseren van een gegeven systeem met invoer, uitvoer, interacties en terugkoppeling
21.3 (alleen vwo)		Redeneren over een systeem met een model
23.1	Beschrijven van situaties met energieomzettingen, kringlopen of transport	Analyseren van situaties met energieomzettingen, kringlopen of transport
24.1	Beschrijven of er sprake is van een evenwichtssituatie	Beredeneren of er sprake is van een evenwichtssituatie

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.

slo

Bezoekadres
Stationsplein 1
3818 LE Amersfoort

Postadres
Postbus 502
3800 AM Amersfoort

T +31 (0)33 484 08 40
E info@slo.nl
W www.slo.nl

company/slo