

Startnotitie natuurweten- schappelijke vakken

Bovenbouw voortgezet onderwijs

SLO, september 2021



Verantwoording



**2021 SLO (nationaal expertisecentrum leerplanontwikkeling),
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: Jeroen Sijbers en Erik Woldhuis

Informatie

SLO

Postbus 502, 3800 AM Amersfoort

Telefoon (033) 4840 840

Internet: www.slo.nl

E-mail: info@slo.nl

Inhoudsopgave

1. Inleiding	4
2. Huidige situatie en positie van de natuurwetenschappelijke vakken	5
2.1 Natuurwetenschappelijke vakken op het vmbo	5
2.2 Natuurwetenschappelijke vakken op het havo/vwo	6
3. Ontwikkelingen	6
3.1 Maatschappelijke ontwikkelingen	6
3.2 Curriculaire ontwikkelingen	9
4. Curriculaire uitdagingen	11
4.1 Generieke curriculaire uitdagingen	11
4.2 Curriculaire uitdagingen vmbo	13
4.3 Curriculaire uitdagingen havo/vwo	17
5. Voorwaarden	17
5.1 Voorbereidingstijd	17
5.2 Docentprofessionalisering	18
5.3 Eenduidige naamgeving vakken	18
6. Conclusie	18
7. Bronnenlijst	20

1. Inleiding

Vanaf najaar 2021 worden vakvernieuwingscommissies opgestart voor het ontwikkelen van concept-examenprogramma's voor een aantal vakken in de bovenbouw van het voortgezet onderwijs. Startnotities zijn daarbij een belangrijk instrument. Ze brengen per vakgebied de uitgangspunten en ontwikkelingen binnen onderwijsbeleid, onderzoek, onderwijspraktijk en samenleving in kaart en leggen zo een solide basis onder het ontwikkelwerk.

Dat geldt ook voor deze startnotitie, die specifiek zicht biedt op de relevante en actuele ontwikkelingen voor de bijstelling van de examenprogramma's van de natuurwetenschappelijke vakken in de bovenbouw van vmbo, havo en vwo. De startnotities zijn geschreven door SLO en bij de totstandkoming zijn externe deskundigen betrokken geweest, onder wie vertegenwoordigers van de vakvereniging, leraren, lerarenopleiders, toetsdeskundigen, wetenschappers en vakdidactici. De notitie bestaat uit de volgende onderdelen:

1. Inleiding
2. Huidige situatie en positie van de natuurwetenschappelijke vakken
3. Ontwikkelingen
4. Curriculaire uitdagingen
5. Voorwaarden
6. Conclusies
7. Bronnen

Deze startnotitie integreert ook opbrengsten en adviezen van de ontwikkelteams voor de natuurwetenschappelijke vakken in het kader van Curriculum.nu (2019) en de eerder ontwikkelde startnotities (SLO, 2018).

De vakvernieuwingscommissies van de natuurwetenschappelijke vakken zullen deze startnotitie gebruiken als input voor het ontwikkelen van de examenprogramma's van de natuurwetenschappelijke vakken in de bovenbouw van het voortgezet onderwijs.

Andere input omvat de werkopdracht van het ministerie van OCW aan SLO en de operationalisering daarvan in werkinstructies; de adviezen van de curriculumcommissie waaronder het hanteren van een rationale bestaande uit de doeldomeinen kwalificatie, socialisatie en persoonsvorming; de huidige examenprogramma's en de voorstellen van Curriculum.nu.

2. Huidige situatie en positie van de natuurwetenschappelijke vakken

De situatie van de curricula van de natuurwetenschappelijke vakken in de bovenbouw is op het vmbo fundamenteel anders dan op het havo of vwo. De examenprogramma's op het vmbo zijn namelijk in 1999 voor het laatst inhoudelijk vernieuwd, terwijl in 2013 nog helemaal vernieuwde examenprogramma's zijn ingevoerd op het havo en vwo. Daarom zullen we in deze notitie regelmatig de vakken op het vmbo enerzijds en op het havo/vwo anderzijds apart bespreken.

2.1 Natuurwetenschappelijke vakken op het vmbo

Het vmbo kent de vakken biologie, natuur-/scheikunde 1 (nask1) en natuur-/scheikunde 2 (nask2)¹. De onderstaande tabel geeft een overzicht van de huidige situatie per vak, inclusief het aantal leerlingen dat in 2019 examen deed voor het vak in kwestie (duo, z.d. a).

	Biologie	Nask1	Nask2
Leerwegen	BB, KB, GL, TL	BB, KB, GL, TL	GL, TL
Profielvak	Zorg en welzijn	Techniek ²	-
Profielkeuzevak	Groen/Landbouw, Dienstverlening en Producten	Groen/Landbouw, Dienstverlening en Producten	-
Examenkandidaten GL en TL 2019	33.000	17.000	10.500
Examenkandidaten BB en KB 2019	20.100	12.200	-

¹ De naam nask2 suggereert dat het voortbouwt op nask1. Dit is niet het geval. In de bovenbouw van het vmbo gaat het bij nask1 (voornamelijk) om natuurkunde-inhouden en bij nask2 (voornamelijk) om scheikunde-inhouden. Het is mogelijk om examen te doen in nask2, zonder examen te doen in nask1.

² Voor BB, KB en GL gaat het hier om produceren, installeren & energie, bouwen, wonen & interieur, maritiem & techniek, mobiliteit & transport en media, vormgeving en ICT.

2.2 Natuurwetenschappelijke vakken op het havo/vwo

Op het havo en vwo vallen de volgende vakken onder de natuurwetenschappelijke vakken: biologie, natuurkunde, scheikunde, Algemene Natuurwetenschappen (ANW), Onderzoeken en Ontwerpen (O&O) en Natuur, Leven en Technologie (nlt). Uitgangspunt in deze vernieuwing is dat profiel(keuze)vakken worden herzien en daarom wordt ANW niet meegenomen. De onderstaande tabel geeft een overzicht van de huidige situatie voor deze vakken, inclusief het aantal leerlingen dat in 2019 examen deed voor het vak in kwestie (duo, z.d. b,c).

	Biologie	Natuurkunde	Scheikunde	O&O	NLT
Profielvak	N&G	N&T	N&G, N&T	-	-
Profielkeuzevak	N&T	N&G	-	N&G, N&T	N&G, N&T
Examenkandidaten havo 2019	26.800	18.100	25.700	1.100	4.200
Examenkandidaten vwo 2019	23.100	23.400	25.400	1.200	3.500

3. Ontwikkelingen

We bespreken in dit hoofdstuk maatschappelijke ontwikkelingen en curriculaire ontwikkelingen. Met beide dient rekening gehouden te worden bij een herziening van de examenprogramma's voor de natuurwetenschappelijke vakken.

3.1 Maatschappelijke ontwikkelingen

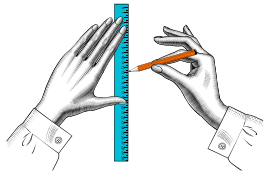
Natuurwetenschappen en techniek staan niet op zichzelf, maar spelen een steeds grotere rol in de maatschappij. In dit hoofdstuk wordt een vijftal ontwikkelingen besproken die invloed hebben op het onderwijs in de natuurwetenschappen.

(Wetenschappelijk) burgerschap

Wetenschappelijke kennis speelt een steeds belangrijkere rol in de snel veranderende wereld om ons heen. Denk bijvoorbeeld aan de discussies rond vaccineren, klimaatverandering, voeding en duurzaamheid. Er is een grote vraag naar goed geïnformeerde burgers die onderscheid kunnen maken tussen wetenschappelijke en niet-wetenschappelijke informatie.

De natuurwetenschappelijke vakken kunnen een belangrijke bijdrage leveren aan het op waarde schatten van beschikbare informatie. Er is echter in de huidige vmbo-examenprogramma's nauwelijks expliciet aandacht voor de rol

van (natuur)wetenschap in de samenleving en de manier waarop (natuur)wetenschappelijke kennis tot stand komt. Niet voor niets heeft ook NWO aandacht voor wetenschapscommunicatie onder jongeren uit vmbo (NWO, 2020).



“Wetenschappelijke kennis speelt een steeds belangrijkere rol in de snel veranderende wereld om ons heen.”

Binnen de natuurwetenschappelijke vakken liggen er kansen om de vakinhoudelijke thema's sterker te verbinden met maatschappelijke bewustwording. Hierbij kunnen leerlingen getraind worden in vaardigheden zoals wetenschappelijk denken, meningsvorming, discussies en omgaan met ethische dilemma's.

Naast wetenschappelijk burgerschap, dat in alle natuurwetenschappelijke vakken past, kan het vak biologie ook een bijdrage leveren aan burgerschapsonderwijs rond het thema seksuele diversiteit.

Digitale geletterdheid

De wereld digitaliseert steeds sneller. Kennis komt niet langer alleen uit encyclopedieën en lesmethodes, maar is in alle vormen en maten te vinden op internet. Ook vinden steeds meer digitale middelen hun weg naar natuurwetenschappelijke vakken en beroepen, zoals in de gezondheidszorg, precisielandbouw en de automotive-branchen.

Digitale geletterdheid heeft dus twee duidelijke raakvlakken met de natuurwetenschappelijke vakken:

- Het leren zoeken en selecteren van (digitale) bronnen en informatie, en het beoordelen van de betrouwbaarheid ervan.
- Het leren werken met digitale technologieën en software en het verwerven van bijbehorende werk- en denkwijzen, zoals programmeren, modelleren, omgaan met (big) data, *computational thinking* en feedbacksystemen.

Hiervoor liggen bij alle natuurwetenschappelijke vakken duidelijke kansen. Voor natuurkunde zijn deze het grootst en specifiek bij dit vak speelt ook nog dat de natuurkunde achter de techniek van digitale communicatie aan de orde kan komen.

Techniek en technologie

We zien ook een steeds grotere rol van techniek en technologie in ons dagelijks leven. Het onderwijs heeft een verantwoordelijkheid om een op kennis van zaken gebaseerde houding tegenover techniek en technologie te bevorderen. De natuurwetenschappelijke vakken hebben een belangrijke rol in de voorbereiding op de dagelijkse omgang met techniek en technologie en in de voorbereiding op het gebruik van techniek en technologie tijdens beroepsuitoefening

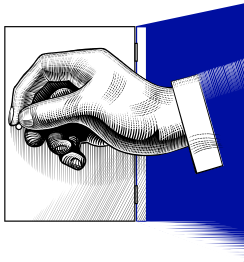
(curriculum.nu, 2017).

Met name op het vmbo mag techniek een belangrijke plek innemen vanwege de enorme baankansen die er voor leerlingen zijn. In dit kader is het interessant om aansluiting te zoeken bij de ontwikkeling van de praktijkgerichte programma's en de beroepsgerichte vakken, omdat hierin technologie vaak een grote rol speelt.

Op het havo/vwo worden er ook kanttekeningen gemaakt met betrekking tot de rol van techniek en technologie in het curriculum. De natuurwetenschappelijke kennisbasis in de monovakken (biologie, natuurkunde en scheikunde) mag niet in het gedrang komen. Daarom is het interessant om juist de vakken NLT en O&O meer op technologie (en digitale geletterdheid) te richten. Het is ook belangrijk om het curriculum zodanig te formuleren dat het toekomstbestendig is, omdat de technologie zich in de praktijk sneller ontwikkelt dan het landelijke curriculum.

Diversiteit en kansengelijkheid

Binnen de natuurwetenschappen en techniek werken van oudsher vooral veel mannen (met vaak een westerse achtergrond). De laatste decennia is er daarom veel aandacht besteed aan het bevorderen van de diversiteit binnen het vakgebied. Het onderwijs speelt een rol bij het realiseren van een voldoende diverse instroom.



“Het onderwijs speelt een rol bij het realiseren van een voldoende diverse instroom binnen de natuurwetenschappen en techniek.”

Bij de keuze voor een bètaprofiel in de bovenbouw zijn jongens en meisjes redelijk evenredig vertegenwoordigd. Wel kiezen meisjes vaker voor de 'zachte' kant van bèta (Zorg & Welzijn of Natuur & Gezondheid) en jongens vaker voor de 'harde' kant (Techniek of Natuur & Techniek). Met name op het vmbo zijn deze verschillen groot. Hier kiest slechts 4 procent van de meisjes voor Techniek, en 6 procent van de jongens voor Zorg en Welzijn (VHTO, z.d.).

Wat betreft cultureel-etnische diversiteit zijn leerlingen met een niet-westerse achtergrond nog ondervertegenwoordigd bij zowel de bètaprofielen als in de bedrijven en organisaties waar deze leerlingen uiteindelijk kunnen werken. Hierbij spelen diverse factoren een rol. Het gebruik van aansprekende contexten en positieve rolmodellen kan helpen om ondervertegenwoordigde groepen leerlingen beter te betrekken bij de natuurwetenschappen en techniek (NLdigital, z.d.; Erasmusplus, 2020).

Interactie en afstemming tussen disciplines

Een van de ontwikkelingen in de hedendaagse wetenschap is die van meer interactie en samenwerking tussen de verschillende disciplines (Evers et al., 2015). De vakken biologie, natuurkunde en scheikunde hebben een sterke eigen identiteit. Ze delen echter ook veel in hun denk- en werkwijzen³. Dit sluit aan bij wat wij uit het veld horen: de wetenschappelijke aanpak biedt kansen voor samenhang, maar ieder vak heeft zijn eigen inhoud. Het ontwikkelen van een gemeenschappelijke taal op het gebied van natuurwetenschappelijke denkwijzen, werkwijzen en vaardigheden kan helpen bij het creëren van samenhang. Ook buiten de natuurwetenschappelijke vakken is afstemming tussen bepaalde vakken relevant, bijvoorbeeld tussen wiskunde en natuurkunde of nask1.

3.2 Curriculaire ontwikkelingen

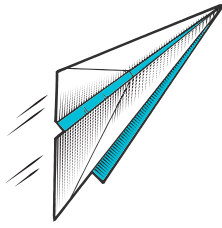
Deze herziening staat niet op zichzelf, maar maakt deel uit van een groter geheel van curriculumherzieningen. In deze paragraaf worden enkele recente curriculaire ontwikkelingen beschreven die invloed (kunnen) hebben op de herziening.

Opbrengsten curriculum.nu

In 2019 leverde het ontwikkelteam Mens & Natuur een voorstel op voor een curriculum voor het primair onderwijs en de onderbouw van het voortgezet onderwijs (curriculum.nu, 2019). In dat rapport zijn bovendien aanbevelingen gedaan voor de bovenbouw.

Het ontwikkelteam is bij het opstellen van opbrengsten uitgegaan van de structuur van het *Framework K-12 Science Education* (NRC,2012) zoals dat is gebruikt voor de *Next Generation Science Standards* (National Research Council, 2013) in de VS. In de structuur van het voorstel wordt uitgegaan van referentiekaders (de aard van wetenschap en technologie), maatschappelijke vraagstukken, denkwijzen (zoals denken in patronen en denken in systemen), werkwijzen (zoals onderzoeken en ontwerpen) en concepten. Het komende traject zal voortbouwen op deze structuur, rekening houdend met de kanttekeningen die door diverse critici zijn geleverd. Zo heeft bijvoorbeeld de curriculumcommissie naar de voorstellen gekeken (Ağirdağ et al., 2020): "De kern van het vakgebied wordt gebaseerd op Next Generation Science Standards (NGSS, 2013). Daarmee is een duidelijke structuur aan de grote opdrachten en de bouwstenen gegeven, maar de motivatie voor deze basis is minder goed (empirisch) onderbouwd. Voor horizontale samenhang tussen de natuurwetenschappelijke vakken is een belangrijke stap gemaakt via gemeenschappelijke denk- en werkwijzen."

³ In het curriculumvoorstel van curriculum.nu voor Mens & Natuur worden bijvoorbeeld gedeelde denk- en werkwijzen genoemd die de samenhang tussen de vakken kunnen versterken (curriculum.nu, 2019).



“Voor horizontale samenhang tussen de natuurwetenschappelijke vakken is een belangrijke stap gemaakt via gemeenschappelijke denk- en werkwijzen.”

Advies NVON 2019

Naar aanleiding van het opleveren van de producten van curriculum.nu heeft de NVON het advies 'Aanbevelingen van de NVON voor de ontwikkeling van het leergebied Mens & Natuur voor de bovenbouw van het voortgezet onderwijs' (NVON, 2019) uitgebracht. Hierin komen onder andere de volgende punten aan bod voor de vakken natuurkunde, scheikunde en biologie:

- Veel docenten zijn tevreden met de nieuwe examenprogramma's voor de havo- en vwo-bovenbouw uit 2013.
- Voor de vmbo-bovenbouw is er een grote(re) noodzaak om de examenprogramma's aan te passen en te actualiseren.
- De samenhang tussen individuele bètavakken kan bevorderd worden, bijvoorbeeld door het afstemmen van voorkennis (wat komt bij welk vak aan bod). Ook kunnen de vakken vaker een gezamenlijk referentiekader hanteren, bijvoorbeeld op het gebied van gedeelde denkwijzen, handelingswerkwoorden en natuurwetenschappelijke vaardigheden (zoals onderzoeken, ontwerpen en modelvorming).
- De examenprogramma's kunnen versterkt worden door knelpunten in het vervolgonderwijs mee te nemen, zoals het omgaan met formules.
- Het risico bestaat dat de vernieuwingen leiden tot een overladen programma.

Syllabusherziening havo/vwo

In september 2020 is een syllabusherzieningstraject gestart voor biologie, natuurkunde en scheikunde voor het havo en vwo, waarbij de opbrengsten van curriculum.nu in ogenschouw zijn genomen. In 2021 zijn eerste conceptsyllabi opgeleverd, die in een veldraadpleging getoetst worden. Als de conceptsyllabi inderdaad weerklank vinden in de veldraadpleging, dan is het belangrijk om voor biologie en scheikunde de ordening in de nieuwe syllabi mee te nemen bij het ontwikkelen van de nieuwe examenprogramma's.

Curriculumherzieningen vmbo

De natuurwetenschappelijke vakken op het vmbo zijn sinds 1999 niet inhoudelijk vernieuwd. Maar er hebben zich wel andere relevante ontwikkelingen voorgedaan. In 2016 zijn de beroepsgerichte profielen op het vmbo ingevoerd. Ook wordt er op dit moment gewerkt aan nieuwe praktijkgerichte programma's voor de nieuwe leerweg (gl en tl). Het is wenselijk om een nieuw curriculum voor de algemeen vormende vakken, waaronder de natuurwetenschappelijke vakken, hierop aan te laten sluiten.



4. Curriculaire uitdagingen

Hieronder bespreken we eerst de uitdagingen die voor alle schoolsoorten spelen. Vervolgens bespreken we die uitdagingen die specifiek op het vmbo spelen en die uitdagingen die specifiek zijn voor het havo/vwo.

4.1 Generieke curriculaire uitdagingen

Keuze-onderwerpen

In de huidige examenprogramma's natuurkunde voor het havo en vwo zijn keuzedomeinen opgenomen. Reacties hierop van docenten lijken overwegend positief. Er zijn verschillende manieren om keuzeonderwerpen ook voor de andere vakken en op het vmbo in te vullen:

- Keuzedomeinen laten aansluiten bij de beroepsgerichte profielen op vmbo basis en kader. Dit sluit aan bij de interesse van de leerlingen en maakt duidelijk wat het nut is van het vak. Zie Huijs (2021) voor een voorbeelduitwerking voor nask1.

- Keuzedomeinen die voorbereiden op opstromen. Dit zorgt ervoor dat iedere schoolsoort zijn eigen karakter kan hebben, maar dat 'stapelen' toch zo veel mogelijk wordt gefaciliteerd.
- Vakoverstijgende keuzedomeinen kunnen de samenhang tussen vakken goed laten zien
- Een keuzedomein met scheikunde (nask2) inhouden voor biologie en/of nask1 op vmbo basis en kader, zodat ook deze leerlingen kennis kunnen maken met dat vak.
- Verschillende manieren om één onderwerp uit te werken, bijvoorbeeld drie verschillende manieren om groene chemie vorm te geven. Dit geeft docenten een beeld van de breedte van een onderwerp, maar geeft een duidelijk beeld van de kern van het vak.
- Het werken met keuzedomeinen op zich versterkt de autonomie van docenten.

Welke optie ook gekozen wordt, het is belangrijk om in de gaten te houden dat het toevoegen van keuzedomeinen niet de kern van het vak aantast, dat ze voldoende zijn uitgewerkt en dat de inhoud dicht genoeg bij de kern van het vak ligt, zodat bevoegdheden geen issue zijn.



“In de huidige examenprogramma’s natuurkunde voor het havo en vwo zijn keuzedomeinen opgenomen.”

Meer gespecificeerde vaardigheden

Binnen de examenprogramma’s worden zowel vakinhoudelijke kennis als natuurwetenschappelijke vaardigheden beschreven. Deze vaardigheden zijn binnen de examenprogramma’s van zowel vmbo, havo als vwo niet altijd gedetailleerd uitgewerkt. Er is een brede verwachting dat het specifieker beschrijven van deze vaardigheden, met een helderder norm, docenten meer houvast zal geven.

Aansluiting vervolgonderwijs

Het voortgezet onderwijs is voor het grootste gedeelte van de leerlingen geen eindonderwijs. Het succes in het vervolgonderwijs hangt mede af van de kennis en vaardigheden die in het voortgezet onderwijs worden aangeleerd. Twee belangrijke aanknopingspunten zijn:

- loopbaanoriëntatie
- inhoudelijke leerlijnen van vmbo-mbo, havo-hbo en vwo-universiteit



Een inhoudelijke oriëntatie op studie en beroep wordt in het vakspecifieke gedeelte van de examenprogramma's niet tot nauwelijks genoemd. Loopbaanoriëntatie en begeleiding (LOB) is wel een onderdeel van de preambule voor vmbo en domein A voor havo/vwo. Het is daarom de vraag of loopbaanoriëntatie in de praktijk wel voldoende aan de vakinhoud wordt gekoppeld⁴.

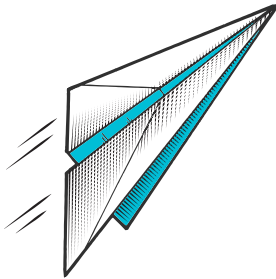
4.2 Curriculaire uitdagingen vmbo

Eenvoudige cognitieve niveaus in de eindtermen

Een veel gehoorde klacht is de grote aandacht voor het reproduceren van feitenkennis en de beperkte inhoudelijke diepgang in met name de programma's voor nask2 en biologie. Om dit geluid beter te kunnen duiden, hebben we gekeken naar de handelingswerkwoorden in de eindtermen van de examenprogramma's (Sijbers et al., 2021). Uit dit onderzoek blijkt dat de doelen voor nask2 en biologie inderdaad voor het grootste gedeelte gericht zijn

⁴ De huidige ontwikkeling van de praktijkgerichte programma's beoogt daar in ieder geval voor de gl en tl-leerlingen verandering in te brengen.

op onthouden, en maar zeer beperkt op de hogere niveaus uit de herziene taxonomie van Bloom (Anderson et al., 2001)⁵. We concluderen dat over balans in het programma nagedacht dient te worden. Dit geldt in mindere mate voor het programma van nask1. Daar is op dit moment al aandacht voor begripsontwikkeling en formulevaardigheden, en dit wordt gewaardeerd.



“Een veel gehoorde klacht is de grote aandacht voor het reproducere van feitenkennis en de beperkte inhoudelijke diepgang in met name de programma’s voor nask2 en biologie.”

Een van de redenen voor aandacht voor hogere denkvaardigheden is dat de kennis die leerlingen opdoen langer beklijft, omdat er naast feitenkennis ook aan conceptuele kennis wordt gebouwd (SLO, 2021). Dit laatste sluit aan bij de ideeën die in de voorstellen van curriculum.nu staan, waarin wordt bepleit om, naast het verwerven van een noodzakelijke hoeveelheid aan feitenkennis, ook aan conceptuele kennis te werken (curriculum.nu, 2019).

Achteruitgang natuurwetenschappelijke vaardigheden

PISA (*Programme for International Student Assessment*) is een internationaal vergelijkend onderzoek naar de prestatie van 15-jarige leerlingen met betrekking tot lezen, wiskunde en natuurwetenschappelijke geletterdheid⁶. Dit internationale vergelijkende onderzoek laat zien dat de prestaties van Nederlandse leerlingen op het gebied van natuurwetenschappelijke geletterdheid achteruitgaan (Gubbels et al., 2019).

Nadere analyse laat zien dat de prestaties van vmbo-leerlingen in verhouding veel sterker zijn gedaald dan die van havo/vwo-leerlingen. Een verklaring voor deze sterke daling is dat PISA thema’s toetst die op dit moment binnen het vmbo niet stevig in de examenprogramma’s verankerd zijn (Van der Hoeven et al., 2017).

In het *framework* van PISA ligt de nadruk namelijk op vaardigheden die gerelateerd zijn aan het doen van eigen onderzoek en het interpreteren van gegeven onderzoek. Voor vmbo-leerlingen zijn deze vaardigheden van belang in zowel de beroepspraktijk (bijvoorbeeld: onderzoeken wat er mis is met een auto die een raar geluid maakt) als in het dagelijks leven (bijvoorbeeld: interpreteren van een grafiek bij een nieuwsbericht). Een aanstaande curriculumherziening

⁵ Merk op: het zegt niet per se iets over de moeilijkheidsgraad; een reproductievraag kan moeilijk zijn ('Wat zijn de eerste 236 decimalen van pi?') en een toepassingsvraag makkelijk ('Leg uit waarom je over een sloot kunt lopen als het erg koud is').

⁶ Dit wordt in het onderzoek gedefinieerd als 'het vermogen om na te denken over natuurwetenschappelijke issues en de ideeën achter de wetenschap als een geëngageerde burger.' (Van der Hoeven et al., 2017)

kan een bijdrage leveren aan een verbetering van de onderzoeksvaardigheden bij deze leerlingen. Kanttekening hierbij is wel dat er een bij de vmbo-leerling passend, duidelijk en haalbaar eindniveau zal moeten worden geformuleerd.

Verbetering aansluiting vervolgonderwijs

Het vmbo kent grofweg twee uitstroommogelijkheden waar rekening mee gehouden dient te worden bij het vernieuwen van examenprogramma's: de doorstroom naar het mbo (betreft ongeveer 85 procent van de leerlingen) en de doorstroom naar het havo (voor GL en TL). Zowel op het mbo als het havo zijn in de afgelopen 10-15 jaar curriculumherzieningen doorgevoerd, terwijl het programma van vmbo niet is herzien. We gaan hierna op beide uitstroommogelijkheden iets dieper in.

Aansluiting vmbo-mbo

Het mbo heeft de afgelopen tien jaar veel ontwikkelingen doorgemaakt. De MBO Raad werkt doorlopend aan het curriculum door de zogenaamde kwalificatiedossiers aan te passen op basis van de veranderingen in de arbeidsmarkt (MBO Raad, 2021). De raad maakt hierbij gebruik van zogenaamde trendrapportages, die door de organisatie *Samenwerkingsorganisatie Beroepsonderwijs Bedrijfsleven* (SBB, z.d.) per sectorkamer worden opgesteld. De trends dienen invloed te hebben op de ontwikkeling van de examenprogramma's.

Aansluiting met vmbo-havo

Sinds 2013 zijn op het havo (en het vwo) nieuwe programma's van kracht, die in aanpak en opzet veel verschillen van de huidige programma's op het vmbo. Zo zijn de programma's ontwikkeld vanuit de context-concept-benadering. De examenprogramma's noemen dus niet alleen expliciet conceptuele kennis, maar ook het toepassen van die kennis in contexten (wetenschappelijk, dagelijks leven en maatschappelijk). In de vmbo-programma's is dit niet het geval. Er zijn veel mogelijkheden voor een andere aanpak op het vmbo, waarbij de balans verschuift in de richting van de contexten.

Ook hebben de huidige programma's in de bovenbouw havo aandacht voor vakspecifieke vaardigheden als redeneren, modelleren, onderzoeken en ontwerpen. De programma's van het vmbo noemen in de preambule wel generieke vaardigheden, maar deze zijn niet vakspecifiek geformuleerd, zoals dit wel is gebeurd voor de bovenbouw van de havo-programma's. Deze verschillen bevorderen de doorstroom naar het havo niet.

Beter aansluiten op leefwereld en beroepsperspectieven

De huidige examenprogramma's van de verschillende vakken zijn afgeleide programma's van de toenmalige havo-programma's, zonder dat rekening is gehouden met het feit dat het vmbo niet hoofdzakelijk voorbereidt op doorstroom naar het havo, maar naar het mbo. Dit sluit niet aan bij de inzichten over onderwijspedagogie en ontwikkelingspsychologie van vmbo-leerlingen (Hamstra et al. (2006). Het werkt voor vmbo-leerlingen bijvoorbeeld beter als onderwerpen worden belicht vanuit de context van het (toekomstige)

beroepsprofiel en de leefwereld. Door meer aandacht aan beroepen- en leefwereldcontexten te besteden, worden de vakken voor hen aantrekkelijker.

Vakspecifieke uitdagingen op het vmbo

Biologie

Voor veel leerlingen is het vak biologie te talig, zeker voor de bb- en kb-leerlingen. Leren lezen en leren formuleren is vaak vakspecifiek. Hoewel dit niet alleen speelt bij biologie, springt het hier wel meer in het oog dan bij de nask-vakken. Een groot deel van de leerlingen die biologie volgen, stroomt door naar zorggerelateerde opleidingen (SBB, z.d.). De MBO Raad geeft aan dat bij een curriculumherziening extra aandacht voor de inhoud van het vak biologie van belang is. Met name voor de doorstroom naar de mbo-opleiding verpleegkunde is het niveau van de leerlingen bij aanvang vaak niet toereikend. Al eerder heeft de MBO Raad een dringend beroep gedaan op het vmbo om de inhoud van het vak nader te bekijken (MBO Raad, 2018).⁷

Nask1

De onderwerpen in nask1 mogen moderner. De transistor kan bijvoorbeeld vervangen worden door modernere voorbeelden van fysische informatica. Ook programmeren kan hier een onderdeel van uitmaken. Bij beide overgangen (zowel van tl naar havo als van vmbo naar mbo) zijn wiskundige vaardigheden een groot probleem. In beide sectoren wordt bijvoorbeeld verwacht dat leerlingen niet alleen kunnen rekenen met formules, maar er ook mee kunnen redeneren. Dat heeft in het vmbo-programma nu geen plek.

Nask2

Nask2 wordt op dit moment op GL en TL door weinig leerlingen gevolgd.⁸ Redenen om het vak niet te kiezen zijn het vermeende moeilijke karakter en de veronderstelde irrelevantie. Daarnaast speelt de relatieve onbekendheid en het vroege keuzemoment een rol bij de beperkte keuze voor het vak. Leerlingen vinden nask2 te theoretisch, te saai, te weinig praktisch. Het is onduidelijk wat je er mee kan. Ze vinden bovendien de experimenten gedateerd (Abbenhuis, 2012).

De visie op het vak scheikunde in het eindexamenprogramma is erg verouderd. In het programma worden een aantal problemen genoemd waarbij chemie en de chemische industrie als oorzaak worden genoemd, bijvoorbeeld milieueffecten van de fossiele industrie en zure regen. Het innovatieve karakter en de mogelijk positievere bijdragen van chemie voor het milieu worden niet in de programma's benoemd. Een actuelere en meer toekomstbestendige kijk op het vak verdient een plek. De conceptuele kennis van alleen verbranding, bouw van materie en zuren en basen is

⁷ Hierbij is het belangrijk om op te merken dat er op het mbo geen instroomeisen met betrekking tot het vakkenpakket zijn. Het is dus mogelijk verpleegkunde te doen zonder biologie gevolgd te hebben op het vmbo.

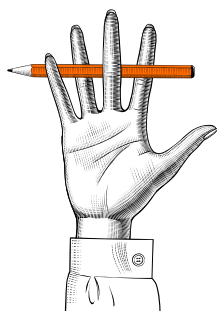
⁸ Op BB en KB bestaat het vak niet en wordt het dus door geen enkele leerling gevolgd.

onvoldoende om de meer eigentijdse toepassingen van de chemie te begrijpen, laat staan te waarderen.

4.3 Curriculaire uitdagingen havo/vwo

Tevredenheid met huidige programma

Voor havo en vwo geldt voor alle drie de vakken dat er grosso modo een grote tevredenheid is met de examenprogramma's zoals die er liggen en dat er, relatief kort na de vernieuwing die in 2013 is ingevoerd, geen behoefte is aan weer een grootschalige wijziging. Er bestaat de angst dat een opdracht voor beperkte aanpassing toch – *want dat is nu eenmaal de dynamiek in zulk soort processen* – zal leiden tot grotere wijzigingen. De optie om het examenprogramma zo aan te passen dat de syllabus slechts beperkt gewijzigd hoeft te worden, wordt meerdere keren genoemd.



“Voor havo en vwo is er grosso modo een grote tevredenheid met de examenprogramma's en geen behoefte aan weer een grootschalige wijziging.”

Vakspecifieke punten

Voor het havo en vwo is er een klein aantal vakspecifieke knelpunten dat in een vernieuwingstraject eventueel verholpen kan worden:

- Voor biologie kan opnieuw gekeken worden naar de verdeling van domeinen over CE en SE.
- Voor nlt zouden duurzame ontwikkeling en digitale technologie in het programma een explicietere plek kunnen krijgen.
- O&O kan sterker worden gepositioneerd als bètavak. Bèta-technologische kennis dient een plek te hebben in het examenprogramma. Er liggen kansen om thema's als burgerschap en digitale geletterdheid in de examenprogramma's een plek te geven.

5. Voorwaarden

Om de vernieuwing van de examenprogramma's te laten slagen zijn een drietal randvoorwaarden nodig.

5.1 Voorbereidingstijd

Docenten hebben tijd nodig om het nieuwe programma te implementeren. Dit betekent allereerst dat de vaststelling van het nieuwe programma niet te snel moet volgen op de invoering ervan, zodat bijvoorbeeld uitgevers de tijd hebben om nieuwe leermiddelen te ontwikkelen. Maar het betekent ook dat docenten uren krijgen om het nieuwe programma handen en voeten te geven. We weten

bijvoorbeeld uit monitoronderzoek van de invoering van de nieuwe programma's op het havo en vwo dat meer dan 80 procent van de docenten hier vrije tijd in heeft gestoken (Ottenvanger et al., 2018).

5.2 Docentprofessionalisering

Een andere belangrijke voorwaarde is docentprofessionalisering. In het eerstegraadsgebied vervullen de zogenaamde vaksteunpunten of vo-ho-netwerken hierbij een belangrijke rol. Het zou goed zijn als deze structuur naar het vmbo wordt uitgebreid.

5.3 Eenduidige naamgeving vakken

De naamgeving van de vakken nask1 en nask2 op het vmbo wekt een verkeerde indruk voor wat betreft afstemming tussen de disciplines. De naamgeving van nask1 en nask2 zorgt ervoor dat leerlingen verwachten dat nask een vak is waar natuur- en scheikunde in gezamenlijkheid wordt aangeboden en dat nask2 voortbouwt op nask1. Dat is op dit moment niet zo. Er zijn twee manieren om deze verwarring aan te pakken: de namen aanpassen aan de inhoud of de inhoud aanpassen aan de namen. Ons beeld is dat er in het veld duidelijk meer voorkeur voor de eerste optie dan voor de tweede is.

6. Conclusie

Natuurwetenschappen en techniek spelen een steeds grotere rol in de maatschappij. Het voorbereiden van jongeren op deze nieuwe wereld en het enthousiasmeren van een diverse groep jongeren voor een vervolgopleiding en loopbaan in dit werkveld, vormen een essentiële taak van het voortgezet onderwijs.

Het afgelopen decennium zijn er al stappen gezet om het (natuurwetenschappelijk) onderwijs mee te laten bewegen met ontwikkelingen in de maatschappij. Zo zijn voor natuurkunde, biologie en scheikunde de examenprogramma's havo/vwo bovenbouw in 2013 vernieuwd. Ook zijn de multidisciplinaire, meer vaardigheidsgerichte vakken in opkomst, zoals O&O op het havo/vwo en de praktijkgerichte programma's op het vmbo.

Deze stappen zijn nog niet overal gezet. In de vmbo bovenbouw zijn de examenprogramma's van de natuurwetenschappelijke vakken sinds 1999 niet meer inhoudelijk vernieuwd. De verouderde programma's kenmerken zich door een grote nadruk op feitenkennis en een geringe aandacht voor natuurwetenschappelijke en praktische vaardigheden. Daarnaast is er een beperkte koppeling met de leefwereld, de vervolgopleidingen en mogelijke beroepen van leerlingen. Keuze-onderdelen kunnen hier mogelijk een uitkomst bieden.

Bij de havo/vwo bovenbouw is er meer tevredenheid over de geldende examenprogramma's van de natuurwetenschappelijke vakken. Wel leven er wensen om het vakinhoudelijke programma aan te scherpen op bijvoorbeeld het

gebied van nieuwe kennis en vaardigheden en de rol van technologie.

De opbrengsten van Curriculum.nu bieden een sterk aanknopingspunt om de verschillende examenprogramma's in samenhang te vernieuwen. Met oog voor zowel het eigen karakter van de vakken en schoolsoorten als voor wat ze delen.

7. Bronnenlijst

Abbenhuis, R. (2012). *Nask2; Scheikunde?? keuzegedrag van leerlingen in het vmbo*.

Ağirdağ, O., Biesta, G., Bosker, R., Kuiper, R., Nieveen, N., Raijmakers, M. & Tartwijk, J. van. (2020). *Kaders voor de toekomst*. Curriculumcommissie.

Anderson, L. W., Krathwohl, D. R., Airasian, P. W., Cruikshank, K. A., Mayer, R. E., Pintrich, P. R., Raths, J., Wittrock, M.C. (2001). *A Taxonomy for Learning, Teaching, and Assessing: A Revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives*. Addison Wesley Longman, Inc.

Curriculum.nu. (2017) *Technologie in de Leergebieden*. Curriculum.nu.

Curriculum.nu. (2019) <https://www.curriculum.nu/download/voorstellen-mens-natuur/>

Duo. (z.d. a) https://duo.nl/open_onderwijsdata/images/08-examenkandidaten-vmbo-en-examencijfers-2018-2019.xlsx

Duo. (z.d. b) https://duo.nl/open_onderwijsdata/images/09-examenkandidaten-havo-en-examencijfers-2018-2019.xlsx

Duo. (z.d. c) https://duo.nl/open_onderwijsdata/images/10-examenkandidaten-vwo-en-examencijfers-2018-2019.xlsx

Erasmusplus. (2020) <https://www.erasmusplus.nl/actueel/nieuws/omgaan-met-culturele-diversiteit-de-beta-vakken>

Evers, A. W. M., Jensen, L. E., & Paul, H. (2015). *Grensverleggend: kansen en belemmeringen voor interdisciplinair onderzoek*. De Jonge Akademie.

Gubbels, J., van Langen, A. M. L., Maassen, N. A. M., & Meelissen, M. R. M. (2019). *Resultaten PISA-2018 in vogelvlucht*. Universiteit Twente.

Hamstra, D.G., Ende, J. van den (2006). *De vmbo-leerling. Onderwijspedagogische- en ontwikkelingspsychologische theorieën*. CPS.

Hoeven, M. van der, Schmidt, V., Sijbers, J., Silfhout, G. van, Woldhuis, E., & Leeuwen, B. van (2017). *Leerplankundige analyse PISA 2015*. SLO.

Huijs, H. (2021). Nask1-examen van de Toekomst. *Terugkoppeling*, 30(2), 18-19.

MBO Raad. (2018) *Deelname mbo aan curriculum.nu*. https://curriculum.nu/wp-content/uploads/2018/03/Visie-MBORaad-Curriculum.nu_-1.pdf

- National Research Council. 2012. A Framework for K-12 Science Education: Practices, Crosscutting Concepts, and Core Ideas. The National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/13165>
- National Research Council. 2013. *Next Generation Science Standards: For States, By States*. The National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/18290>
- NLdigital. (z.d.). <https://www.nldigital.nl/kennis/diversiteit-inclusie-het-belang-van-rolmodellen/>
- NVON. (2019) *Aanbevelingen van de NVON voor de ontwikkeling van het leergebied Mens & Natuur voor de bovenbouw van het voortgezet onderwijs*.
- NWO. (2020) <https://www.nwo.nl/nieuws/ruim-1-miljoen-euro-voor-nieuwe-impuls-wetenschapscommunicatie>
- Ottenvanger, W., Folmer, E., & Heijnen, M. (2018). *Monitoring en evaluatie invoering bètavernieuwing*. SLO.
- SBB. (z.d.). <https://www.s-bb.nl/feiten-en-cijfers/sectorkamerrapportages>
- Sijbers, J. & Woldhuis, E. (2021). *Bètavakken in de bovenbouw van het vmbo*. SLO.
- SLO. (2018) Mens & Natuur. SLO
- SLO. (2021). <https://www.slo.nl/thema/meer/hogere-denkvaardigheden/>
- VHTO. (z.d.) <https://www.vhto.nl/kennis/cijfers/>
- VO-raad. (2020) <https://www.vo-raad.nl/nieuws/amvb-doorstroomrecht-vmbo-havo-en-havo-vwo-gepubliceerd>