

# Handreiking schoolexamen algemene natuurwetenschappen vwo (tevens havo)

Tweede fase

*Herziening* Agnes Legierse  
*examenprogramma's*  
*havo/vwo*

Enschede, maart 2007

Verantwoording

© 2007 Stichting leerplanontwikkeling (SLO), Enschede

Alle rechten voorbehouden. Mits de bron wordt vermeld is het toegestaan om zonder voorafgaande toestemming van de uitgever deze uitgave geheel of gedeeltelijk te kopiëren dan wel op andere wijze te verveelvoudigen.


**Auteur:** Agnes Legierse


**Redactie:** ZonneveldMarks, Deventer

**Ontwerp omslag en productie:** Axis media-ontwerpers, Enschede

**In opdracht van:** Ministerie van Onderwijs, Cultuur, Wetenschappen

De handreikingen zijn ook te downloaden.

U vindt ze op [www.slo.nl](http://www.slo.nl)  sector <vo tweede fase>

 <examenprogramma's en handreikingen voor de vakken in havo-vwo vanaf 2007>

Voor verdere informatie over dit vak:

SLO, Stichting Leerplanontwikkeling

Mevrouw Agnes Legierse

Postbus 2041, 7500 CA Enschede

Telefoon (053) 4840 368

E-mail: [a.legierse@slo.nl](mailto:a.legierse@slo.nl)

# Inhoud

Voorwoord	5
<b>1. ANW in de nieuwe tweede fase</b>	<b>7</b>
1.1 Inleiding	7
1.2 Positie en omvang van het vak	7
1.3 Toelichting bij de herziening van het vigerende programma vwo	7
<b>2. De programma's voor havo en vwo</b>	<b>9</b>
<b>3. Het centraal examen en het schoolexamen</b>	<b>11</b>
<b>4. De eindtermen van het schoolexamen</b>	<b>13</b>
4.1 De identiteit van het vak ANW	13
4.2 Specificatie van de geglobaliseerde eindtermen	15
<b>5. Mogelijkheden voor toetsing en weging (PTA)</b>	<b>33</b>
5.1 Uitgangspunten	33
5.2 De inrichting van het SE	33
5.3 De inrichting van het PTA	36
5.4 Keuzepunten voor de ANW docenten bij het opstellen van het PTA	38
<b>6. Afstemming met andere vakken</b>	<b>41</b>
6.1 Met natuurkunde, scheikunde, biologie en wiskunde	41
6.2 Met natuur, leven en technologie	42
6.3 Met het vak Nederlands	42
6.4 Met de vakken aardrijkskunde, geschiedenis, filosofie en levensbeschouwing	42
<b>7. Onderdelen naar keuze van de school</b>	<b>43</b>
Bijlage 1 Examenprogramma algemene natuurwetenschappen vwo (tevens havo)	47
Bijlage 2 Het vigerende programma vwo vergeleken met het programma zoals dat vanaf 2007 geldt	51



# Voorwoord

De *Handreiking voor het schoolexamen* die voor u ligt, hoort bij de vernieuwingen die in 2007 zullen ingaan in de tweede fase van het voortgezet onderwijs.

Basis voor deze vernieuwingen is de ministeriële nota *Ruimte laten en keuzes bieden in de tweede fase havo en vwo* (2003), waarvan de leidende gedachte is dat scholen meer vrijheid en keuzemogelijkheden moeten krijgen voor de invulling van hun onderwijs in de tweede fase.

Daartoe zijn de examenprogramma's voor alle vakken geglobaliseerd, wat wil zeggen dat ze minder eindtermen en minder detaillering van eindtermen bevatten dan voorheen het geval was.

Ook zijn alle vormvoorschriften voor het schoolexamen geschrapt. Docenten zijn nu, binnen de wettelijke kaders, vrij hun schoolexamens naar eigen inzicht in te richten.

Bij dit laatste biedt SLO, op verzoek van OCW, steun in de vorm van *handreikingen* per vak, waarvan dit er één is. De handreikingen bevatten suggesties en adviezen voor de inrichting van het schoolexamen, die gezien het bovenstaande een niet-voorschrijvend karakter dragen.

Zij zijn gebaseerd op de expertise van de vakinhoudelijk medewerkers van SLO, en in veel gevallen ook op overleg met de vakinhoudelijke vereniging en/of raadpleging van het veld via Veldadvisering.

Iedere handreiking opent met een beschrijving van de positie van het vak in de vernieuwde tweede fase, en een weergave van de veranderingen ten opzichte van het nu nog vigerende examenprogramma.

Daarna wordt ingegaan op de overeenkomsten en verschillen tussen het havo- en het vwo-programma, en op de verdeling van de leerstof over het centraal examen en het schoolexamen. (Dit bij de vakken waar het van toepassing is).

Vervolgens worden de eindtermen voor het schoolexamen uitgelegd en toegelicht.

De mogelijkheden voor toetsing van de eindtermen in het schoolexamen worden geschetst, en suggesties worden gedaan voor weging van de verschillende toetsen.

Tenslotte wordt ingegaan op afstemmingsmogelijkheden met andere vakken in de tweede fase, en wordt besproken welke mogelijkheden scholen vanaf 2007 hebben om eigen onderdelen toe te voegen aan de onderdelen die in het schoolexamen wettelijk voorgeschreven zijn.

We hopen dat onze handreikingen de weg naar de scholen zullen vinden, en dat ze voor docenten een steun zullen zijn bij het zelf vormgeven van de inrichting van hun schoolexamen.

Helge Bonset  
projectleider Herziening examenprogramma's havo/vwo

Hetty Mulder  
programmamanager tweede fase



# 1. ANW in de nieuwe tweede fase

## 1.1 Inleiding

Het examenprogramma is gebaseerd op het vigerende examenprogramma. Algemene NatuurWetenschappen (ANW) was bij de invoering van de tweede fase in 1998 een nieuw vak. Herstructurering van de tweede fase vanaf 2007 geeft aanleiding tot een aanpassing van het vigerende programma:

- een reductie van het examenprogramma op vwo met 40%;
- herziening van het examenprogramma vwo op enkele onderdelen (ook wel aangeduid als 'klein onderhoud').

## 1.2 Positie en omvang van het vak

Het vak is een verplicht vak voor het vwo in alle profielen in het gemeenschappelijk deel. Het vak wordt geëxamineerd met een SE.

Het is een school toegestaan om het vak ANW uit te breiden binnen de vrije ruimte. Voor ANW vwo is in de geherstructureerde tweede fase 120 sluis beschikbaar in het gemeenschappelijk deel. Voorheen was dat 200 sluis.

Overigens kunnen ook op de havo uren binnen het vrije deel besteed worden aan een apart vak ANW (zie hoofdstuk 2).

## 1.3 Toelichting bij de herziening van het vigerende programma vwo

Het programma is aangepast vanwege algehele veranderingen in vakkenstructuren en studielasturen (sluis) zoals die gelden vanaf 2007.

Domeinen en subdomeinen hebben soms een andere naam gekregen. Per subdomein is één globale eindterm geformuleerd.

Per subdomein is een specificatie gemaakt van de geglobaliseerde eindterm aan de hand van de eindtermen uit het vigerende programma.

In het SE worden de domeinen A en B getoetst in combinatie met delen uit de domeinen C tot en met F. Dit was voorheen ook zo. Voor de domeinen C tot en met F zijn nieuwe afspraken gemaakt die verlichting geven in het aantal sluis: meer dan voorheen zijn er keuzes mogelijk met betrekking tot de domeinen C tot en met F. Nieuw is dat de school eigen programmaonderdelen kan toevoegen, die al dan niet per kandidaat verschillen.

Al met al zijn de veranderingen zodanig dat geen aanpassing van de huidige leerboeken nodig is. Wel zullen er meer dan voorheen keuzes uit die boeken gemaakt moeten worden.





## 2. De programma's voor havo en vwo

### *Vwo*

Alleen op het vwo bestaat er nog een officieel vakprogramma ANW.

### *Havo*

Voor havo is het vak officieel verdwenen uit het gemeenschappelijk deel. Een school kan er voor kiezen om ANW voor havo als afzonderlijk vak in het eindexamen op te nemen en mee te tellen in het combinatiecijfer.

In het examenprogramma staat hierover de volgende tekst:

"Dit examenprogramma (bedoeld is vwo-examenprogramma) is ook van toepassing op het havo, waar de school voor havo ervoor kiest om algemene natuurwetenschappen als afzonderlijk vak in het eindexamen op te nemen, met dien verstande dat voor het havo een selectie kan worden gemaakt uit de examenstof. De domeinen A en B behoren altijd tot de examenstof."<sup>1</sup>

In de vakken natuurkunde, scheikunde, biologie (havo) zijn per vak 40 sluis geoormerkt voor ANW.

Het domein B 'Analyse van en reflectie op natuurwetenschap en techniek' uit ANW is bij de vakken biologie, natuurkunde en scheikunde opgenomen in het examenprogramma havo. Het domein is daarvoor geglobaliseerd, en gelijk aan het B-domein in het ANW-vwo-programma.

Dit domein wordt geëxamineerd in het schoolexamen en niet in het centraal schriftelijk examen.<sup>2</sup>

Scholen kunnen ervoor kiezen om de geoormerkte sluis te bundelen en aan te bieden in een totaal vak ANW om aldus het vak ANW als apart vak in het aanbod te houden. Dit staat naast de mogelijkheid om in de vrije ruimte het vak ANW verplicht of als keuzevak aan te bieden.

Het programma kan daarbij gebaseerd zijn op het vigerende havo-ANW-programma en/of op gedeelten uit het vwo-ANW-examenprogramma zoals dat herzien is. De laatste mogelijkheid bestaat omdat de herziening gebaseerd is op het vigerende programma zoals dat in 1998 ingevoerd werd. De vigerende programma's waren voor havo en vwo in grote lijnen identiek, op vwo was er extra stof met betrekking tot de reflectie op de wetenschap.

<sup>1</sup> Het houdt in dat de huidige methodes ANW-havo gebruikt kunnen blijven worden omdat deze een selectie van de stof van het vernieuwde ANW-vwo-programma bevatte.

<sup>2</sup> Zie Handreiking ANW in het schoolexamen van de vakken natuurkunde, scheikunde en biologie, SLO, 2006.



# 3. Het centraal examen en het schoolexamen

Het examenprogramma vwo bestaat uit de volgende domeinen en subdomeinen:

## **Domein A: Vaardigheden**

Subdomein A1: Taalvaardigheden

Subdomein A2: Reken-/wiskundige vaardigheden

Subdomein A3: Informatievaardigheden

Subdomein A4: Technisch-instrumentele vaardigheden

Subdomein A5: Ontwerpvaardigheden

Subdomein A6: Onderzoekvaardigheden

Subdomein A7: Maatschappelijke situaties

## **Domein B: Analyse van en reflectie op natuurwetenschap en techniek**

Subdomein B1: Kennisvorming

Subdomein B2: Toepassing van kennis

Subdomein B3: De invloed van natuurwetenschap en techniek

## **Domein C: Leven**

Subdomein C1: Kenmerken van leven

Subdomein C2: Mens en gezondheid

Subdomein C3: Evolutie van het leven

## **Domein D: Biosfeer**

Subdomein D1: Kenmerken van de biosfeer

Subdomein D2: Duurzame ontwikkeling

## **Domein E: Materie**

Subdomein E1: Kenmerken van materie

Subdomein E2: Productie van materialen

Subdomein E3: Ontstaan van kennis over de materie

## **Domein F: Zonnestelsel en heelal**

Subdomein F1: Kenmerken van het zonnestelsel en het heelal

Subdomein F2: Zonnestelsel en heelal in het dagelijkse leven

Subdomein F3: Ontstaan van kennis over het heelal

Zie bijlage 1 voor een overzicht van het volledige examenprogramma.

Zie bijlage 2 voor een vergelijking tussen de benamingen van het vigerende programma vwo en de benamingen van het programma zoals dat vanaf 2007 geldt.

Het schoolexamen heeft betrekking op:

- de domeinen A en B;
- tenminste één subdomein uit ten minste drie van de vier overige domeinen;
- indien het bevoegd gezag daarvoor kiest: andere vakonderdelen, die per kandidaat kunnen verschillen. (Zie hoofdstuk7)

## 4. De eindtermen van het schoolexamen

Het vak ANW kent uitgebreide keuzemogelijkheden. Dit is nodig want:

- het vak ANW is aangepast aan het profiel waarbinnen het vak gegeven wordt;
- een school legt bij het vak ANW accenten die passen bij de missie van de school;
- de docent selecteert leerstof op grond van de eigen expertise, de lokale mogelijkheden tot buitenschoolse educatie voor leerlingen, de rol van actualiteit, het belang van verschillende leerstijlen en de belangstelling bij de leerlingen;
- leerlingen maken eigen keuzes vanuit de verantwoordelijkheden voor hun eigen leren, vanuit interesse, motivatie, leerstijl;
- de actualiteit is belangrijk vanwege de snelle ontwikkelingen in de natuurwetenschappen en de berichtgeving daarover in de media;
- buitenschoolse (educatieve) instanties hebben een wisselend aanbod;
- er zijn veel methoden die onderling sterk verschillen.

Dit alles maakt dat een specificatie van de eindtermen alleen voorbeeldmatig uitgewerkt kan worden, waarbij de voorbeelden altijd een kleine selectie zijn uit de vele mogelijkheden.

Het belangrijkste is dat men (directie, docenten, leerlingen en auteurs) weet heeft van de identiteit van ANW en zicht heeft op het geïntegreerd aanbieden van vaardigheden, reflectie en natuurwetenschappelijke inhoud.

En belangrijk is dat men beseft dat er buiten het officiële programma niets verplicht voorgeschreven is, en men dus in alle opzichten keuzes kan maken die passend zijn.

Dit hoofdstuk behandelt:

- de identiteit van het vak ANW (zie paragraaf 4.1);
- specificaties bij het geglobaliseerde examenprogramma (zie paragraaf 4.2).

### 4.1 De identiteit van het vak ANW

#### *Doel van ANW*

ANW draagt eraan bij dat leerlingen bewuste en effectieve gebruikers van kennis worden, in verschillende rollen. Die rollen zijn: algemeen ontwikkelde burger, consument, gesprekspartner en meningsvormer.

DE LEERLING ALS GEBRUIKER VAN KENNIS		
	GEÏNTERESSEERDE	BESLISSER
INDIVIDUEEL	algemeen ontwikkelde	consument
SOCIAAL	gesprekspartner	meningsvormer

Het vak ANW gaat over natuurwetenschappelijke kennis en reflectie op natuurwetenschappelijke kennis.

*ANW: anders dan de natuurwetenschappen natuurkunde, scheikunde, biologie*

De natuurwetenschappen stellen vragen aan de natuur en vinden antwoorden. ANW stelt vragen over de wereld áchter die vragen en antwoorden.

Dit kan als volgt toegelicht worden:

In de wetenschap zoekt men naar antwoorden op vragen. Hoe speciaal en gedetailleerd die vragen ook zijn, het draait eigenlijk om vragen die ieder mens zich stelt: Waar komt het leven vandaan? Wat is materie? Hoe groot is het heelal?

Biologen, scheikundigen en natuurkundigen gaan daarbij de diepte in en maken hun eigen specifieke onderzoeksvragen; ze bakenen een deel van de werkelijkheid af en gebruiken eigen modellen, begrippen en beeldspraken. Ze gaan op een systematische manier op zoek naar antwoorden. Ze nemen waar, stellen hypothesen op en toetsen die. Met de gevonden antwoorden kunnen ze technische hulpmiddelen ontwikkelen waardoor ze nog meer vragen kunnen beantwoorden.

Bij het vak ANW gaat het ook om antwoorden op vragen. Maar de vragen zijn van een andere aard dan bij biologie, scheikunde, natuurkunde en techniek. Het zijn vragen over de vragen en antwoorden van de natuurwetenschappers.

#### *Vijf hoofdvragen bij ANW*

De kern van ANW is samen te vatten in vijf hoofdvragen:

1. Hoe komt natuurwetenschappelijke kennis tot stand?
2. Hoe wordt natuurwetenschappelijke kennis gebruikt?
3. Hoe bepaal je de betrouwbaarheid van natuurwetenschappelijke kennis?
4. Hoe beïnvloeden samenleving en natuurwetenschappen elkaar?
5. Wat is je mening over bepaalde toepassingen van natuurwetenschappelijke kennis?  
Mag alles wat kan?

Deze vijf vragen zijn afgeleid van het domein B van het examenprogramma 'Analyse van en reflectie op natuurwetenschap en techniek'. Leerlingen buigen zich over vragen als:

Hoe vinden wetenschappers antwoorden? Wat zijn hun methoden? Hoe veranderen die methoden steeds? Hoe goed werken de methoden?

Wat beweegt de wetenschapper? Wat is zijn fascinatie?

Wanneer vinden wetenschappers een gevonden antwoord goed? En is dat dan het enige goede antwoord?

Wat betekenen de antwoorden van de wetenschappers en de technieken die ze maken voor mens en maatschappij?

Hoe gebruiken mensen die producten maken de natuurwetenschappelijke kennis? Hoe weten ze nu dat ze een product maken dat werkt?

En hoe beperkend is het dat de antwoorden op de specifieke vragen maar een deel van de werkelijkheid beschrijven?

Welke invloed heeft de maatschappij op de wetenschap?

Welke spannende ontwikkelingen van natuurwetenschap en techniek zijn er in deze tijd te zien?

Welke ontwikkelingen zijn er in de toekomst te verwachten?

In hoeverre zijn uitspraken over kwaliteit, werking en resultaten van natuurwetenschappelijk onderzoek betrouwbaar?

Mag alles wat kan?

#### *Het leren door leerlingen*

Om leerlingen op een overtuigende manier met deze vragen om te laten gaan en om ze actief hun eigen kennis te laten construeren op basis van al aanwezige kennis, gaan ze op uiteenlopende manieren en met verschillende werkvormen aan de gang.

Leerlingen maken zich daardoor een aantal vaardigheden eigen zoals onderzoeks- en ontwerpvaardigheden, informatievaardigheden, discussievaardigheden, presentatievaardigheden, enzovoort. Deze zijn terug te vinden in het A-domein van het examenprogramma.

Ze doen dit samen met anderen en krijgen daarbij zo veel mogelijk verantwoordelijkheid voor het eigen leerproces.

Bij de keuze van onderwerpen en in de werkvormen wordt zoveel mogelijk aangesloten bij de leefwereld van de leerlingen. Ook de reflectie over de kennis wordt deels vertaald naar de leerlingen zelf. De vijf hoofdvragen worden dan: Waar haal jij je kennis vandaan? Hoe gebruik jij kennis? Hoe weet je wat waar is? Hoe beïnvloeden natuurwetenschap en techniek jouw leven? Mag alles wat kan? Wat betekent dat voor je eigen handelen?

Leerlingen dienen in de gaten te krijgen hoe belangrijk het vragen stellen is, ze leren met en van elkaar om vragen te stellen. De grenzen tussen de vakken vervagen daarbij.

#### *Natuurwetenschappelijke vakinhoud in de domeinen C tot en met F*

Het is niet toevallig dat het ook bij ANW net als bij de natuurwetenschappen gaat over 'Leven, Biosfeer, Materie en Heelal' (domeinen C tot en F). Want de vragen waar het bij de wetenschap om draait 'Waar komt het leven vandaan? Wat is materie? Hoe groot is het heelal?' komen bij ANW –zij het op een andere manier dan bij de vakken natuurkunde, scheikunde en biologie– weer naar voren.

Om zinvol te kunnen reflecteren binnen het vak ANW hebben leerlingen kennis nodig: basiskennis vanuit de onderbouw aangevuld met elementaire kennis aangereikt vanuit de ANW-domeinen C tot en met F.

#### *Actualiteit, geschiedenis, wetenschapsfilosofie en ethiek*

Naast de natuurwetenschappen zijn er ook andere die in ANW aangesproken worden. Zo is er aandacht voor:

- geschiedenis en actualiteit. De natuurwetenschappen ontwikkelen zich snel; veel van de recente vondsten zijn kiemen voor spectaculaire ontwikkelingen in de toekomst. Hoe dergelijke ontwikkelingen kunnen gaan en welke randvoorwaarden daarvoor nodig zijn, is af te lezen uit de geschiedenis. Uit het verleden valt af te lezen wat de toekomst kan opleveren.
- wetenschapsfilosofie. Wanneer is iets waar? Wanneer weten we dat? En tot op welke hoogte kunnen we dat zeker weten?
- ethiek. De vraag 'Mag alles wat kan?' vormt het hart van de ethiek.

## **4.2 Specificatie van de geglobaliseerde eindtermen**

### *Vooraf*

De specificatie is slechts een aanbeveling. Het staat een school volledig vrij om het examenprogramma naar eigen inzicht in te richten.

In dit hoofdstuk worden de globale eindtermen uit het examenprogramma vwo voor het schoolexamen (SE) gespecificeerd. Deze specificatie is gebaseerd op de eindtermen van het vigerende examenprogramma (uit 1998) en het gegeven dat er een vermindering van 40% in sluis is.

In de hierna volgende specificatie van het schoolexamen ANW vwo zijn aangegeven:

- de domeinen en subdomeinen;
- per subdomein is één geglobaliseerde eindterm geformuleerd;
- per geglobaliseerde eindterm is er een specificatie: er worden uitwerkingen gegeven die gerelateerd zijn aan de eindtermen van het vigerende examenprogramma;
- per domein wordt een toelichting gegeven op het hoe en waarom van de uitwerkingen.

#### 4.2.1 Domein A: Vaardigheden

##### **Subdomein A1: Taalvaardigheden**

De kandidaat kan adequaat schriftelijk en mondeling communiceren over natuurwetenschappelijke onderwerpen.

De kandidaat kan zowel mondeling als schriftelijk:

- A1.1 correct formuleren.
- A1.2 conventies hanteren bij tekst- en alineaopbouw, tekstsoort en uiterlijke presentatie.
- A1.3 beknopt formuleren.
- A1.4 taalgebruik afstemmen op het doel en het publiek.
- A1.5 informatie inhoudelijk logisch presenteren.
- A1.6 op adequate wijze informatie overbrengen.
- A1.7 een standpunt beargumenteren en verdedigen.
- A1.8 verslag doen.

##### **Subdomein A2: Reken-/wiskundige vaardigheden**

De kandidaat kan een aantal voor het vak relevante reken-/wiskundige vaardigheden toepassen om natuurwetenschappelijke problemen op te lossen.

- A2.1 basisrekenvaardigheden uitvoeren, in het bijzonder:
  - rekenen met verhoudingen;
  - omrekenen van aantallen, frequenties en percentages.
- A2.2 uitkomsten schatten en beoordelen, met name met betrekking tot de orde van grootte.

##### **Subdomein A3: Informatievaardigheden**

De kandidaat kan, mede met behulp van ICT, informatie selecteren, verwerken, beoordelen en presenteren.

De kandidaat kan

- A3.1 informatie verwerven en selecteren uit schriftelijke, mondelinge en audiovisuele bronnen, mede met behulp van ICT.
- A3.2 informanten kiezen en informanten bevragen.
- A3.3 benodigde gegevens halen uit grafieken, tekeningen, simulaties, schema's, diagrammen en tabellen en deze gegevens interpreteren, mede met behulp van ICT.
- A3.4 gegevens weergeven in grafieken, tekeningen, schema's, diagrammen en tabellen, mede met behulp van ICT.
- A3.5 hoofd- en bijzaken onderscheiden.
- A3.6 feiten met bronnen verantwoorden.



- A3.7 informatie en meetresultaten analyseren, schematiseren en structureren, mede met behulp van ICT.
- A3.8 de betrouwbaarheid beoordelen van informatie en de waarde daarvan vaststellen voor het op te lossen probleem of te maken ontwerp.

### **Subdomein A4: Technisch-instrumentele vaardigheden**

De kandidaat kan op een verantwoorde manier omgaan met voor het vak relevante organismen en stoffen, instrumenten, apparaten en ICT-toepassingen.

De kandidaat kan

- A4.1 gebruik maken van materiaal, instrumenten en apparaten.
- A4.2 bij het raadplegen, verwerken en presenteren van informatie en bij het inzichtelijk maken van processen gebruik maken van toepassingen van ICT.
- A4.3 verantwoord omgaan met stoffen, instrumenten en organismen, zonder daarbij schade te berokkenen aan mensen, dieren en milieu.

### **Subdomein A5: Ontwerpvaardigheden**

De kandidaat kan een technisch ontwerp voorbereiden, uitvoeren, testen en evalueren.

De kandidaat kan

- A5.1 een technisch probleem herkennen en specificeren.
- A5.2 een technisch probleem herleiden tot een ontwerpopdracht.
- A5.3 ontwerpproces en -product evalueren, rekening houdende met ontwerpeisen en randvoorwaarden.
- A5.4 voorstellen doen voor verbetering van een ontwerp.

### **Subdomein A6: Onderzoeksvaardigheden**

De kandidaat kan een natuurwetenschappelijk onderzoek voorbereiden, uitvoeren, de verzamelde onderzoeksresultaten verwerken en hieruit een conclusie trekken.

- A6.1 een probleem herkennen en specificeren.
- A6.2 verbanden leggen tussen probleemstellingen, hypothesen en gegevens en beschikbare voorkennis.
- A6.3 hypothesen opstellen en verwachtingen formuleren.
- A6.4 een probleem herleiden tot een onderzoeksvraag.
- A6.5 relevante waarnemingen verrichten en (meet)gegevens verzamelen.
- A6.6 conclusies trekken op grond van verzamelde gegevens van uitgevoerd onderzoek.
- A6.7 oplossing, onderzoeksgegevens, resultaat en conclusies evalueren.

### **Subdomein A7: Maatschappelijke situaties**

De kandidaat kan toepassingen en effecten van natuurwetenschappen en techniek in verschillende maatschappelijke situaties herkennen en benoemen.

- A7.1 toepassingen van de natuurwetenschappen herkennen in verschillende maatschappelijke situaties.
- A7.2 maatschappelijke effecten benoemen van natuurwetenschappelijke en technische toepassingen in verschillende situaties.

## 4.2.2 Domein B: Analyse van en reflectie op natuurwetenschap en techniek

### Subdomein B1: Kennisvorming

De kandidaat kan weergeven hoe natuurwetenschappelijke kennis ontstaat, welke vragen natuurwetenschappelijke onderzoekers kunnen stellen en hoe ze aan betrouwbare antwoorden komen.

De kandidaat kan

- B1.1 met voorbeelden uitleggen hoe natuurwetenschappelijke kennis tot stand komt en hierbij het cyclisch karakter van onderzoek aangeven:
- theorieën als basis voor onderzoek;
  - uitvoering van experimenteel onderzoek;
  - aanpassing van de theorie op basis van de geïnterpreteerde resultaten.
- en een uitspraak doen over de betrouwbaarheid van een gegeven natuurwetenschappelijk onderzoek door het beoordelen van:
- de bronnen en gegevens;
  - de werkwijze;
  - de interpretatie van de resultaten;
  - de presentatie van de conclusies.
- B1.2 met voorbeelden het gebruik en de ontwikkeling toelichten van methoden, technieken, instrumenten en materialen en hierbij aangeven hoe deze ontwikkeling en de vakinhoudelijke kennisvorming van invloed zijn op elkaar, waar het gaat om:
- onderzoeksmethoden en experimenteertechnieken;
  - methoden voor analyse en interpretatie;
  - instrumenten en materialen.
- B1.3 met voorbeelden uitleggen wanneer onderzoek in interdisciplinair of multidisciplinair verband wordt opgezet en welke eisen deze samenwerking stelt aan de omgang met begrippen, modellen en onderzoek.
- B1.4 met voorbeelden toelichten dat bij onderzoek van persoonlijke en maatschappelijke vragen kennis gebruikt kan worden uit meerdere vakgebieden, ook uit niet-natuurwetenschappelijke vakgebieden.
- B1.5<sup>3</sup> met voorbeelden uitleggen hoe waarneming en theorievorming met elkaar samenhangen.

### Subdomein B2: Toepassing van kennis

De kandidaat kan analyseren hoe natuurwetenschappelijke en technische kennis wordt toegepast en kan reflecteren op de wisselwerking tussen natuurwetenschap, techniek en samenleving.

De kandidaat kan

- B2.1 met voorbeelden uitleggen hoe natuurwetenschappelijke kennis toegepast wordt om maatschappelijk relevante producten en technieken te ontwikkelen, en aangeven hoe samenleving en technologische ontwikkelingen elkaar beïnvloeden.

<sup>3</sup> in het vigerende programma eindterm 8

B2.2 met voorbeelden toelichten dat de ontwikkeling van natuurwetenschappelijke kennis niet vanzelf leidt tot nieuwe relevante toepassingen maar dat bij de ontwikkeling voldaan moet worden aan:

- functionele criteria;
- sociaal-economische criteria;
- ethische criteria.

### **Subdomein B3: De invloed van natuurwetenschap en techniek**

De kandidaat kan oordelen over de betrouwbaarheid van toegepaste natuurwetenschappelijke kennis en een eigen mening over maatschappelijk-natuurwetenschappelijke vraagstukken vormen.

De kandidaat kan

B3.1 een oordeel geven over de betrouwbaarheid van beweringen –waaronder ook de eigen beweringen- door passende criteria te hanteren bij het beoordelen van:

- bronnen;
- de kwaliteit van een product of techniek of behandeling;
- de kwaliteit van onderzoek waaraan de bewering refereert.

B3.2 met voorbeelden de invloed -in verleden, heden en toekomst- toelichten van:

- culturele, economische, maatschappelijke en politieke belangen op de ontwikkeling van natuurwetenschap en techniek;
- natuurwetenschappelijke kennis en techniek op het dagelijks leven;
- natuurwetenschappelijke kennis en techniek op het beeld dat mensen hebben van de natuur en hun eigen rol daarin.

B3.3 een standpunt innemen en beargumenteren over:

- toepassingen van natuurwetenschap of techniek in de maatschappij;
- het eigen leerproces in het omgaan met natuurwetenschappelijke kennis en techniek.

#### *Waarom de herformulering?*

Uit de vakdossiers (2002) bleek dat docenten vonden dat voor het B-domein:

- sommige termen vaag, complex of abstract waren;
- sommige termen in de praktijk lastig toe te passen waren;
- reflectie van leerlingen over zichzelf ten opzichte van natuurwetenschap en techniek te weinig aan bod kwam;
- nodig is dat B-termen in de andere kennisdomeinen uitgewerkt worden;
- termen te veel ruimte voor interpretatie laten.

De B-termen zijn zo herschreven dat deze bezwaren ondervangen zijn. Deze herschrijving is te meer van belang omdat het B-domein op de havo in de vakken natuurkunde, scheikunde en biologie toegevoegd is. Ook niet ANW-docenten krijgen nu met dit domein te maken.

#### *Toelichting bij de B-uitwerkingen*

Uitwerking B1.1 gaat over de natuurwetenschappelijke werkwijze en de onderzoekswereld van de wetenschappers.

Maar het is ook van belang in te gaan op de manier waarop leerlingen zelf aan kennis komen, hoe dat verschilt van de manier waarop wetenschappers dat doen en in te gaan op wat leerlingen met hun kennis doen.

De hoofdvragen worden dan: waar haal jij je kennis vandaan? hoe gebruik jij kennis? hoe weet je wat waar is? hoe beïnvloeden natuurwetenschap en techniek jouw leven? mag alles wat kan? wat betekent dat voor je eigen handelen?

Leerlingen dienen in de gaten te krijgen hoe belangrijk het stellen van vragen is, ze leren met en van elkaar om vragen te stellen.

Er gaan twee uitwerkingen over betrouwbaarheid; Uitwerkingen B1.1 en B3.1.

Bij uitwerking B1.1 gaat het om het onderzoek zelf. Bij uitwerking B3.1 gaat het o.a. om de toepassing van kennis verkregen uit onderzoek; er worden beweringen gedaan bijvoorbeeld bij het bespreken van oplossingen voor maatschappelijke problemen of bij het inzetten van technologieën of bij het motiveren van bepaalde behandelingen of acties. Het gaat erom of deze beweringen betrouwbaar zijn. Ook de beweringen die de leerling zelf doet, dienen op betrouwbaarheid getoetst te worden.

Passende vragen bij uitwerking B1.1 zijn:

- is er sprake van theorie en experiment?
- sluit de theorie aan bij gangbare ideeën?
- is het experiment te controleren of te herhalen?
- is er maar één factor die varieert?
- wordt er goed omgegaan met statistische gegevens?
- is de steekproef groot genoeg?
- wat is de foutenmarge?
- is de interpretatie van de resultaten juist?
- zijn er alternatieve verklaringen denkbaar?
- mag je uit een correlatie een causaal verband afleiden?

Passende vragen bij uitwerking B3.1 zijn:

vragen over het onderzoek zelf zoals bij uitwerking B1.1 te stellen zijn en verder:

- wie betaalt het onderzoek?
- welk instituut heeft het onderzoek uitgevoerd? Welke reputatie heeft dat instituut?
- heeft de onderzoeker of het instituut belang bij de uitkomst van het onderzoek?
- in welk blad zijn de resultaten gepubliceerd?
- wat is de herkomst van de bronnen waarnaar verwezen wordt?
- wat is de reputatie van de auteur(s)?
- heeft men de informatie uit de eerste hand?
- in welke mate is er sprake van expertise?/kennis van zaken?
- bevat de tekst voldoende feitelijke informatie?
- is er sprake van botsende belangen?
- worden er standaardprocedures ingezet?
- wordt er zorgvuldig geredeneerd?
- worden er belangrijke argumenten en/of informatie weggelaten?
- uit welk jaar zijn de gegevens?
- zijn er andere bronnen die over dezelfde inhoud andere informatie geven?

In uitwerking B3.1. gaat het er ook om of de leerling haar/zijn eigen beweringen kritisch kan bekijken. In de lespraktijk kunnen leerlingen naar elkaars beweringen kijken en daar kritisch op ingaan. Dit is belangrijk omdat gezorgd moet worden dat leerlingen leren kijken naar en scoren op de inhoud, en niet louter op een goede discussietechniek of anderszins.

Een manier om dit te doen is: de docent geeft leerlingen na afloop van een debat (bijvoorbeeld over kernenergie of over het toegenomen broeikaseffect) de volgende opdracht:

*Tijdens het debat is het waarschijnlijk niet altijd even goed gelukt om argumenten te weerleggen.*

*Noteer die argumenten/redenaties die jij graag had willen weerleggen, maar waarbij dat helaas niet gebeurd is tijdens het debat.*

*Ga na of je daarvoor voldoende informatie hebt. Zo niet, verzamel die informatie dan.*

*Noteer je weerwoord waarin je genoemde argumenten/redenaties weerlegt.*

*Vergelijk jouw weerwoord met het weerwoord van iemand anders, die ook de opdracht over de reflectie van debat heeft uitgevoerd.*

Uitwerking B1.2 spreekt voor zich. Het gaat erom dat nieuwe technologieën nieuwe mogelijkheden voor onderzoek bieden waardoor weer nieuwe ontdekkingen gedaan worden, die dan vervolgens weer nieuwe technologieën opleveren.

Onderwerpen zijn er te over:

- de moleculaire onderzoekstechnieken worden ingezet bij onderzoek naar evolutionaire verwantschap, bij ecologisch onderzoek;
- stralingstechnieken zoals fMRI vergroten de mogelijkheden bij hersenonderzoek. Dit levert nieuwe resultaten op voor neurologie, voor cognitiewetenschap, voor de taalwetenschap;
- de hele computertechnologie zorgt ervoor dat welk wetenschapsgebied dan ook effectiever data kan verzamelen en verwerken;
- de gentechnologie toonde aan dat gedrag ook in de genen zit; voor gedragswetenschappers opende dit nieuwe wegen.

De docent kan bij deze voorbeelden binnen de natuurwetenschappen zelf blijven, voor N-profiel-leerlingen, maar kan er ook (zie de hiervoor genoemde voorbeelden) buiten gaan. Voor M-profiel-leerlingen is dat zeker aan te raden.

Deze uitwerking kan verbonden worden met uitwerking B2.1 als ook de toegepaste producten en invloed op de maatschappij erbij betrokken worden.

Uitwerking B1.3 en B1.4 horen bij elkaar.

Het gaat hierbij om vragen als:

wat maakt de natuurwetenschappen nu anders dan de andere wetenschappen? is het de aard van de vragen? is het de manier waarop ze naar de werkelijkheid kijken? en welke vaktaal hoort daar dan bij? hoe anders zijn die natuurwetenschappen dan de niet-natuurwetenschappen? zijn er tussen de vakgebieden in de natuurwetenschappen ook grote verschillen? welke dan?

Een thema dat hier uitstekend bij past is het thema energie, met name omdat het een vakoverstijgend, transdisciplinair begrip is.

In biologie, scheikunde en natuurkunde wordt het begrip verschillend geïnterpreteerd. Ook in niet-natuurwetenschappen is er het begrip energie, maar weer anders omschreven.

Bij uitwerking B3.2 zou dan aan de orde kunnen komen hoe het met het onderzoek naar windenergie en zonne-energie gesteld is en waarom dat is zoals het nu is.

Uitwerkingen B1.3 en B1.4 lenen zich ervoor om met N-profiel en M-profiel leerlingen samen in een groep te behandelen. Leerlingen kunnen dan gebruik maken van elkaars expertise. De uitwerkingen kunnen hierbij uitstekend verbonden worden met uitwerking B3.3 als leerlingen zich afvragen 'wat heb ik nu met die

natuurwetenschappen? wat heb ik met techniek? op welke manier wil en kan ik er (als leek en beroepsmatig) mee te maken hebben?'.  
Een werkvorm die goed bij deze uitwerkingen past is een gastspreker, bijvoorbeeld een aio/oio die vertelt over zijn/haar onderzoek. Of een gastspreker uit de industrie die over zijn vak vertelt.

Een schitterend voorbeeld was er een paar jaar terug op het Zernicke college in Groningen; daar kwam de Groningse Rotaryclub, onder wie de directeur van de Gasunie, met leerlingen debatteren over energie. Beide partijen vonden het zo inspirerend dat ze voor het jaar erop weer afspraken gemaakt hebben.

Uitwerking B1.5 houdt in dat kennisvorming niet onafhankelijk is van de tijdsperiode, van cultuur en religie. Kennis wordt geproduceerd in een gemeenschap van wetenschappers, met eigen regels en afspraken. In dit verband is ook te verwijzen naar de wetenschapsfilosoof Kuhn die stelt dat er bij de ontwikkeling van de wetenschap periodes zijn van revolutie naast periodes van gewone voortgang gekenmerkt door de overeenstemming die er in die periodes bestaat. De overeenstemming bestaat erin dat de onderzoekers in een gemeenschap bepaalde prestaties van voorgangers als maatgevend beschouwen. Deze functioneren als typisch voorbeeld (als paradigma).

Uitwerking B1.5 komt ook aan de orde als er gesproken wordt over 'wat is nu echt wetenschap?' 'hoe is de Westerse wetenschap te plaatsen ten opzichte van wetenschappen uit andere culturen?'

Uitwerkingen B2.1 en B2.2 horen bij elkaar. Het gaat om toepassing van kennis, om de technologieën en de wisselwerking met de maatschappij.

Een goed voorbeeld is beschreven in de *vakdidactische handleiding ANW*<sup>4</sup>: 'Hoe worden nieuwe producten ontwikkeld? Mogelijkheden voor een onderwijsaanpak bij het ANW-domein materie.' Er is een algemene beschrijving voor aanpak, met een voorbeeld erbij: de mannenpil.

Bij uitwerking B2.2 past het maken van een technisch ontwerp. In de leermethodes zijn deze te vinden.<sup>5</sup>

Uitwerkingen B3.1, B3.2 en B3.3 gaan erom dat natuurwetenschap overal terug te vinden is in het dagelijks leven van leerlingen. Daarbij is het belangrijk dat ze niet alles wat in de media over natuurwetenschappen gezegd wordt als een vast gegeven accepteren (uitwerking B3.1), dat ze zich afvragen wie en wat er belangrijk is bij het toewijzen van onderzoeksgelden en wat daarbij de rol van de industrie is, dat ze beseffen dat wetenschap en techniek invloed hebben op de mens in zijn dagelijks leven (uitwerking B3.2), dat ze mee kunnen praten over de rol die wetenschap en techniek heeft en zou moeten hebben (uitwerking B3.3).

Verleden, heden en toekomst spelen een rol bij veel van de uitwerkingen.

Een manier om de actualiteit aan te kaarten in de les is te vinden in de eerder genoemde *vakdidactische handleiding ANW*: 'Actualiteit in ANW'.

Voorbeelden van actuele artikelen, door Nederlandse wetenschappers geschreven voor bovenbouw vwo/havo zijn te vinden op de site van kennislink.<sup>6</sup>

<sup>4</sup>zie [www.nvon.nl](http://www.nvon.nl) of [www.utwente.nl/elan/](http://www.utwente.nl/elan/)

<sup>5</sup> zie ook [www.techniek15plus.nl](http://www.techniek15plus.nl)

<sup>6</sup> [www.kennislink.nl](http://www.kennislink.nl)

Ook zijn docenten zelf zeer actief met de selectie van artikelen die geschikt zijn voor leerlingen; er is een archief met alle volledige artikelen van de afgelopen paar jaren.<sup>7</sup>

Het thema duurzaamheid (onderdeel van domein D) past bij uitwerking B3.2.

Goede voorbeelden voor lesmateriaal voor uitwerking B3.2 zijn beschreven in de eerder genoemde *Vakdidactische handleiding ANW: 'Geschiedenis in ANW: technologie en het dagelijks leven'*. Er is een algemene methode gegeven met voorbeelden: prenatale diagnostiek en telefonie. En er is: 'een probleemgestuurde aanpak van het domein Biosfeer', met een handleiding voor het maken van een PGO en voor het beoordelen van PGO's met behulp van Rubrics.

Bij uitwerking B3.3. kan het standpunt over toepassingen van natuurwetenschap en techniek onderbouwd worden met argumenten die verschillend van aard zijn. Ze kunnen betrekking hebben op natuurwetenschappelijke vakinhoud, op de betrouwbaarheid van kennis en kennisbronnen, op risico's van toepassingen, op religieuze, sociale, politieke of economische overwegingen.

Een voorbeeld van een vraag naar een standpunt over toepassingen van natuurwetenschap en techniek dat bij economische overwegingen aansluit is de vraag 'Wat geven we uit aan ruimteonderzoek? Kan dat geld ook anders besteed worden?' Het sluit dan aan bij uitwerking F2.2.

#### *Het verband tussen het A- en B-domein*

In het ANW onderwijs komen bij uitstek vaardigheden aan de orde. De vaardigheden uit domein A staan niet los van domein B.

Zo hebben uitwerkingen B1.1 en B3.1 een relatie met onderzoeksvaardigheden genoemd in subdomein A6 en met informatievaardigheden genoemd in A3.

Uitwerking B3.3 heeft een relatie met taalvaardigheden, genoemd in subdomein A1 en met informatievaardigheden genoemd in subdomein A3.

Uitwerkingen B2.1 en B2.2 hebben een relatie met maatschappelijke situaties genoemd in subdomein A7 en met ontwerpvaardigheden genoemd in subdomein A4.

Door het toepassen van adequate werkvormen kan de docent de vaardigheden gerelateerd aan het B-domein een plaats geven. Zie de publicatie *'Werk wijzer met ANW'*, waarin werkvormen beschreven staan.<sup>8</sup>

### 4.2.3 De C, D, E en F domeinen met de natuurwetenschappelijke vakinhoud

#### *Vooraf*

De domeinen C, B, E en F bevatten de natuurwetenschappelijke vakinhoud.

#### *De vijf hoofdvragen uit het B-domein*

De natuurwetenschappelijke inhoud is ondergeschikt aan de inhoud van het B-domein. De uitwerkingen van het B-domein -te herleiden tot vijf hoofdvragen- zijn de bril waarmee de natuurwetenschappelijke vakinhoud benaderd wordt.

<sup>7</sup> [www.phys.uu.nl/natunieuws/](http://www.phys.uu.nl/natunieuws/), en [www.xs4all.nl/~khooyman/archief.htm](http://www.xs4all.nl/~khooyman/archief.htm)

<sup>8</sup> zie [www.slo.nl/anw](http://www.slo.nl/anw)

De vijf hoofdvragen zijn:

1. Hoe komt natuurwetenschappelijke kennis tot stand?
2. Hoe wordt natuurwetenschappelijke kennis gebruikt?
3. Hoe bepaal je de betrouwbaarheid van natuurwetenschappelijke kennis?
4. Hoe beïnvloeden samenleving en natuurwetenschappen elkaar?
5. Wat is je mening over bepaalde toepassingen van natuurwetenschappelijke kennis?  
Mag alles wat kan?

De docent kan zorgen dat deze bril aanwezig is door de opdrachten steeds zo te kiezen dat B-uitwerkingen of een selectie daaruit gekoppeld worden aan de vakinhoudelijke uitwerkingen.

In dit hoofdstuk worden bij elk domein in een tabelvorm voorbeelden gegeven.

#### *Het kennisniveau en de N en M-leerlingen*

Bij de natuurwetenschappelijke vakinhoud kan de kennis die leerlingen zich kunnen verwerven onderscheiden worden in:

1. basiskennis, dat is wat leerlingen weten vanuit de basisvorming;
2. elementaire kennis, dat is het niveau dat iets verder gaat dan de basisvorming, bijv. weet hebben van de bouw van DNA, beseffen wat enzymen doen;
3. kennis zoals leerlingen die in de vakken natuurkunde, scheikunde, biologie in de bovenbouw verwerven.

Er mag vanuit gegaan worden dat leerlingen het eerste niveau bereikt hebben.

Het tweede niveau dienen de leerlingen te bereiken en dat slechts voor die onderwerpen waarvoor een keuze gemaakt is.

Leerlingen uit de N-profielen zijn voor een aantal onderwerpen op weg naar niveau drie. De docent kan daar op diverse manieren op inspelen:

- gebruik maken van deze kennis door de N-leerlingen als experts in te zetten bij bepaalde werkvormen, wanneer ANW-lessen samen met M-leerlingen gevolgd worden;
- onderwerpen kiezen die niet in de vakken biologie, natuurkunde en scheikunde behandeld worden;
- of bekende onderwerpen zo combineren met de B-termen dat leerlingen daardoor een andere verdieping in de inhoud krijgen.

#### *Verantwoording*

Docenten, auteurs en leerlingen zijn in de vakkdossiers (1998-2002) gevraagd naar hun ervaringen met het examenprogramma.

De volgende knelpunten werden gemeld:

- een klein deel van de eindtermen is niet voldoende helder geformuleerd;
- in domein C en E wordt te veel kennis die leerlingen al in de basisvorming verworven hebben bevroegd;
- er is te veel overlap met biologie en scheikunde;
- de ontwikkelingen in de wetenschappen gaan zo snel, het programma moet deze ontwikkelingen inpassen;
- duidelijker moet worden waar in de domeinen C tot en met F welke B-termen toegepast kunnen worden. De keuzes die gemaakt moeten worden kunnen dan meer verantwoord gemaakt worden.



#### 4.2.4 Domein C: Leven

##### **Subdomein C1: Kenmerken van leven**

De kandidaat kan aan leken uitleggen dat levende wezens eigenschappen bezitten om zichzelf en de soort in stand te houden en aangeven op welke manier ze zich kunnen aanpassen aan veranderingen in hun omgeving.

De kandidaat kan

C1.1 met voorbeelden aan leken uitleggen dat levende organismen ondanks grote uiterlijke verschillen de volgende kenmerken gemeen hebben:

- zij kunnen een stabiel intern milieu handhaven;
- zij wisselen materie en energie met de omgeving uit;
- zij ontwikkelen en reproduceren zichzelf volgens een ingebouwde blauwdruk, die genetische informatie heet;
- zij kunnen reageren op prikkels uit de omgeving;
- zij kunnen in hun functioneren bedreigd worden door oorzaken van binnen en buiten het lichaam.

C1.2 met voorbeelden de rol van variatie en natuurlijke selectie uitleggen aan leken.

##### **Subdomein C2: Mens en gezondheid**

De kandidaat kent de ontwikkeling van opvattingen, technieken en producten in de gezondheidszorg en kan positieve en negatieve effecten daarvan bespreken.

De kandidaat kan

C2.1 aan de hand van voorbeelden nagaan hoe opvattingen, technieken of producten in de gezondheidszorg zich hebben ontwikkeld:

Te denken valt aan:

- gezondheid door voeding, geboorteregeling en een goed functionerend afweersysteem;
- preventie door hygiëne, vaccinatie, levensstijl;
- controle door röntgenonderzoek, fMRI-scan, PET-scan, genetische screening;
- genezing of verzachting door medicijnen als antibiotica, cytostatica, pijnbestrijders, door bestraling, orgaantransplantatie, orgaanvervangende behandelingen, stamceltherapie, gebruik van klonen, genterapie, ingrepen als nierdialyse.

C2.2 medische toepassingen bespreken aan de hand van een afweging van positieve en negatieve effecten.

Te denken valt aan persoonlijke en maatschappelijke afwegingen bij het gebruik van medische producten en technieken, genoemd bij C2.1.

##### **Subdomein C3: Evolutie van het leven**

De kandidaat kan de ontwikkeling van het denken over de oorsprong van het leven beschrijven en in verband brengen met kennistheoretische, levensbeschouwelijke en sociologische opvattingen.

De kandidaat kan

C3.1 met voorbeelden beschrijven hoe natuurwetenschappelijke kennis is ontstaan over de oorsprong van leven en over uniformiteit en diversiteit in levensvormen en die in verband brengen met levensbeschouwelijke opvattingen.

C3.2 aan de hand van voorbeelden duidelijk maken hoe de theorie van de natuurlijke selectie invloed heeft of heeft gehad op het denken over mens en samenleving.

Te denken valt aan: sociaal Darwinisme, eugenetica, linguïstiek, ethiek.

Thema	Uitwerkingen	B-uitwerkingen	Omschrijving	Opdracht
Genetische screening	C2.1 C2.2.	B2.1 B3.1 B3.3  Hoofdvragen: 2, 3 en 5	Fragment met informatie: De drie zonen en dochter van Lenie (lijdster aan de dominant overervende ziekte van Huntington, een ziekte die zich pas op latere leeftijd openbaart in storingen in beweging en karakter) en Harm zijn volwassen en nu zelf op een leeftijd dat de ziekte zich kan openbaren. De schoondochter wil het zwijgen over de erfelijkheid ervan doorbreken, haar man wil dat niet, maar haar dochter (14) heeft er onlangs zelf naar gevraagd.	Bekijk de informatie uit de videofilm: 'Het zit in de familie' over een dominant overervende ziekte zoals Huntington. Zet alle voordelen en nadelen van een test voor jezelf eens op een rijtje.
Brein computer interfaces (NT leerlingen)	C2.1. C2.2.	B1.2 B1.3 B2.1 B2.2 B3.3  Hoofdvragen 2, 4 en 5	Met 'brein-interfaces' - technologie is het bijvoorbeeld mogelijk om via louter denkkracht een cursor op het computerscherm te laten bewegen	Interview een wetenschapper die zich met deze technologie bezig houdt. Maak een verslag en presenteer dat.

#### 4.2.5 Domein D: Biosfeer

##### Subdomein D1: Kenmerken van de biosfeer

De kandidaat kan aan leken uitleggen welke randvoorwaarden met het leven op aarde samenhangen en op welke wijze deze kunnen veranderen.

De kandidaat kan

- D1.1 met voorbeelden aan leken uitleggen hoe het leven op aarde samenhangt met de volgende randvoorwaarden:
- de temperatuur op en aan het aardoppervlak;
  - de beschermende werking van de atmosfeer;
  - de aanwezigheid van voor het leven noodzakelijke elementen in de aardbodem en de atmosfeer: zuurstof en koolstofdioxide in de atmosfeer en water, nitraten en fosfaten in de aardbodem;
  - de zon als directe en indirecte bron van energie.
- D1.2 met voorbeelden aan leken uitleggen dat het leven op aarde samenhangt met kringlopen en daarbij onderscheiden:
- kringlopen door transport van stoffen (o.a. water, mineralen) en energie;
  - elementkringlopen (met name die van koolstof en stikstof) door omzetting van stoffen.

D1.3 met voorbeelden aan leken uitleggen dat in de genoemde randvoorwaarden (zie D1.1) en kringlopen (zie D1.2) snelle en trage veranderingen optreden.

### Subdomein D2: Duurzame ontwikkeling

De kandidaat kan uitleggen wat duurzame ontwikkeling inhoudt, het effect van ingrepen in de biosfeer kritisch bespreken en daarbij onderscheid maken tussen economische, ecologische, sociaal-culturele en mondiale aspecten.

De kandidaat kan

D2.1 aan de hand van voorbeelden uitleggen hoe natuurwetenschappelijke kennis en technieken uit de volgende sectoren in staat zijn een bijdrage te leveren aan groei en welzijn van de wereldbevolking:

- gezondheidszorg;
- landbouw;
- transport;
- energievoorziening;
- communicatietechnologie.

D2.2 aan de hand van voorbeelden menselijke ingrepen in de biosfeer kritisch bespreken en daarin de uitdrukking 'duurzame ontwikkeling' gebruiken, waarbij aandacht wordt besteed aan ecologische, economische, sociaal-politieke, culturele en mondiale dimensies.

Te denken valt aan voorbeelden zoals genoemd bij D2.1 en E2.1

D2.3 aan de hand van een voorbeeld kritisch bespreken welke rol modellen spelen bij het voorspellen van de effecten van ingrepen in de biosfeer en daarin betrekken:

- positieve en negatieve ontwikkelingen;
- heersende wetenschappelijke opvattingen;
- het gebruik van modellen in maatschappelijke en politieke discussies.

Te denken valt aan: klimaatverandering, duurzame energiebronnen, bemesting, verzuring, verdroging, ketenbeheer, waterkwaliteit.

Thema	Uitwerkingen	B uitwerkingen	Omschrijving	Opdracht
Versterkt broeikaseffect	D1.1. D1.2. D.2.2. D 2.3	B1.1 B1.2. B1.3 B1.4 B.3.1 B3.3 Hoofdvragen 2, 3, en 5	Het versterkt broeikaseffect is een milieuprobleem dat niet zo maar opgelost kan worden: economie, politiek en Westerse leefwijze spelen een rol. De oorzaken van het probleem zijn divers.	Voer een debat in de vorm van een kort geding over het versterkt broeikaseffect. Maak daarbij gebruik van rollen met de erbij horende rolbeschrijvingen.
Duurzaamheid en energie	D2.1 D2.2	B2.1 B2.2 B3.3. Hoofdvragen 2 en 5	Welke duurzame ontwikkeling is nodig wat betreft het gebruik van energiebronnen om het mogelijk te maken dat in de 21ste eeuw meer mensen op aarde kunnen leven dan wanneer die ontwikkeling niet plaatsvindt?	Ontwerp een duurzaam product, bijv. een duurzame woning waarbij je natuurwetenschappelijke kennis gebruikt.

#### 4.2.6 Domein E: Materie

##### **Subdomein E1: Kenmerken van materie**

De kandidaat weet dat stoffen in de levende en niet-levende natuur uit elementen zijn opgebouwd en hoe stoffen met elkaar kunnen reageren.

De kandidaat kan

E1.1 met voorbeelden aan leken uitleggen dat:

- materie in de levende en niet-levende natuur is opgebouwd uit dezelfde elementen;
- bij omzettingen van stoffen elementen behouden blijven;
- bij het weergeven van bouwstenen van materie modellen een rol spelen;
- modellen voor het weergeven van de bouwstenen variëren afhankelijk van het op te lossen probleem.

##### **Subdomein E2: Productie van materialen**

De kandidaat heeft kennis van de ontwikkeling en betekenis van stoffen en materialen in de loop van de tijd en kan kenmerken van moderne productiemethoden noemen.

De kandidaat kan

E2.1 aan de hand van voorbeelden de betekenis toelichten van stoffen en materialen die een rol spelen in het dagelijks leven met aandacht voor:

- verleden, heden en toekomst;
- verschillende culturen.

Te denken valt aan: verfstoffen, geneesmiddelen, voedingsmiddelen, lichaamsverzorgingsmiddelen, beschermingsmiddelen, brandstoffen, bouwmaterialen en materialen voor communicatie.

E2.2 aan de hand van voorbeelden kenmerken van moderne biotechnologische of chemisch-technologische productieprocessen noemen, bijvoorbeeld:

- afstemming op specifieke gebruikerseisen;
- opschaling;
- automatisering;
- kwaliteitsbewaking;
- kennis van toxicologische eigenschappen van stoffen en materialen;
- recycling;
- aanvoer en afvoer van stoffen en materialen;
- risicoanalyse;
- milieueffectrapportage;
- publieksvoorlichting.

### Subdomein E3: Ontstaan van kennis over de materie

De kandidaat kan de ontwikkeling van modellen voor de bouwstenen van de materie in de loop van de tijd beschrijven.

De kandidaat kan

E3.1 met voorbeelden uitleggen dat bij het ontwikkelen van modellen voor de niet direct waarneembare bouwstenen van de materie gebruik gemaakt wordt van o.a.:

- kennis van eigenschappen van stoffen en materialen;
- kennis over productiemethoden;
- fysische en chemische technieken;
- modellen uit het verleden;
- computersimulatie.

Thema	Uitwerkingen	B-uitwerkingen	Omschrijving	Opdracht
Moderne technologische processen in de chemische industrie	E.2.2	B2.1 B2.2 B3.1 B3.3  Hoofdvragen 2, 3, 4 en 5	De chemische industrie geeft voorlichting aan geïnteresseerden over hun werk.	Maak een excursie in een chemische fabriek in je regio. Maak een verslag.
Verfstoffen	E1.2	B1.2 B2.1 B2.3 B3.1 B3.2  Hoofdvragen 2, 3 en 4	We zien kleuren bij gebouwen, glas, aardewerk, muurschilderingen, schilderijen en stoffen. In vroeger tijden was het arsenaal aan kleurstoffen dat hiervoor ter beschikking stond veel beperkter dan tegenwoordig. In de natuur zijn er organische en anorganische substanties waaruit kleurstoffen gehaald kunnen worden. Die kleurstoffen kunnen gebruikt worden om allerlei materialen te verven.	Maak een tentoonstelling of een PowerPointpresentatie van 6-8 afbeeldingen van schilderijen (uit uiteenlopende tijden) met begeleidende teksten over het kleurgebruik, algemeen en vanuit het ambachtelijk perspectief. Hoe is het kleurgebruik (vergeleken met de andere schilderijen); welke kleurstoffen, oplosmiddel, bindingsmiddel en conserveringsmiddel zijn gebruikt? Op welk materiaal is geschilderd? Van elke gebruikte stof geef je de chemische eigenschappen. <sup>9</sup>

<sup>9</sup> project Eurokis

#### 4.2.7 Domein F: Zonnestelsel en heelal

##### **Subdomein F1: Kenmerken van het zonnestelsel en het heelal**

De kandidaat kan de bouw en geschiedenis van het zonnestelsel en het heelal aan leken uitleggen.

De kandidaat kan

F1.1. aan leken uitleggen wat de huidige opvattingen zijn over:

- de bouw van het zonnestelsel;
- het ontstaan van het zonnestelsel;
- bouw van het heelal;
- ontstaan en geschiedenis van het heelal en de rol van de zwaartekracht hierbij.

##### **Subdomein F2: Zonnestelsel en heelal in het dagelijkse leven**

De kandidaat kan de invloed van en de kennis over het zonnestelsel en het heelal op het dagelijks leven aangeven en beschrijven hoe gegevens over het zonnestelsel en het heelal verzameld worden.

De kandidaat kan

F2.1 aan de hand van voorbeelden bespreken hoe kennis over het zonnestelsel en het heelal invloed heeft in het dagelijks leven.

Te denken valt aan: tijdrekening, navigatie, cartografie, kennis over klimaatgordels en seizoenen, astrologie.

F2.2 aan de hand van voorbeelden de ontwikkeling van kunstmatige satellieten beschrijven en daarbij verschillende functies onderscheiden, o.a.:

- communicatie;
- weersvoorspelling;
- monitoring van milieu;
- observatie bij oorlog en vrede;
- ruimtelijke oriëntatie;
- ruimteonderzoek.

##### **Subdomein F3: Ontstaan van kennis over het heelal**

De kandidaat kan de ontwikkeling van kennis en ideeën over de bouw en geschiedenis van het zonnestelsel en heelal beschrijven.

De kandidaat kan

F.3.1 aan de hand van voorbeelden beschrijven hoe kennis over het heelal is ontstaan en nog steeds ontstaat. Bijvoorbeeld:

- bijdrage van steeds geavanceerdere technologieën en onderzoeksmethoden;
- veranderingen van modellen voor het heelal;
- discussies over het heelal vanuit natuurwetenschappelijke en levensbeschouwelijke vooronderstellingen.

Thema	Uitwerkingen	B-uitwerkingen	Omschrijving	Opdracht
Het zonnestelsel	F1.1. F3.1.	B1.5. B3.1. B3.2  Hoofdvragen 1, 3 en 4	Galileo Galilei voerde met zijn tegenstanders uitgebreide debatten.	Boots het debat van Galilei na. Hou een debat tussen voor- en tegenstanders van het heliocentrisch wereldbeeld. <sup>10</sup>
Het zonnestelsel	F3.1	B3.2. Vraag 4	In 1979 richt Paus Johannes Paulus II een oproep aan theologen, geleerden en historici om de zaak (veroordeling van) Galilei nogmaals te bestuderen, In 1982 installeert diezelfde Paus de commissie Galilei.	Leg uit waarom de katholieke kerk pas eind 20ste eeuw erkend heeft dat de opvatting van Galilei over het heelal de juiste was? Waarom heeft dat zo lang geduurd?
Het heelal	F 1.1. F 2.2.	B1.1. B1.2 B2.1  Hoofdvragen 1 en 2	Leerlingen presenteren hun resultaten van de poster aan de andere leerlingen.	Maak een poster over het zonnestelsel en het heelal. Kies daarbij uit de volgende onderwerpen: het ontstaan van het heelal, de levensloop van sterren, satellieten.

#### *Wetenschappers en hun ontdekkingen*

Het is aan te bevelen om bij ANW belangrijke wetenschappers en hun ontdekkingen te behandelen.

O.a. uitwerkingen B1.1 , B1.5, B 3.2 , en B 3.3 (hoofdvraag 1 en 2) zijn hierbij aan de orde.

De vakinhoud varieert afhankelijk van de wetenschap die beoefend werd door de wetenschapper.

Nederlandse wetenschappers die beslist ter sprake moeten komen om leerlingen algemene vorming bij te brengen zijn:

Simon Stevin, Christiaan Huygens, Antonie van Leeuwenhoek, Jan Swammerdam, Johannes Diderik van der Waal, Jacobus Henricus van 't Hoff, Hendrik Antoon Lorentz, Willem de Sitter, Luitzen Egberts Jan Brouwer, Niko Tinbergen, Frits Zernike. Internationale belangrijke natuurwetenschappers: Archimedes, Paracelsus, Leonardo da Vinci, Galilei, Newton, Darwin, Pasteur, Bohr, Einstein, Watson en Crick.

Het voordeel van de behandeling van een wetenschapper en zijn werk is dat alle B-uitwerkingen, dus alle vijf de hoofdvragen vanzelfsprekend aan bod kunnen komen.

<sup>10</sup> ANW en identiteit in het katholiek en protestants christelijk onderwijs, SLO, 2001.

Een voorbeeld:

Thema	Uitwerkingen	B-uitwerkingen	Omschrijving	Opdracht
Wetenschap en zijn werk	D2.1	B1.2 B1.4 B2.1 B2.2 B3.1 B3.2 B3.3  Hoofdvragen 1 tot en met 5	Leonardo da Vinci heeft als geen ander kunst en wetenschap met elkaar verbonden. Hij was schilder, tekenaar, beeldhouwer, uitvinder, constructeur, wiskundige, architect en natuuronderzoeker.	Leonardo ontwierp twee 'vliegmodellen'. Een in oude stijl en een in nieuwe stijl. Wat is het opvallende verschil tussen beide modellen? Wat is het revolutionaire aan het nieuwe model? Waarom duurde het nog zo lang voordat het in werkelijkheid uitgeprobeerd werd en ook nog werkte? Wat vind je van een uitvinder die en vestingwerken en nieuwe wapens tegen deze vestingwerken uitvindt en verkoopt? Vind je het verantwoord? Waarom vind je dat?



# 5. Mogelijkheden voor toetsing en weging (PTA)

## 5.1 Uitgangspunten

In dit hoofdstuk staan de mogelijkheden voor toetsing in het SE. Ook voor de inhoud van dit hoofdstuk geldt dat de geschetste mogelijkheden en gegeven suggesties vrijblijvend zijn. Door het wegvallen van vormvoorschriften staat het de scholen vrij in het schoolexamen te toetsen zoals zij dat wensen.

Aan toetsing gaat natuurlijk onderwijs vooraf. De aard van de toetsing in o.a. praktische opdrachten maakt dat het onderwijs zelf en de toetsing gedeeltelijk samenvallen: behalve het product worden ook elementen uit het proces waarbinnen het product tot stand komt en gepresenteerd wordt, beoordeeld. Vandaar dat ook suggesties voor de inrichting van onderwijs gegeven zijn. De aard van deze beknopte handreiking maakt dat deze suggesties beknopt zullen zijn en veelal uit verwijzingen zullen bestaan.

Scholen hebben veel eigen keuzes (onderdelen die buiten het programma vallen, toetsen van gekozen domeinen). Aanbevelingen voor becijfering en voor afweging van de cijfers onderling blijven daarom in deze handreiking buiten bespreking. De enige aanbeveling die gedaan wordt gaat over de weging van de schriftelijke toetsing ten aanzien van toetsing in praktische opdrachten.

Werken met een examendossier is een goed uitgangspunt om het SE adequaat vorm te geven.

Dat betekent dat leerlingen gedurende de periode waarin het vak gegeven wordt werken aan de invulling van het schoolexamen.

Een examendossier is een lijst van eisen waaraan iedere leerling moet voldoen. Maar daarnaast is het ook een map waarin alle werkstukken komen die de leerling in het kader van die eisen gemaakt heeft, met een overzicht van alle bijbehorende beoordelingen en toetsen. Zie *'Syllabus ANW, Cito 1998'*, waarin veel informatie gegeven wordt over het werken met een examendossier.

Werken met een examendossier komt ook tegemoet aan de individuele toetsing die nu aan de orde is: scholen kunnen onderdelen toevoegen buiten het examenprogramma, gericht op de individuele leerling.

## 5.2 De inrichting van het SE

Het cijfer voor het schoolexamen is gebaseerd op de inhoud van het examendossier. Te denken valt hierbij aan praktische opdrachten en schriftelijke toetsen.

## 5.2.1 Schriftelijke toetsen

De opgaven gaan over:

A- en B-domeinen in combinatie met:

- tenminste één subdomein uit ten minste drie van de vier overige domeinen;
- de onderdelen die de school zelf aan het SE toegevoegd heeft en die (gedeeltelijk of geheel) buiten het examenprogramma vallen.

Het laatst genoemde biedt mogelijkheden om in te spelen op actuele ontwikkelingen en leerlingen daarop te toetsen.

Vaardigheden als het beargumenteren van een standpunt, omgaan met informatie uit (domein A) gerelateerd aan analyseren en reflecteren (domein B) vormen het hart van ANW. Het ligt dan ook voor de hand om de vaardigheden te toetsen. Dat is te realiseren door:

- de vorm van toetsen te variëren;
- de bronnen waaruit leerlingen informatie halen ook te gebruiken om toetsvragen te maken;
- in de toets uiteenlopende bronnen aan te bieden;
- vaardigheidstoetsvragen te maken;
- leerlingen zelf bij de eigen beoordeling te betrekken.

### Een toelichting

- *Vorm van de toets*: gesloten vragen, open vragen, opdracht om betoog te schrijven, opdracht om verhaal te schrijven, opdracht om vragen te maken (bijvoorbeeld quizvragen), opdracht om op grond van bepaalde gegevens een casus te beschrijven, enzovoort.
- *Door docent te gebruiken bronnen*; dat zijn bronnen die de leerlingen tijdens hun leerproces ingezet en gevolgd hebben: leerstof uit boeken, gegeven lessen zoals lessen over actualiteit, gastlessen, verslagen van practicum of schriftelijke producten van praktische opdrachten gemaakt door leerlingen, presentaties van leerlingen waaronder posterpresentaties, gevoerde discussies door leerlingen, gevolgde excursies, gevolgde uitzendingen op tv. De docent kan deze bronnen gebruiken om toetsvragen te maken.
- *Aangeboden bronnen*: actuele artikelen, simulatie van werkelijkheid op computer, de bronnen die leerlingen tijdens hun leerproces gebruikt hebben (openboektoets) of geproduceerd hebben (aantekeningen gemaakt tijdens een presentatie, een gastles enz.). De docent kan deze bronnen aanbieden tijdens het maken van toetsvragen.
- *Vaardigheidstoetsvragen maken*: het Cito ontwikkelde een tiental vaardigheidsvraagtypen (zie *syllabus biologie*, 1998, Cito) met voorbeeldvragen erbij. SLO heeft dit verder uitgewerkt in een publicatie voor ANW (*Schriftelijke toetsvragen voor ANW* december 2005).<sup>11</sup> In deze publicatie van SLO is ook te zien hoe leerlingen bij de beoordeling betrokken kunnen worden.

<sup>11</sup> Zie [www.slo.nl](http://www.slo.nl)

## 5.2.2 Praktische opdrachten

De opdrachten gaan over:

A- en B-domeinen in combinatie met:

- het domein dat de school als geheel gekozen heeft, en tenminste drie subdomeinen verspreid over de andere drie domeinen;
- de onderdelen die de school zelf aan het SE toegevoegd heeft en die (gedeeltelijk of geheel) buiten het examenprogramma vallen.

Het laatst genoemde biedt mogelijkheden om in te spelen op actuele ontwikkelingen, op mogelijkheden die door instanties buiten de school aangeboden worden (zie hoofdstuk 7), op initiatieven van leerlingen, op vakoverstijgende projecten.

Praktische opdrachten vallen ruim te interpreteren. Onderzoek doen valt eronder, maar ook opdrachten waarin andere vaardigheden aan bod komen.

Kortom, het gaat om alle mogelijke vaardigheden zoals omschreven in domein A van het examenprogramma, gerelateerd aan domein B. In de opdrachten moet ernaar gestreefd worden dat alle vaardigheden gerelateerd aan de uitwerkingen van domein B op een evenwichtige manier aan bod komen.

Het is aan te bevelen om één of meer van de opdrachten een wat grotere omvang te geven (10 à 20 sl).

Eén van de langer lopende opdrachten kan als groepswerk (minstens drie leerlingen) worden uitgevoerd.

Gekozen kan worden uit:

- literatuuronderzoek;
- omgaan met natuurwetenschappelijke informatie in het kader van besluit- en meningsvorming;
- een onderzoeks- of ontwerpopdracht;
- een andersoortige opdracht; excursie, interview etc. (zie ook hoofdstuk 7).

Dit moet door de leerlingen goed gedocumenteerd worden opdat ze over de resultaten kunnen rapporteren. Dit rapporteren mag op verschillende manieren: een verslag maken, een artikel schrijven, een voordracht houden, een presentatie geven, et cetera.. Dit wordt in de beoordeling betrokken.

Voor de beoordeling van de praktische opdrachten wordt gebruik gemaakt van beoordelingscriteria die vooraf aan de kandidaat bekend gemaakt zijn.

De praktische opdrachten maken het zonder meer mogelijk om in te spelen op het profiel van de leerlingen, te differentiëren tussen leerlingen en aan te sluiten bij de leerstijl van leerlingen.

In de specificatie (hoofdstuk 4) is te zien dat sommige eindtermen zich meer voor de ene soort opdracht lenen, andere weer voor andere opdrachten.

Denk daarbij aan opdrachten als:

- het deelnemen aan een excursie naar een bedrijf of instelling waar sprake is van toepassing van natuurwetenschap of techniek;
- het samenvatten en/of beoordelen van een publicatie;
- een tv-programma of software beoordelen;
- het formuleren en beargumenteren van een standpunt;
- het opzetten van een betoog over concurrerende natuurwetenschappelijke modellen;
- het verrichten van observaties;
- het bereiden van een product.

### *Weging van de toetsen en opdrachten*

Aanbevolen wordt om de schriftelijke toetsen voor 60% en de praktische opdrachten voor 40% te laten wegen. Aantal toetsen en opdrachten, de tijdsinvestering en de spreiding over de stof daarbij moeten daarmee in overeenstemming zijn. Maar nogmaals de school is geheel vrij in de keuze van de wegingsfactor.

### *De positie van het behaalde SE cijfer voor ANW*

Voor de bepaling van de uitslag van het examen worden de cijfers voor de kleine vakken die voor alle leerlingen gelden gemiddeld tot een combinatiecijfer. In het Inrichtingsbesluit WVO/Eindexamenbesluit van 22 december 2006 (Staatsblad 2007/24) wordt over het combinatiecijfer het volgende meegedeeld.

Om in de uitslagregeling de cijfers voor de verschillende vakken min of meer gelijkwaardig te maken, is het zogenaamde combinatiecijfer geïntroduceerd. Het combinatiecijfer wordt gevormd door het gemiddelde van de cijfers van de relatief kleine vakken zonder centraal examen en wordt in de uitslagregel beschouwd als het cijfer van één vak, gelijkwaardig aan de cijfers van de andere (grote) vakken. Het combinatiecijfer wordt op de cijferlijst vermeld; daarnaast blijven ook de afzonderlijke kleine vakken met het daarvoor behaalde cijfer op de cijferlijst vermeld worden. Door het combinatiecijfer ligt het aantal cijfers dat in de uitslagregeling wordt betrokken weer vast: bij het havo acht, en bij het vwo negen.

Door de cijfers van de desbetreffende vakken van het combinatiecijfer bij de uitslagbepaling samen te nemen, krijgen ze minder invloed op zakken en slagen. Naast de relatief kleine vakken maakt ook het profielwerkstuk onderdeel uit van het combinatiecijfer: dit wordt nu ook met een cijfer gewaardeerd, zodat een goede prestatie in de uitslagregel kan meewegen.

Ten aanzien van het combinatiecijfer geldt dat de samenstellende delen hiervan (dus de cijfers voor de desbetreffende vakken en het profielwerkstuk) geen van alle lager mogen zijn dan een 4; dit om te voorkomen dat ten aanzien van één van deze onderdelen een 'wanprestatie' wordt geleverd die vervolgens zou worden gemiddeld met de andere resultaten.

Het combinatiecijfer wordt dus gevormd door het gemiddelde van de cijfers van:

- op havo: maatschappijleer (gemeenschappelijk deel) en het profielwerkstuk (en naar keuze ook godsdienst/levensbeschouwelijke vorming en/of literatuur);
- op vwo: maatschappijleer (gemeenschappelijk deel), ANW en het profielwerkstuk (en naar keuze ook godsdienst/levensbeschouwelijke vorming, literatuur en/of KCV).

## **5.3 De inrichting van het PTA**

### **5.3.1 Algemeen**

Binnen het raamwerk van examenprogramma en examenbesluit kan de school een eigen aanvulling geven aan de schoolexaminering. Vanaf 2007 zijn daarbij de keuzemogelijkheden voor scholen verruimd. Nieuw is bijvoorbeeld de mogelijkheid voor de school om eigen onderdelen toe te voegen aan de SE-onderdelen uit het examenprogramma. Dat mag van leerling tot leerling verschillen.

Er is niet zoveel wat eigenlijk niet zou kunnen, als een school dat maar goed afstemt op de schoolcultuur, schoolorganisatorische mogelijkheden en pedagogisch-

didactische keuzes van de school, en als het maar vastgelegd wordt in een programma van toetsing en afsluiting (PTA).

Aan te raden is om het PTA zo minimaal mogelijk in te vullen en ruimte te houden, zodat het PTA geen keurslijf wordt.

Dit is te meer van belang nu er de mogelijkheid voor de school is om eigen onderdelen toe te voegen aan de SE-onderdelen. Vooral als die onderdelen gericht zijn op de actualiteit, op eigen initiatieven van leerlingen, en op het aanbod van buitenschoolse instanties, is een open formulering in het PTA gewenst.

### 5.3.2 Overzicht van de inhoud van het PTA

Volgens het examenbesluit havo/vwo dient het PTA jaarlijks vóór 1 oktober te worden vastgesteld en moet het in elk geval betrekking te hebben op het desbetreffende schooljaar. Het PTA geeft in elk geval aan:

- welke onderdelen van het examenprogramma in het schoolexamen worden getoetst;
- welke inhoud de onderdelen van het schoolexamen hebben;
- de wijze waarop het schoolexamen plaatsvindt;
- de mogelijkheden tot herkansing binnen het schoolexamen;
- het herexamen van het schoolexamen;
- de wijze waarop het cijfer voor het schoolexamen tot stand komt en de positie van het behaalde cijfer.

Voor het opstellen van een goed PTA is de inbreng van de vakdocent/vaksectie onontbeerlijk. Ook dient de vakdocent/vaksectie zich goed te realiseren aan welk formeel kader de school gehouden is door het examenbesluit en welke keuzes er op schoolniveau gemaakt worden. Er is met andere woorden voor het opstellen van een PTA een goede samenwerking tussen schoolleiding en vaksecties nodig.

### 5.3.3 Keuzepunten per school die voorafgaan aan de opstelling van een PTA

Het is voorbarig om op vakniveau een uitwerking te geven aan het PTA wanneer niet eerst op schoolniveau over deze zaken definitieve beslissingen zijn genomen. Drie aandachtspunten zijn voor ANW heel belangrijk:

1. De verdeling van vakken over de jaren heen.  
De gangbare praktijk is dat het vak in leerjaar 4 aangeboden wordt. Echter op heel wat scholen wordt het vak ook in klas 5 (en 6 vwo) aangeboden; een variatie daarop is: een deel wordt aangeboden in de tweede helft van een lesjaar aan klas 4 en de rest wordt aangeboden in de eerste helft van een lesjaar aan klas 5. Allerlei andere variaties zijn ook mogelijk. Overwegingen die een rol spelen zijn: N- en M profielleelingen volgen al dan niet samen ANW; reflectie over wetenschap levert meer op naarmate leerlingen ouder zijn.
2. Het aanbod van vakken in het vrije deel.  
Het is een school toegestaan om het vak ANW-vwo uit te breiden binnen het vrije deel (zie ook hoofdstuk 1). Ook op havo is een en ander mogelijk in het aanbod van ANW (zie hoofdstuk 2).
3. Opzet en beheer examendossier.  
Het SE in de vorm van een examendossier aanbieden past goed bij het karakter van het vak ANW.

## 5.4 Keuzepunten voor de ANW docenten bij het opstellen van het PTA

### Aandachtspunten:

- schriftelijke toetsen;
- praktische opdrachten;
- koppelingen met examenonderdelen van andere vakken;
- eigen onderdelen van de school, met ruimte om naar de individuele leerling in te richten;
- de weging van de onderdelen.

### Raamwerk voor een voorbeeld-PTA

NB Door afstemming met andere vakken en door invulling van de schooleigen onderdelen is het mogelijk dat een enkele opdracht of toets en/of de weging ervan aangepast wordt.

s staat voor school

v staat voor vak

Keuzepunten	Niveau waarop keuzes gemaakt worden	Toelichting	Tijdstip
De verdeling van de vakken over de jaren heen.	s		
Het aanbod van vakken in het vrije deel.	s		
De keuze voor de herkansingen, herexamens of beide.	s		
De opzet van de herkansingsmogelijkheden.	s		
De opzet van het herexamen.	s en v		
Het al dan niet handhaven van het jaarklassensysteem.	s		
Toetsorganisatie.	s	Wel of geen toetsweken?	
Opzet en beheer van het examendossier.	s en v		
De positie van het ANW SE cijfer.	overheid, s		
Keuze van domein en overige subdomeinen.	v		
Inhoud van SE: - schriftelijke toetsen; - praktische opdrachten; - koppelingen met examenonderdelen van andere vakken; - eigen onderdelen van de school, met ruimte om naar individuele leerling in te richten.	s en v	Globale omschrijving geven, en bij de aantallen minimum en maximum noemen.	
Weging van de onderdelen	v en s		
<i>Schriftelijke toetsen</i>			
Wetenschap en pseudo-wetenschap Biotechnologie Duurzaamheid Heelal	v	Per toets een doorverwijzing naar een omschrijving over: - vakinhoud; - vaardigheden uit A- en B domein; - vorm; - hoe toetsen aan het	

Keuzepunten	Niveau waarop keuzes gemaakt worden	Toelichting	Tijdstip
		leerproces gekoppeld zijn (te bestuderen bronnen); - tijdsduur, aantal slu; - beoordelingscriteria en cijferbepaling; - gewicht in SE; - toegestane bronnen en hulpmiddelen. Zie voorbeeld 'Toets wetenschap en pseudo-wetenschap'.	
<i>Praktische opdrachten</i>			
Debat heliocentrisch wereldbeeld. Een product maken. Posterpresentatie van het heelal.		Per opdracht een doorverwijzing naar een omschrijving over: - vakinhoud; - beschrijving; - werkvorm/presentatievorm; - vaardigheden uit A en B domein; - tijdsperiode, aantal slu; - samenwerking; - beoordelingscriteria en cijferbepaling; - gewicht in SE.	
Actueel onderwerp naar eigen keuze van leerling, werkvorm vrij te kiezen.		- slu-uren.	
<i>Schooleigen onderdelen, eventueel gekoppeld aan vakoverstijgende projecten en aan buitenlandreizen</i>			
Nog nader in te vullen.		- slu-uren.	
Nog nader in te vullen.		- slu-uren.	

### *Toets wetenschap en pseudo-wetenschap*

<i>Vakinhoud</i>	<i>Vaardigheden</i>	<i>Te bestuderen bron</i>	<i>Bronnen tijdens toets</i>	<i>Overig</i>
Wetenschap en pseudo-wetenschap - De natuurwetenschappelijke methode; - Wat doet (pseudo)wetenschap? - Wie doet wetenschap? - Waarom doet men aan wetenschap? - Grenzen aan de wetenschap.	Informatievaardigheden A1.7, A1.8, A3.1, A3.5, A3.6, A3.8. Onderzoeksvaardigheden A6.1, A6.2, A6.3, A6.4. Maatschappelijke situaties A7.1, A7.2. Reflectie en analyse B1.1, B1.2, B1.3, B1.4, B1.5, B3.3.	Boek ANW Actief, Hst. en aantekeningen gemaakt tijdens de posterpresentatie.	Boek ANW Actief, Hst.	Vaardigheidsvragen ..... Duur ..... Slu ..... Weging ..... Beoordelingscriteria en ..... cijferbepaling .....





# 6. Afstemming met andere vakken

## 6.1 Met natuurkunde, scheikunde, biologie en wiskunde

Deze relatie is kort gezegd als volgt:

De natuurwetenschappen stellen vragen aan de natuur en vinden antwoorden. ANW stelt vragen over de wereld áchter die vragen en antwoorden (zie 4.1 'De identiteit van ANW').

Juist omdat ook natuurkunde, scheikunde en biologie de natuurwetenschappelijke vakinhoud aanleveren waarover binnen ANW nagedacht wordt, en ook omdat in biologie, natuurkunde en scheikunde de vijf ANW-vragen meer en meer terrein winnen ligt afstemming tussen en samenwerking met de genoemde vakken voor de hand.

Daar komt nog bij dat research en innovatie in deze vakken zeer snel gaan en dat juist op het grensvlak van deze vakken en van wiskunde zich de meest interessante ontwikkelingen voordoen.

Kortom, aansluiten bij de actualiteit en vakoverschrijdend werken, meer aandacht voor denken over de wetenschap zal bij natuurkunde, scheikunde en biologie hoe langer hoe belangrijker worden, en de samenwerking met ANW wordt daardoor meer en meer van belang. Op zijn minst dienen de docenten goed op de hoogte te zijn van wat er binnen het vak ANW gebeurt.

Praktische afstemming op vwo kan dan als volgt:

- vakoverstijgende projecten doen waarbij ingegaan wordt op actuele ontwikkelingen;
- praktische opdrachten in ANW aanbieden die aansluiten op de vakinhoud van de andere vakken; denk bijvoorbeeld aan het uitnodigen van een gastdocent van een bedrijf als DSM, Gist-Brocades wanneer bij biologie en scheikunde biotechnologie behandeld wordt;
- onderzoeks- en ontwerpvaardigheden naast de andere vaardigheden op elkaar afstemmen. Dat kan bij de N-profielen omdat de vaardigheden van de natuurwetenschappelijke vakken vrijwel identiek zijn; M-leerlingen hebben profielvakken waarvoor dit niet geldt.

Het is van belang om de ANW-docenten te betrekken bij het overleg over het invullen van de geormerkte ANW sluis binnen de natuurwetenschappelijke vakken op de havo. Voor de invulling valt te denken aan:

- praktische opdrachten die aansluiten op de vakinhoud van de vakken; denk bijvoorbeeld aan een excursie naar een biotechnologisch bedrijf, wanneer er bij biologie en bij scheikunde biotechnologie behandeld wordt;
- een voorbereiding op het PWS waarbij ontwerp- en onderzoeksvaardigheden op elkaar afgestemd worden;
- behandeling van actuele onderwerpen, waarbij binnen de vakken op een zelfde manier het onderwijs met betrekking tot de actualiteit vorm gegeven wordt.

## **6.2 Met natuur, leven en technologie**

'Natuur, leven en technologie' is volgens de geherstructureerde tweede fase een profielkeuzevak voor beide N-profielen. Dit vak moet nog vorm krijgen. De profielcommissie voor de N-profielen doet na 1 mei 2005 officiële mededelingen over het nieuwe bètavak. Tegelijk zullen dan uitspraken over ANW gedaan worden.

## **6.3 Met het vak Nederlands**

Het vak ANW doet een beroep op de argumentatieve vaardigheden die leerlingen leren bij het vak Nederlands. Domein D bij Nederlands gaat over standpunten en argumenten identificeren en interpreteren.

Deze vaardigheden sluiten aan bij uitwerking B3.1 en B3.3 en bij subdomein A van ANW. Een reden om te overleggen met de docenten Nederlands en naar mogelijkheden voor samenwerking te zoeken. Deze samenwerking wordt vergemakkelijkt door het feit dat zowel Nederlands als ANW aan alle leerlingen in alle profielen gegeven wordt.

## **6.4 Met de vakken aardrijkskunde, geschiedenis, filosofie en levensbeschouwing**

Zoals vermeld in paragraaf 4.1 maken ook de actualiteit, geschiedenis, wetenschapsfilosofie en ethiek onderdeel uit van de vakinhouden van ANW. Het domein 'biosfeer' bevat inhouden die vallen onder de fysische geografie. Samenwerking met de vakken aardrijkskunde, geschiedenis, filosofie en levensbeschouwing is te overwegen.

## 7. Onderdelen naar keuze van de school

Scholen kunnen ervoor kiezen om vakonderdelen op te nemen in het schoolexamen die niet als domein in het examenprogramma genoemd staan, maar wel natuurwetenschappelijk van aard zijn.

Deze kunnen bovendien per leerling verschillen, wat keuzemogelijkheden voor de individuele leerling inhoudt.

### *Mogelijkheden bij het individuele aanbod*

Het individueel aanbieden van schooleigen onderdelen opent mogelijkheden als:

- dubblanten dragen zelf andere onderwerpen aan zodat ze niet twee keer hetzelfde hoeven te doen;
- leerlingen geven presentaties aan de hand van de actualiteit;
- leerlingen die een bepaalde buitenlandexcursie doen, kunnen het bezoeken van een museum koppelen aan een opdracht voor ANW;
- leerlingen kunnen hun eigen interessegebied volgen al dan niet gekoppeld aan het profiel dat ze volgen: buitenschoolse activiteiten als observaties bij een sterrenwacht, tellen van vogels bij vogeltrek, volgen van een EHBO-cursus, kunnen betrokken worden bij het ANW-onderwijs.

Vooral het inspringen op de actualiteit is belangrijk want ANW levert een belangrijke en unieke bijdrage aan het dichten van de kloof tussen berichten over natuurwetenschap in de media en het onderwijs in de natuurwetenschappelijke vakken. Dat impliceert dat het examenprogramma van ANW ruimte moet laten voor de onvoorspelbare ontwikkelingen die zich in het tijdsbestek van de komende vijf tot tien jaar voltrekken.

### *Buitenschoolse instanties*

Veel buitenschoolse instanties reiken de docent mogelijkheden aan voor de ANW-lessen. Het dient aanbeveling om van de mogelijkheden gebruik te maken want:

- het maakt mogelijk dat leerlingen met andersoortige opdrachten aan de gang gaan, denk aan stage lopen, masterclasses volgen, deelnemen aan wedstrijden. Het kan de motivatie vergroten van hoogbegaafde leerlingen en leerlingen met speciale leerstijlen;
- het kan de docent werk besparen; er zijn veel instanties -vooral op B-gebied- die excellent onderwijs aanbieden;
- het kan de professionalisering van de docent vergroten omdat de docent hierdoor in netwerken terecht komt die zijn/haar kennis en ervaring vergroten;
- het wordt mogelijk om nog beter aan te sluiten bij de actualiteit in de media;
- leerlingen kunnen -gehonoreerd- deelnemen aan vakoverstijgende projecten;
- ingespeeld kan worden op het karakter van het profiel waarin ANW gegeven wordt; per profiel kan ANW een andere inkleuring krijgen.

### *Mogelijkheden die nu al praktijk zijn*

- vanuit universiteiten en hogescholen worden practica (kant-en-klaar) aangeboden voor een schappelijk bedrag; zo voert de universiteit van Wageningen op bestelling DNA-extractie- en enzympractica met leerlingen uit ([www.vwo-campus.net](http://www.vwo-campus.net));
- musea als Naturalis, Teylers en ook dierentuinen hebben eigen educatieprogramma's, ook voor de bovenbouw; er bestaan mogelijkheden om praktische opdrachten te laten begeleiden;
- er bestaan projecten vanuit de Universiteiten (UvA, RUG) waarbij oio's (aio's) gastdocent op uw school zijn en vertellen over hun onderzoek;
- er bestaan grote onderzoeksprojecten waaraan bovenbouwleerlingen deelnemen, bijvoorbeeld 'het meerkoetenproject' ([www.nioo.kanw.nl](http://www.nioo.kanw.nl)) en de 'Grote griepmeting' ([www.kennislink.nl](http://www.kennislink.nl));
- Science across Europe is een website waarop kant en klare praktische opdrachten staan; uitwisseling van de resultaten met leerlingen over de hele wereld is mogelijk;
- Nederlandse bedrijven zoals DSM, Philips zoeken binnen het project JetNet naar samenwerkingsverbanden met scholen om onderwijs en bedrijfsleven daadwerkelijk met elkaar te verbinden ([www.Jet-Net.nl](http://www.Jet-Net.nl));
- toneelgroep Pandemonia brengt stukken over biotechnologie, over orgaandonatie;
- organisaties die zich bezig houden met duurzaamheid, gezondheid en biotechnologie bieden vaak ook een en ander aan op educatiegebied;
- sterrenwachten hebben speciale programma's voor de ANW-lessen.

### *Wedstrijden*

Leerlingen nemen deel aan wedstrijden:

- Goldberg-wedstrijd (Larenstein, technisch ontwerpen);
- the Bet (op gemeente niveau, zie [NVON.nl](http://NVON.nl));
- [www.kluyvercentre.nl/imagine](http://www.kluyvercentre.nl/imagine) (wedstrijd heeft een link met de derde wereld);
- meettheboss; een viertal scholen discussiëren met een topmanager uit de chemische industrie;
- debatwedstrijden op internet. Zo was er [gentech.debat.nl](http://gentech.debat.nl).

Voor internationale wedstrijden zie: [kennisnet](http://kennisnet).

### *Gastlessen*

[www.bedrijfvoordeklas.nl](http://www.bedrijfvoordeklas.nl) ; u krijgt het bedrijfsleven tijdelijk op school.

Dit kan ook via het al eerder genoemde JetNet.

Enkele bedrijven:

- [www.dsm.nl](http://www.dsm.nl) van petrochemie tot voedselindustrie;
- [www.akzonobel.nl](http://www.akzonobel.nl);
- [www.shell.nl](http://www.shell.nl);
- [www.gasunie.nl](http://www.gasunie.nl) oudste gasleverancier in Nederland;
- [www.nuon.nl](http://www.nuon.nl) onder andere informatie over bio-energie.

### *Vakoverstijgende projecten en actualiteit*

Informatie over (vakoverstijgende) projecten, aansluitend op actualiteit en toekomst:

- forensisch onderzoek: [www.forensischinstituut.nl](http://www.forensischinstituut.nl) of [www.DNAsporen.nl](http://www.DNAsporen.nl);
- over energie in de 21ste eeuw: [www.e21.nl](http://www.e21.nl);
- schooltv-sites;
- [gezondnet.nl](http://gezondnet.nl);
- [medischestartpagina.nl](http://medischestartpagina.nl);
- [kennislink.nl](http://kennislink.nl);

- [noorderlicht.vpro.nl](http://noorderlicht.vpro.nl);
- Discovery Channel (Nederlands ondertiteld);
- National Geographic (Nederlands ondertiteld);
- BBC documentaires;
- [www.stepnet.nl](http://www.stepnet.nl);
- [ww.docentenplein.nl](http://ww.docentenplein.nl);
- [www.digischool.nl](http://www.digischool.nl); community ANW.

Zonder twijfel zijn er nog meer mogelijkheden te bedenken om onderdelen toe te voegen aan het schoolexamen. ANW-docenten zijn in dit opzicht actief. Ze wisselen met elkaar uit via mailinglijsten die horen bij de gebruikte methodes en via de algemene ANW mailinglist: [www.nvon.nl](http://www.nvon.nl).

Zie verder ook:

- cd-rom van Samson, *Bronnenboek voor ANW*, e-mail: [klantenservice@samson.nl](mailto:klantenservice@samson.nl)
- *Good practise ANW, Portretten van goed ANW-onderwijs*, uitgave van NVON, 2002, ISBN 90 769 7608 2
- [www.leermiddelenplein.nl](http://www.leermiddelenplein.nl)
- ANW-quiz van de Praktijk, [www.praktijk.nu](http://www.praktijk.nu)



# Bijlage 1

## Examenprogramma algemene natuurwetenschappen vwo (tevens havo)

### Het eindexamen

Het eindexamen bestaat uit het schoolexamen.

Het examenprogramma bestaat uit de volgende domeinen:

Domein A	Vaardigheden
Domein B	Analyse van en reflectie op natuurwetenschap en techniek
Domein C	Leven
Domein D	Biosfeer
Domein E	Materie
Domein F	Zonnestelsel en heelal.

Dit examenprogramma is ook van toepassing op het havo, waar de school voor havo ervoor kiest om algemene natuurwetenschappen als afzonderlijk vak in het eindexamen op te nemen, met dien verstande dat voor het havo een selectie kan worden gemaakt uit de examenstof. De domeinen A en B behoren altijd tot de examenstof.

### Het schoolexamen

Het schoolexamen heeft betrekking op:

- de domeinen A en B;
- uit ten minste drie van de vier overige domeinen tenminste één subdomein;
- indien het bevoegd gezag daarvoor kiest: andere vakonderdelen, die per kandidaat kunnen verschillen.

### De examenstof

#### Domein A: Vaardigheden

##### Subdomein A1: Taalvaardigheden

1. De kandidaat kan adequaat schriftelijk en mondeling communiceren over natuurwetenschappelijke onderwerpen.

##### Subdomein A2: Reken-/wiskundige vaardigheden

2. De kandidaat kan een aantal voor het vak relevante reken-/wiskundige vaardigheden toepassen om natuurwetenschappelijke problemen op te lossen.

#### **Subdomein A3: Informatievaardigheden**

3. De kandidaat kan, mede met behulp van ICT, informatie selecteren, verwerken, beoordelen en presenteren.

#### **Subdomein A4: Technisch-instrumentele vaardigheden**

4. De kandidaat kan op een verantwoorde manier omgaan met voor het vak relevante organismen en stoffen, instrumenten, apparaten en ICT-toepassingen.

#### **Subdomein A5: Ontwerpvaardigheden**

5. De kandidaat kan een technisch ontwerp voorbereiden, uitvoeren, testen en evalueren.

#### **Subdomein A6: Onderzoeksvaardigheden**

6. De kandidaat kan een natuurwetenschappelijk onderzoek voorbereiden, uitvoeren, de verzamelde onderzoeksresultaten verwerken en hieruit een conclusie trekken.

#### **Subdomein A7: Maatschappelijke situaties**

7. De kandidaat kan toepassingen en effecten van natuurwetenschappen en techniek in verschillende maatschappelijke situaties herkennen en benoemen.

### **Domein B: Analyse van en reflectie op natuurwetenschap en techniek**

#### **Subdomein B1: Kennisvorming**

8. De kandidaat kan weergeven hoe natuurwetenschappelijke kennis ontstaat, welke vragen natuurwetenschappelijke onderzoekers kunnen stellen en hoe ze aan betrouwbare antwoorden komen.

#### **Subdomein B2: Toepassing van kennis**

9. De kandidaat kan analyseren hoe natuurwetenschappelijke en technische kennis wordt toegepast en kan reflecteren op de wisselwerking tussen natuurwetenschap, techniek en samenleving.

#### **Subdomein B3: De invloed van natuurwetenschap en techniek**

10. De kandidaat kan oordelen over de betrouwbaarheid van toegepaste natuurwetenschappelijke kennis en een eigen mening over maatschappelijk-natuurwetenschappelijke vraagstukken vormen.

### **Domein C: Leven**

#### **Subdomein C1: Kenmerken van leven**

11. De kandidaat kan aan leken uitleggen dat levende wezens eigenschappen bezitten om zichzelf en de soort in stand te houden en aangeven op welke manier ze zich kunnen aanpassen aan veranderingen in hun omgeving.

#### **Subdomein C2: Mens en gezondheid**

12. De kandidaat kent de ontwikkeling van opvattingen, technieken en producten in de gezondheidszorg en kan positieve en negatieve effecten daarvan bespreken.



### **Subdomein C3: Evolutie van het leven**

13. De kandidaat kan de ontwikkeling van het denken over de oorsprong van het leven beschrijven en in verband brengen met kennistheoretische, levensbeschouwelijke en sociologische opvattingen.

### **Domein D: Biosfeer**

#### **Subdomein D1: Kenmerken van de biosfeer**

14. De kandidaat kan aan leken uitleggen welke randvoorwaarden met het leven op aarde samenhangen en op welke wijze deze kunnen veranderen.

#### **Subdomein D2: Duurzame ontwikkeling**

15. De kandidaat kan uitleggen wat duurzame ontwikkeling inhoudt, het effect van ingrepen in de biosfeer kritisch bespreken en daarbij onderscheid maken tussen economische, ecologische, sociaal-culturele en mondiale aspecten.

### **Domein E: Materie**

#### **Subdomein E1: Kenmerken van materie**

16. De kandidaat weet dat stoffen in de levende en niet levende natuur uit elementen zijn opgebouwd en hoe stoffen met elkaar kunnen reageren.

#### **Subdomein E2: Productie van materialen**

17. De kandidaat heeft kennis van de ontwikkeling en betekenis van stoffen en materialen in de loop van de tijd en kan kenmerken van moderne productiemethoden noemen.

#### **Subdomein E3: Ontstaan van kennis over de materie**

18. De kandidaat kan de ontwikkeling van modellen voor de bouwstenen van de materie in de loop van de tijd beschrijven.

### **Domein F: Zonnestelsel en heelal**

#### **Subdomein F1: Kenmerken van het zonnestelsel en het heelal**

19. De kandidaat kan de bouw en geschiedenis van het zonnestelsel en het heelal aan leken uitleggen.

#### **Subdomein F2: Zonnestelsel en heelal in het dagelijkse leven**

20. De kandidaat kan de invloed van en de kennis over het zonnestelsel en het heelal op het dagelijks leven aangeven en beschrijven hoe gegevens over het zonnestelsel en het heelal verzameld worden.

#### **Subdomein F3: Ontstaan van kennis over het heelal**

21. De kandidaat kan de ontwikkeling van kennis en ideeën over de bouw en geschiedenis van het zonnestelsel en heelal beschrijven.



## Bijlage 2

### Het vigerende programma vwo vergeleken met het programma zoals dat vanaf 2007 geldt

Naam Domein	Naam subdomein	Verandering	Benaming in het vigerende programma (indien verandering)
A: Vaardigheden			
	A1 t/m A7		
B: Analyse van en reflectie op natuurwetenschap en techniek		Ja	Analyse en reflectie met betrekking tot natuurwetenschap, techniek en de rol van mensen
	B1: Kennisvorming		
	B2: Toepassing van kennis		
	B3: De invloed van natuurwetenschap en techniek		Reflectie en analyse
C: Leven			
	C1: Kenmerken van leven		Kenmerken van het leven
	C2: Mens en gezondheid		
	C3: Evolutie van het leven		Eenheid en verscheidenheid
D: Biosfeer			
	D1: Kenmerken van de biosfeer		
	D2: Duurzame ontwikkeling		
E: Materie			
	E1: Kenmerken van materie		Kenmerken van stoffen
	E2: Productie van materialen		
	E3: Ontstaan van kennis over de materie		
F: Zonnestelsel en heelal			
	F1: Kenmerken van het zonnestelsel en het heelal		
	F2: Zonnestelsel en heelal in het dagelijkse leven		
	F3: Ontstaan van kennis over het heelal		