

# Handreiking algemene natuurwetenschappen (ANW) in het schoolexamen van de vakken natuurkunde, scheikunde en biologie

havo

*Herziening  
examenprogramma's  
havo.vwo*





# Handreiking algemene natuurwetenschappen (ANW) in het schoolexamen van de vakken natuurkunde, scheikunde en biologie

**havo**

*Herziening  
examenprogramma's  
havo.vwo* Agnes Legierse, projectleider  
Lambert Heijnen

Enschede, juli 2006

VO/3538/D/06-377



Verantwoording

© 2006, Stichting leerplanontwikkeling (SLO), Enschede

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen, of enige andere manier zonder voorafgaande toestemming van de uitgever.

**Auteurs:** Agnes Legierse (projectleider) Lambert Heijnen,  
**In opdracht:** Ministerie van Onderwijs, Cultuur en Wetenschappen, SLO, Stichting Leerplanontwikkeling

**Besteladres**  
SLO, Stichting Leerplanontwikkeling  
Postbus 2041, 7500 CA Enschede  
Telefoon (053) 4840 425  
E-mail: a.koiter@slo.nl

# Voorwoord

De handreiking ANW-havo, die voor u ligt hoort bij de vernieuwingen die in 2007 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.

Voor havo is het vak ANW officieel verdwenen uit het gemeenschappelijk deel van de profielen. In de vakken natuurkunde, scheikunde en biologie zijn per vak 40 slugs gereserveerd voor ANW.

In deze handreiking reikt SLO, op verzoek van OC&W, suggesties aan om met dit gegeven om te gaan. Adviezen voor de inrichting van het schoolexamen worden gegeven. De suggesties en adviezen hebben geen voorschrijvend karakter. Zij zijn gebaseerd op de expertise van de vakinhoudelijk medewerkers van SLO, overleg met de vakinhoudelijke vereniging en raadpleging van het veld via Veldadvisering.

De handreiking opent met een beschrijving van wat er moet en mag met betrekking tot ANW havo vanaf 2007.

Vervolgens wordt de identiteit van het vak ANW in beeld gebracht.

Het kenmerkende domein van ANW -verplicht in het havo vanaf 2007- wordt beschreven.

Van de geglobaliseerde eindtermen worden uitwerkingen gegeven, met een toelichting erbij.

Vervolgens wordt aangegeven hoe de vanaf 2007 vervallen inhoudelijke ANW domeinen in het programma van de vakken natuurkunde, scheikunde en biologie een plek kunnen vinden.

Daarna worden de verschillende mogelijkheden geschetst die er zijn voor de organisatie van het ANW-onderwijs, vanaf het indalen in de monovakken tot het inrichten van een apart vak.

Tenslotte worden mogelijkheden voor het inrichten van het PTA en SE aangeduid.

Hierbij wordt doorverwezen naar de handreikingen schoolexamen-havo van de vakken natuurkunde, scheikunde en biologie, en de handreiking schoolexamen ANW-vwo.

Wij hopen dat deze handreiking docenten en directies op scholen steun geeft bij het vormgeven van het ANW-onderwijs in het de havo.

Lambert Heijnen, projectmedewerker

Agnes Legierse, projectleider



# Inhoud

Voorwoord	3
<b>1. Wat moet en mag er met betrekking tot ANW havo vanaf 2007</b>	<b>7</b>
1.1 Samenvatting	7
1.2 Wat moet er?	7
1.3 Wat mag er?	8
<b>2. De identiteit van het vak ANW</b>	<b>9</b>
2.1 Samenvatting	9
2.2 Doel van ANW	9
2.3 De relatie tussen ANW en de natuurwetenschappen: natuurkunde, scheikunde en biologie	9
2.4 Inhoud van ANW	10
2.5 Hoe leren leerlingen bij het vak ANW?	11
2.6 Docenten en ANW	11
<b>3. De uitwerking van domein A2: analyse van en reflectie op natuurwetenschap en techniek</b>	<b>13</b>
3.1 Samenvatting	13
3.2 Waarom ANW uitgebreide keuzemogelijkheden heeft.	13
3.3 Domein A2: Analyse van en reflectie op natuurwetenschap en techniek. De uitwerkingen	14
3.4 Toelichting bij de A2-uitwerkingen	15
3.5 De A2 eindtermen uitgewerkt in vragen voor gebruik in de praktijk	19
3.6 De samenhang van de reflectievaardigheden uit domein A2 met de vaardigheden in domein A1	21
<b>4. De plaats van de inhoudelijke ANW-domeinen</b>	<b>23</b>
4.1 Samenvatting	23
4.2 Herverkaveling van de inhoudelijke domeinen over de monovakken	23
4.3 Mogelijke ANW-gerelateerde eindtermen in de monovakken	27
<b>5. De mogelijke varianten voor ANW onderwijs in het havo</b>	<b>35</b>
5.1 Samenvatting	35
5.2 Wat moet en kan er wettelijk gezien?	35
5.3 Mogelijkheden voor het expliciet handhaven van ANW in het havo	35
5.4 Standpuntbepaling van de school met betrekking tot ANW in het havo	36
5.5 De implicaties van het volledig indalen van ANW in de vakken natuurkunde, scheikunde en biologie	37
5.6 Variantentabel ANW in het havo	37
<b>6. PTA en SE</b>	<b>39</b>
6.1 Samenvatting	39
6.2 Het PTA	39
6.3 Toetsing in SE	39
Aanbevolen	43





# 1. Wat moet en mag er met betrekking tot ANW havo vanaf 2007

## 1.1 Samenvatting

Beschreven wordt wat er wettelijk vastligt voor ANW in het de havo.  
Geschetst wordt wat er mogelijk is binnen de wettelijke kaders.

## 1.2 Wat moet er?

Voor havo is het vak ANW (voormalige studielast 160 uren) officieel verdwenen uit het gemeenschappelijk deel. In de vakken natuurkunde, scheikunde en biologie havo zijn per vak 40 slu gereserveerd voor ANW.

Het domein 'Analyse van en reflectie op natuurwetenschap en techniek' uit ANW is bij de vakken biologie, natuurkunde en scheikunde gelijkkluidend opgenomen in het examenprogramma havo.

Het domein is daarvoor geglobaliseerd, en gelijk aan het B-domein in het ANW vwo programma.

Het ziet er als volgt uit:

### Domein A2: Analyse van en reflectie op natuurwetenschap en techniek

#### Subdomein A2.1: Kennisvorming

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

#### Subdomein A2.2: 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.

#### Subdomein A2.3: 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.

Dit domein wordt geëxamineerd in het schoolexamen (SE) en niet in het centraal examen (CE).

Voor biologie en scheikunde wordt 60% van het gehele programma geëxamineerd in het CE en 40% in het SE, voor natuurkunde ligt deze verhouding op 75% versus 25%.

In de tekst van het examenprogramma staat hierover vermeld:

“Het schoolexamen heeft betrekking op domein A1 en:

tenminste de domeinen en subdomeinen waarop het centraal examen geen betrekking heeft;

indien het bevoegd gezag daarvoor kiest: een of meer domeinen of subdomeinen waarop het centraal examen betrekking heeft.”

De school mag geen domeinen uit het schoolexamen schrappen. Dat geldt zowel voor de inhoudelijke domeinen als voor de domeinen A (vaardigheden).

Leerlingen die met een havo diploma doorstromen naar het vwo krijgen vrijstelling voor ANW, ze hoeven het vak ANW in het havo niet gevolgd te hebben<sup>1</sup>.

### 1.3 Wat mag er?

In het rapport “Kortetermijnadvies” van de profielcommissies (Enschede, 27 mei 2005, blz. 35) staat hierover:

“De profielcommissies adviseren:

- Behoud de inhoudelijke benadering van het vak ANW in het havo.
- Wijs de scholen op de mogelijkheid ANW in het havo voor alle leerlingen verplicht te stellen in het vrije deel van de profielen. Het cijfer voor ANW kan dan in het havo meetellen in het examen als onderdeel van het combinatiecijfer. Scholen die starten met het geïntegreerde bètavak, kunnen voor leerlingen die dit vak kiezen, de kern van ANW binnen het geïntegreerde bètavak aanbieden als een eerste brede oriëntatie”.

Scholen hebben dus de mogelijkheid om het vak ANW in het vrije deel verplicht of als keuzevak aan te bieden aan alle leerlingen of aan een deel van de leerlingen. Als de school het vak mee wil tellen in het combinatiecijfer dan moet het programma gebaseerd zijn op het vwo ANW-examenprogramma (zoals herzien vanaf 2007). Alle onderdelen van het combinatiecijfer (dus ook ANW) tellen even zwaar mee. Als de school eenmaal gekozen heeft voor het opnemen van ANW op de cijferlijst, wordt dat vermeld in het PTA, bekend gemaakt aan leerlingen en geldt dat voor de betreffende cohort.

Naast de mogelijkheid om in het vrije deel het vak ANW verplicht of als keuzevak aan te bieden is er de mogelijkheid om de gereserveerde studielasturen ANW havo in de vakken natuurkunde, scheikunde, biologie tot een geheel te bundelen, zodat een bevoegde ANW docent voor dit geheel verantwoordelijk is (zie hoofdstuk 5). Het gegeven cijfer is onderdeel van de SE cijfers van de vakken natuurkunde en/of scheikunde en/of biologie (afhankelijk van de vakken die de leerling volgt).

Bovenstaande gegevens zijn ontleend aan de publicatie ‘Op weg naar 2007’, van het tweedefase adviespunt, maart 2006.

<sup>1</sup> Inrichtingsbesluit, artikel 2b, 2de lid

## 2. De identiteit van het vak ANW

### 2.1 Samenvatting

Beschreven wordt waarin ANW verschilt van de vakken natuurkunde, scheikunde en biologie, wat de inhoud bij ANW is en hoe leerlingen bij ANW leren, en wat van docenten verwacht mag worden.

### 2.2 Doel van ANW

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

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

Het vak ANW richt zich op natuurwetenschappelijke kennis en reflectie op natuurwetenschappelijke kennis en techniek.

### 2.3 De relatie tussen ANW en de natuurwetenschappen: natuurkunde, scheikunde en 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:

Wetenschappers zoeken 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. 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.

## 2.4 Inhoud van ANW

### De 5 hoofdvragen

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 5 vragen zijn afgeleid van het domein 'Analyse van en reflectie op natuurwetenschap en techniek', te vinden als B-domein in het examenprogramma vwo ANW, als A2-domein in het examenprogramma havo van de vakken natuurkunde, scheikunde en biologie.

Die vragen laten zich specificeren als:

- Hoe vinden de wetenschappers die 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? En hoe beperkend is het dat de antwoorden op de specifieke vragen maar een deel van de werkelijkheid beschrijven?
- 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?
- Welke invloed heeft de maatschappij op de wetenschappers die op zoek zijn naar antwoorden? En hoe kleurt die invloed de antwoorden?
- Welke spannende ontwikkelingen zijn er in deze tijd?
- 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? Hoe is je eigen handelen en gedrag?

Om op deze vragen antwoorden te kunnen vinden is er kennis nodig: natuurwetenschappelijke kennis en andere kennis

### Natuurwetenschappelijke vakinhoud

Om zinvol te kunnen reflecteren binnen het vak ANW hebben leerlingen kennis nodig: basiskennis vanuit de onderbouw aangevuld met elementaire kennis aangereikt vanuit de natuurwetenschappelijke vakken.

De inhoudelijke 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. Het gaat erom dat de basisconcepten van de natuurwetenschappen verankerd worden.

### Andere vakinhoud in ANW:

Naast de natuurwetenschappen zijn er ook andere vakgebieden 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.

## 2.5 Hoe leren leerlingen bij het vak ANW?

Om leerlingen op een overtuigende manier in het vak ANW 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, enzovoorts. Deze zijn terug te vinden in het A1-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, waar dat kan, 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:

1. Waar haal jij je kennis vandaan?
2. Hoe gebruik jij kennis?
3. Hoe weet je wat waar is?
4. Hoe beïnvloeden natuurwetenschap en techniek jouw leven?
5. 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. Het is belangrijk dat docenten hierbij steeds inspelen op de actualiteit.

## 2.6 Docenten en ANW

Van docenten mag verwacht worden dat ze:

- De basisconcepten van de natuurwetenschappen beheersen.
- Kunnen omgaan met de 5 hoofdvragen van ANW.
- Flexibele werkvormen kunnen hanteren.
- Het SE anders dan bij de monovakken kunnen inrichten<sup>2</sup>.
- Op ANW-wijze kunnen toetsen<sup>3</sup>.

<sup>2</sup>zie SLO publicaties "Werk Wijzer met ANW" van A Legierse ea ISBN 90 329 2091 X 2002 en "Activerende Werkvormen" van JH Flokstra VO/3076/D/06-327 mrt 2006

<sup>3</sup>zie SLO-publicatie 'Het schriftelijk toetsen van denkwaardigheden bij ANW' van A. Legierse ea 2006



# 3. De uitwerking van domein A2: analyse van en reflectie op natuurwetenschap en techniek

## 3.1 Samenvatting

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

Voor de natuurwetenschappelijke inhoud is er een grote keuze. Het is nodig dat er bij ANW zoveel keuzemogelijkheden zijn. Waarom dat zo is wordt toegelicht in 3.2.

Van de eindtermen worden per eindterm de uitwerkingen gegeven in 3.3.

In 3.4 wordt vervolgens aangegeven hoe met de uitwerkingen in de praktijk kan worden omgegaan. De aanwijzingen gegeven in 3.4 zijn in 3.5 samengevat in een handzame tabel die de docent in de praktijk kan gebruiken .

Hoe de reflectievaardigheden uit domein A2 samenhangen met de vaardigheden in domein A1 is te zien in de tabel gegeven in 3.6.

## 3.2 Waarom ANW uitgebreide keuzemogelijkheden heeft.

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

- Het vak ANW is aan te passen 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,
- Leerlingen hebben verschillende leerstijlen en belangstellingen;
- 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 ANW-methoden die onderling sterk verschillen.

### 3.3 Domein A2: Analyse van en reflectie op natuurwetenschap en techniek. De uitwerkingen

#### Subdomein A2.1: Kennisvorming

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

Uitwerking:

De kandidaat kan:

A2.1.1 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.

A2.1.2 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.

A2.1.3 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.

A2.1.4 met voorbeelden toelichten dat bij onderzoek van persoonlijke en maatschappelijke vragen kennis gebruikt kan worden uit meerdere vakgebieden, ook uit niet-natuurwetenschappelijke vakgebieden.

A2.1.5 met voorbeelden uitleggen hoe waarneming en theorievorming met elkaar samenhangen.

#### Subdomein A2.2: 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.

Uitwerking:

De kandidaat kan:

A2.2.1 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.



A2.2.2 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;
- sociaaleconomische criteria;
- ethische criteria.

### **Subdomein A2.3: 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.

Uitwerking:

De kandidaat kan

A2.3.1 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.

A2.3.2 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.

A2.3.3 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.

## **3.4 Toelichting bij de A2-uitwerkingen**

In de SLO SE-handreikingen voor natuurkunde, scheikunde en biologie worden de onderstaande toelichtingen ook behandeld, met hier en daar specifiek op het monovak havo betrekking hebbende voorbeelden.

Uitwerking A2.1.1 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 en 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? En hoe beïnvloeden natuurwetenschap en techniek jouw leven? Mag alles wat kan? En 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.

Er gaan twee uitwerkingen over betrouwbaarheid; Uitwerkingen A2.1.1 en A2.3.1. Bij uitwerking A2.1.1 gaat het om het onderzoek zelf. Bij uitwerking A2.3.1 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 A2.1.1 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 A2.3.1 zijn:

vragen over het onderzoek zelf zoals bij uitwerking A2.1.1 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 A2.3.1. 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 de inhoud en leren 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 broeikas-effect) 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 het debat heeft uitgevoerd.*

Uitwerking A2.1.2 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 A2.2.1 als ook de toegepaste producten en invloed op de maatschappij erbij betrokken worden.

Uitwerking A2.1.3 en A2.1.4 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 A2.3.2 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 A2.1.3 en A2.1.4 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 A2.3.3 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.

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 A2.1.5 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 A2.1.5 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 A2.2.1 en A2.2.2 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*: '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 A2.2.2 past het maken van een technisch ontwerp. In de leermethodes zijn hiervoor opdrachten te vinden.

Uitwerkingen A2.3.1, A2.3.2 en A2.3.3 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 A2.3.1), 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 A2.3.2), dat ze mee kunnen praten over de rol die wetenschap en techniek heeft en zou moeten hebben (uitwerking A2.3.3).

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 (zie ook [www.nvon.nl](http://www.nvon.nl) [www.utwente.nl/elan/](http://www.utwente.nl/elan/), [www.techniek15plus.nl](http://www.techniek15plus.nl), [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.

Het thema duurzaamheid past bij uitwerking A2.3.2.

Goede voorbeelden voor lesmateriaal voor uitwerking A2.3.2 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 A2.3.3. 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?'

### 3.5 De A2 eindtermen uitgewerkt in vragen voor gebruik in de praktijk

De vijf hoofdvragen van ANW zijn handig in de klassenpraktijk te gebruiken. Onderstaande tabel laat zien hoe de vijf hoofdvragen samenhangen met het analyse- en reflectiedomein A2. Ook is in de tabel te zien welke subvragen bij de vijf hoofdvragen horen.

Tabel 1 De vijf hoofdvragen, de analyse- en reflectievaardigheden, en de subvragen bij de hoofdvragen.

Hoofdvraag	Analyse- en reflectievaardigheden <sup>4</sup>	Vragen die erbij horen
1. Hoe komt natuurwetenschappelijke kennis tot stand.	<p><b>Subdomein: Kennisvorming A2.1</b></p> <p>De kandidaat kan weergeven hoe natuurwetenschappelijke kennis ontstaat, welke vragen natuurwetenschappelijke onderzoekers kunnen stellen en hoe ze aan betrouwbare antwoorden komen.</p> <p><b>Toelichting:</b>            Leerlingen moeten de onderzoekscyclus kennen, weten hoe onderzoeksmethodes in ontwikkeling zijn, weten dat wetenschappers in multidisciplinaire teams werken en kunnen aangeven wanneer verkregen kennis betrouwbaar is.</p>	<p>Bij een onderzoek:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- is er sprake van theorie en experiment?</li> <li>- sluit de theorie aan bij gangbare ideeën?</li> <li>- is het experiment te controleren of te herhalen?</li> <li>- is er maar één factor die varieert?</li> <li>- wordt er goed omgegaan met statische gegevens?</li> <li>- is de steekproef groot genoeg?</li> <li>- wat is het foutenpercentage?</li> <li>- is de interpretatie van de resultaten juist?</li> <li>- zijn er alternatieve verklaringen denkbaar?</li> <li>- mag je uit een correlatie een causaal verband afleiden?</li> <li>- wat is nu echte wetenschap?, wat is pseudo-wetenschap?</li> <li>- hoe is de westerse wetenschap te plaatsen ten opzichte van wetenschap uit andere culturen?</li> <li>- wat maakt natuurwetenschappen nu anders dan de andere wetenschappen? Is het de aard van de vragen? Is het de manier waarom ze naar de werkelijkheid kijken? Welke vaktaal hoort daar dan bij?</li> <li>- hoe anders zijn de natuurwetenschappen dan de niet-natuurwetenschappen?</li> </ul>

<sup>4</sup> Zie Variantentabel ANW in.

Hoofdvraag	Analyse- en reflectievaardigheden <sup>4</sup>	Vragen die erbij horen
		<ul style="list-style-type: none"> <li>- zijn er tussen de vakgebieden in de natuurwetenschappen ook grote verschillen? Welke dan?</li> </ul>
<p>2. Hoe wordt natuurwetenschappelijke kennis gebruikt?</p>	<p><b>Subdomein: Toepassing van kennis A2.2</b> De kandidaat kan analyseren hoe natuurwetenschappelijke en technische kennis wordt toegepast en kan reflecteren op de wisselwerking tussen natuurwetenschap, techniek en samenleving.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- wanneer heeft een nieuw product kans van slagen?</li> <li>- welke mogelijkheden biedt 'deze' nieuwe technologie in de praktijk?</li> <li>- welke mogelijkheden bood 'deze' technologie in praktijk, toen 'deze' opkwam?</li> <li>- wat is de relatie tussen nieuwe technieken en de ontwikkeling van wetenschap?</li> </ul>
<p>3. Hoe bepaal je de betrouwbaarheid van natuurwetenschappelijke kennis?</p>	<p><b>Subdomein: Kennisvorming A2.1</b> De kandidaat kan weergeven hoe natuurwetenschappelijke kennis ontstaat, welke vragen natuurwetenschappelijke onderzoekers kunnen stellen en hoe ze aan betrouwbare antwoorden komen.</p> <p><b>Toelichting:</b> Leerlingen moeten de onderzoeksproces kennen, weten hoe onderzoeksmethodes in ontwikkeling zijn, weten dat wetenschappers in multidisciplinaire teams werken en kunnen aangeven wanneer verkregen kennis betrouwbaar is.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- wie betaalt het onderzoek?</li> <li>- welk instituut heeft het onderzoek uitgevoerd? Welke reputatie heeft dat instituut?</li> <li>- heeft de onderzoeker of het instituut belang bij de uitkomst van het onderzoek?</li> <li>- in welk blad zijn de resultaten gepubliceerd?</li> <li>- wat is de herkomst van de bronnen waarnaar verwezen wordt?</li> <li>- wat is de reputatie van de auteur(s)?</li> <li>- heeft men de informatie uit de eerste hand?</li> <li>- in welke mate is er sprake van expertise? En van kennis van zaken?</li> <li>- bevat de tekst voldoende feitelijke informatie?</li> <li>- is er sprake van botsende belangen?</li> <li>- worden er standaardprocedures ingezet?</li> <li>- wordt er zorgvuldig geredeneerd?</li> <li>- worden er belangrijke argumenten en/of informatie weggelaten?</li> <li>- uit welk jaar zijn de gegevens?</li> <li>- zijn er andere bronnen die over dezelfde inhoud andere informatie geven?</li> </ul>

Hoofdvraag	Analyse- en reflectievaardigheden <sup>4</sup>	Vragen die erbij horen
4. Hoe beïnvloeden samenleving en natuurwetenschappen elkaar?	Subdomein: De invloed van natuurwetenschap en techniek A2.3 De kandidaat kan oordelen over de betrouwbaarheid van toegepaste natuurwetenschappelijke kennis en een eigen mening over maatschappelijk-natuurwetenschappelijke vraagstukken vormen.	- wat kost onderzoeken? Kan dat geld ook anders besteed worden? - aan welke groepen komt de toepassing van deze kennis ten goede? Aan wie niet? Wat vind je daarvan? - wat zijn de maatschappelijke voordelen/ nadelen van deze toepassing? - mogen onderzoekers onderzoeken en uitvinden wat ze willen?
5. Wat is je mening over bepaalde toepassingen en natuurwetenschappelijke kennis? Mag alles wat kan?		

### 3.6 De samenhang van de reflectievaardigheden uit domein A2 met de vaardigheden in domein A1

De vaardigheden uit domein A1 die veel samenhang vertonen met de reflectievaardigheden uit domein A2 zijn:

- Informatievaardigheden.
- Meningsvorming- en besluitvormingsvaardigheden.
- Onderzoeksvaardigheden.
- Ontwerpvaardigheden.

In de tabel hieronder is te zien hoe de samenhang van reflectievaardigheden uit domein A2 met vaardigheden uit domein A1 is.

Tabel Samenhang tussen het domein A2 (reflectie) en domein A1 (vaardigheden)

Domein A2 Analyse van en reflectie op natuurwetenschap en techniek	Domein A1 Vaardigheden
<p>Leerlingen moeten de onderzoekscyclus kennen, weten hoe onderzoeksmethoden in ontwikkeling zijn, kunnen aangeven wanneer verkregen kennis betrouwbaar is, weten wanneer beweringen betrouwbaar zijn.</p> <p>A2.1 en A2.3 gedeeltelijk</p>	<p>Informatievaardigheden (A1.3) De kandidaat kan, mede met behulp van ICT, informatie selecteren, verwerken, beoordelen en presenteren.</p> <p>Onderzoeksvaardigheden (A1.6) De kandidaat kan:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- een natuurwetenschappelijk onderzoek voorbereiden, uitvoeren, de verzamelde onderzoeksresultaten verwerken en hieruit een conclusie trekken;</li> <li>- een probleem herkennen en specificeren;</li> <li>- verbanden leggen tussen probleemstellingen, hypothesen en gegevens en beschikbare voorkennis;</li> <li>- hypothesen opstellen en verwachtingen formuleren;</li> <li>- een probleem herleiden tot een onderzoeksvraag;</li> <li>- relevante waarnemingen verrichten en (meet)gegevens verzamelen;</li> <li>- conclusies trekken op grond van verzamelde gegevens van uitgevoerd onderzoek;</li> </ul>

Domein A2 Analyse van en reflectie op natuurwetenschap en techniek	Domein A1 Vaardigheden
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- oplossing, onderzoeksgegevens, resultaat en conclusies evalueren.</li> </ul>
<p>De leerlingen moeten analyseren hoe natuurwetenschappelijke en technische kennis wordt toegepast en reflecteren op de wisselwerking tussen natuurwetenschap, techniek en samenleving.</p> <p>A2.2</p>	<p>Informatievaardigheden (A1.3) Met name de betrouwbaarheid beoordelen van informatie en de waarde daarvan vaststellen voor het op te lossen probleem of te maken ontwerp.</p> <p>Ontwerpvaardigheden (A1.4) De kandidaat kan een technisch ontwerp voorbereiden, uitvoeren, testen en evalueren. De kandidaat kan:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- een technisch probleem herkennen en specificeren;</li> <li>- een technisch probleem herleiden tot een ontwerpopdracht;</li> <li>- ontwerpproces en -product evalueren, rekening houdend met ontwerpeisen en randvoorwaarden;</li> <li>- voorstellen doen voor verbetering van een ontwerp.</li> </ul> <p>Maatschappelijke situaties (A1.7) De kandidaat kan:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- toepassingen en effecten van natuurwetenschappen en techniek in verschillende maatschappelijke situaties herkennen en benoemen;</li> <li>- toepassingen van de natuurwetenschappen herkennen in verschillende maatschappelijke situaties;</li> <li>- maatschappelijke effecten benoemen van natuurwetenschappelijke en technische toepassingen in verschillende situaties.</li> </ul>
<p>De leerlingen moeten een eigen mening over maatschappelijke natuurwetenschappelijke vraagstukken vormen.</p> <p>A2.3 gedeeltelijk</p>	<p>Informatievaardigheden (A1.3) De kandidaat kan, mede met behulp van ICT, informatie selecteren, verwerken, beoordelen en presenteren.</p> <p>Taalvaardigheden (A1.1) De kandidaat kan adequaat schriftelijk en mondeling communiceren over natuurwetenschappelijke onderwerpen. De kandidaat kan zowel mondeling als schriftelijk:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- correct formuleren;</li> <li>- conventies hanteren bij tekst- en alineaopbouw, tekstsoort en uiterlijke presentatie;</li> <li>- beknopt formuleren;</li> <li>- taalgebruik afstemmen op het doel en het publiek;</li> <li>- informatie inhoudelijk logisch presenteren;</li> <li>- op adequate wijze informatie overbrengen;</li> <li>- een standpunt beargumenteren en verdedigen;</li> <li>- verslag doen.</li> </ul>



## 4. De plaats van de inhoudelijke ANW-domeinen

### 4.1 Samenvatting

Aangegeven wordt welke ANW-vakinhoud vanaf 2007 vervalt en waar in de examenprogramma's voor natuurkunde, scheikunde en biologie een vakinhoud staat, die aan de vervallen ANW-vakinhoud verwant is. In 4.3. wordt dit gedetailleerder aangegeven. Daar worden voor natuurkunde, scheikunde biologie uitwerkingen van eindtermen met mogelijke ANW-connectie genoemd.

Dit hoofdstuk is van toepassing bij het indalen van ANW in de monovakken.

### 4.2 Herverkaveling van de inhoudelijke domeinen over de monovakken

De inhoudelijke domeinen van het vigerende ANW-havo programma (C tot en met F) vervallen; ze kunnen vanaf 2007 deels gevonden worden in de vakken biologie, natuurkunde, scheikunde bij bestaande domeinen in de herziene programma's.

#### ANW Domein C: Leven

De eindterm van subdomein C1: Kenmerken van het leven

*“De kandidaat kan*

*11. 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 reproducen 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 het lichaam, onder andere in het afweersysteem, en door oorzaken van buiten het lichaam, onder andere pathogene bacteriën en virussen.”*

vervalt, maar

Het ANW subdomein C1 'Kenmerken van het leven' met geheel eindterm 11 is terug te vinden verdeeld over het biologieprogramma.

De eindtermen van subdomein C2: Mens en gezondheid.

*“De kandidaat kan*

*12. van opvattingen, technieken of producten in de gezondheidszorg nagaan hoe de ontwikkeling heeft plaatsgevonden. (Te denken valt aan: voeding, geboorteregeling; aard van infecties, werking van het afweersysteem; preventie door hygiëne, vaccinatie, röntgenonderzoek, genetische screening, levensstijl; genezing of verzachting door medicijnen als antibiotica, cytostatica, pijnbestrijders, door*

*bestraling of orgaantransplantatie, genterapie, door orgaanvervangende ingrepen als nierdialyse.)*

*13. 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 medicijnen en technieken (zie eindterm 12)."*

vervallen, maar

Het ANW subdomein C3 'mens en gezondheid' met eindtermen 12 en 13 is grotendeels terug te vinden in:

- het biologieprogramma bij het domein C 'Voortplanting, ontwikkeling en erfelijkheid' en bij subdomein D3 'Stofwisseling van de mens'.

Het gedeelte van ANW eindterm 12: aard van infecties, werking van het afweersysteem; preventie door hygiëne, vaccinatie, is terug te vinden in het biologieprogramma bij E5 'Huid en immuniteit'.

#### **Domein D: Biosfeer**

De eindtermen van subdomein D1: Kenmerken van de biosfeer

*"De kandidaat kan*

*14. met voorbeelden aan leken uitleggen dat de volgende factoren met het leven op aarde samenhangen:*

- *de temperatuur op en aan het aardoppervlak;*
- *de beschermende werking van de atmosfeer;*
- *het aardoppervlak en de atmosfeer bevatten dezelfde bouwstenen als waar organismen uit zijn samengesteld;*
- *bij deze bouwstenen gaat het met name om zuurstof en koolstofdioxide in de atmosfeer en om water, nitraten en fosfaten in het aardoppervlak;*
- *de zon als directe en indirecte bron van energie.*

*15. met voorbeelden aan leken uitleggen dat de volgende processen met het leven op aarde samenhangen:*

- *transport van stoffen in stofkringlopen, met name dat van water;*
- *omzetting en transport van stoffen in elementkringlopen, met name die van koolstof en stikstof.*

*16. met voorbeelden aan leken uitleggen dat in de genoemde factoren (zie eindterm 14) en processen (zie eindterm 15) snelle en trage veranderingen optreden."*

vervallen, maar

Het ANW subdomein D 'Kenmerken van de biosfeer' is (met uitzondering van ANW eindterm 16) globaal terug te vinden in:

- het biologieprogramma bij subdomein D1 'Energiestromen en kringlopen';
- het scheikundeprogramma bij het subdomein D2 'Stofwisseling'.

ANW eindtermen 15 en 16 bieden aanknopingspunten met het nieuwe aardrijkskunde programma.

De eindtermen van subdomein D2: Duurzame ontwikkeling

*“De kandidaat kan*

- 17. aan de hand van voorbeelden uitleggen hoe verschillende activiteiten en technieken in gezondheidszorg, landbouw, het gebruik van energiebronnen, agrarische industrie en transport het mogelijk maken dat nu veel meer mensen op aarde kunnen leven dan zonder die activiteiten. (Te denken valt aan: ontstaan van landbouw (neolithische revolutie), nieuwe gewassen (groene revolutie), bestrijdingsmiddelen, kunstmest, intensieve landbouw, ecologische landbouw, transport van mineralen en voedsel, samenhang met industriële revolutie);*
- 18. ingrepen in de biosfeer kritisch bespreken en daarin de uitdrukking ‘duurzame ontwikkeling’ gebruiken. (Te denken valt aan voorbeelden zoals genoemd bij eindtermen 17 en 23).”*

vervallen, maar

Het ANW subdomein D2 ‘duurzame ontwikkeling’ is gedeeltelijk terug te vinden in:

- het biologieprogramma bij subdomein D1 ‘Energiestromen en kringlopen (specificatie D1.12, D1.13, D1.14 en D1.15).
- het scheikundeprogramma bij subdomein D2 ‘Stofwisseling’ en algemeen bij ‘de productie en het gebruik van energie, stoffen en materialen’ (subdomein C2 ‘Toepassingen van koolstofverbindingen, subdomein D1 Toepassingen, subdomein F1 ‘het maken van stoffen’ en subdomein F3 ‘Procesindustrie’)
- het natuurkunde programma (subdomein E1 ‘materie en energie’) kan duurzame energie aan de orde komen.

Duurzaamheid zit ook in het aardrijkskundeprogramma.

**Domein E: Materie**

De eindtermen van subdomein E1: Kenmerken van stoffen

*“De kandidaat kan:*

- 19. met voorbeelden aan leken uitleggen dat stoffen in de levende en niet levende natuur zijn opgebouwd uit elementen;*
- 20. met voorbeelden aan leken uitleggen dat bij een chemische reactie stoffen verdwijnen en nieuwe stoffen ontstaan;*
- 21. met voorbeelden aan leken uitleggen dat bij een chemische reactie elementen behouden blijven;*
- 22. met voorbeelden aan leken uitleggen dat een atoom is opgebouwd uit subatomaire deeltjes.”*

vervallen, maar

ANW Subdomein E1 ‘Kenmerken van stoffen’ is als volgt terug te vinden:  
ANW eindterm 19 is terug te vinden in het biologieprogramma bij domein D ‘Stofwisseling’

ANW eindtermen 19 tot en met 21 zijn terug te vinden in:

- het scheikundeprogramma bij domein B ‘stoffen en materialen, anorganisch’ (met subdomein B3 ‘Atoombouw en periodiek systeem’).

ANW eindterm 22 is terug te vinden in het natuurkunde programma bij subdomein E2 ‘Straling, gezondheid en kernenergie’.

De eindtermen van subdomein E2: Productie van materialen

*“De kandidaat kan*

- 23. voorbeelden noemen van stoffen en materialen die in de loop van de tijd in verschillende culturen worden en werden geproduceerd en de betekenis van die producten voor het dagelijks leven aangeven. (Te denken valt aan: materialen om mee te schrijven, verfstoffen, geneesmiddelen, schoonmaakmiddelen, bestrijdingsmiddelen, voedingsmiddelen, brandstoffen);*
- 24. kenmerken van moderne productiemethoden noemen en aan de hand van een voorbeeld toelichten aan welke eisen grootschalige productie moet voldoen om een product te leveren dat aan specifieke gebruikseisen voldoet. (Te denken valt aan productieprocessen die biotechnologisch of chemisch-technologisch van aard zijn: voedingsmiddelen, geneesmiddelen, verfstoffen, kunststoffen, enzymen.)”*

vervallen, maar

Van ANW Subdomein E2 Productie van materialen' zijn de ANW eindtermen 23 en 24 terug te vinden in het scheikundeprogramma bij:

- het subdomein F3 'Procesindustrie' (onderwerp: kenmerken van moderne productiemethoden);
- de domeinen C, D, E steeds onder het subdomein toepassingen (C1 en C2, D1, E1) en subdomein F1 'Het maken van stoffen'(onderwerp: Kennis van en de betekenis van stoffen en materialen).

**Domein F: Zonnestelsel en heelal**

De eindterm van subdomein F1: Kenmerken van het zonnestelsel en het heelal

*“De kandidaat kan:*

- 25. heersende inzichten en opvattingen met betrekking tot de volgende onderwerpen met voorbeelden aan leken uitleggen:*
- *de bouw van het zonnestelsel;*
  - *de gravitatiekracht tussen hemellichamen;*
  - *het ontstaan van het zonnestelsel.”*

vervalt.

De eindtermen van subdomein F2: Zonnestelsel en heelal in het dagelijks leven

*“De kandidaat kan:*

- 26. voorbeelden bespreken van de invloed die kennis over het zonnestelsel en het heelal in het dagelijks leven heeft. (Te denken valt aan: tijdrekening, navigatie, cartografie, kennis over klimaatgordels en seizoenen, astrologie.)*
- 27. het functioneren en de verschillende functies van kunstmatige satellieten beschrijven. (Te denken valt aan: de rol van satellieten in communicatie, weersvoorspelling, monitoren van milieufactoren en oorlog en vrede, onderzoek van planeten en sterren; energie-opname door zonnepanelen, ruimtelijke oriëntatie, besturing, communicatie met de aard).”*

vervallen, maar

ANW: Domein F 'Zonnestelsel en heelal' komt niet terug in de natuurkunde, scheikunde, biologie programma's.

Delen ervan zijn wel in het aardrijkskundeprogramma te vinden. Verwante onderwerpen als straling, interstellaire reacties komen voor in het scheikunde- en natuurkundeprogramma.

In het natuurkunde programma komen verwante onderwerpen als zwaartekracht (domein D-2 'Kracht, arbeid en energie'), elektromagnetisme (domein C-2). Trillingen en golven'), snelheid van de cirkelbeweging (domein D1 'Beweging') voor.

### 4.3 Mogelijke ANW-gerelateerde eindtermen in de monovakken

Welke eindtermen uit de vakinhoud in de vernieuwde examenprogramma's natuurkunde, scheikunde en biologie bieden aanknopingspunten voor ANW-opdrachten?

Voor elk van de drie vakken staan hieronder die eindtermen vermeld. De nummers voor de eindtermen verwijzen naar de nummering gehanteerd in de Cevo-syllabi en de SLO-handreikingen van de betreffende vakken.

#### Natuurkunde-eindtermen met mogelijke ANW connectie

- B1-1 toepassingen van het gebruik van elektriciteit beschrijven in de gezondheidszorg en techniek:
- opwekking van warmte;
  - magnetische werking.
- B2-1 het gebruik uitleggen van geautomatiseerde meet-, stuur- en regelsystemen in en om het huis, in de milieutechniek en in de gezondheidszorg:
- de functie van sensor, verwerker en actuator;
  - bij een gegeven doel een keuze maken uit sensoren.
- B3-1 magnetische verschijnselen verklaren in termen van magneetpolen, magneetvelden, magnetische kracht, permanente magneten, stroomvoerende draden, spoelen en elektromagneten:
- luidspreker, microfoon, magneetband;
  - Elektromagneet;
  - aardlekschakelaar en relais;
  - aardmagnetisme en kompas.
- B3-3 beschrijven hoe de afbuiging van een bundel elektronen in een magnetisch veld plaatsvindt in:
- beeldvorming bij de beeldbuis van een TV of monitor.
- B4-1 uitleggen hoe in ons eigen land, maar ook elders in de wereld, de elektriciteitsvoorziening wordt gerealiseerd:
- verschillende soorten energiecentrales;
  - hoogspanningsnet;
  - rendement van energieopwekking en transport;
  - milieueffecten.
- C1-5 aangeven welke technieken en principes gebruikt worden om beeld en geluid vast te leggen en over te brengen: digitale techniek; magneetband en compactdisc.

- C1-6 voorbeelden noemen van toepassingen van ultrasoon geluid en laserlicht in de gezondheidszorg:
- echografie;
  - glasvezeltechniek.
- C2-6 een overzicht geven van het elektromagnetisch spectrum met voorbeelden en toepassingen:
- golfsnelheid elektromagnetische golven in vacuüm als natuurconstante;
  - verband stralingssoort en frequentie;
  - kleuren, infrarood en ultraviolet;
  - betekenis van frequentieafspraken bij radio, TV, telecommunicatie.
- D1-6 problemen over de veiligheid in het verkeer oplossen, gebruikmakend van natuurkundige begrippen en relaties:
- remweg, reactietijd, veilige snelheid en veilige afstand.
- E1-2 berekeningen maken met de energiebalans:
- soortelijke warmte, warmtecapaciteit;
  - verwarming van ruimtes;
  - warmtehuishouding van het menselijk lichaam.
- E1-3 de werking van warmte-isolerende maatregelen verklaren aan de hand van de verschillende vormen van warmtetransport:
- geleiding en stroming;
  - straling;
  - isolatiemateriaal, thermoskan, ruimteverwarming.
- E1-5 onderzoeken op welke wijze het rendement van energieomzettingen kan worden verhoogd:
- wet van behoud van energie;
  - rendement van energieomzettingen.
- E1-6 aan de hand van verzamelde informatie factoren bespreken die een rol spelen bij het duurzamer gebruik maken van energie in situaties van verkeer en vervoer:
- opslag van energie in een vliegwiel;
  - energiegebruik en massa;
  - hergebruik van materialen;
  - dilemma tussen energiegebruik en veiligheid.
- E2-1 de verschillende soorten ioniserende straling en hun eigenschappen beschrijven:
- achtergrondstraling, röntgenstraling,  $\alpha$ ,  $\beta$  en  $\delta$  -straling;
  - ioniserend en doordringend vermogen;
  - detectie: GM-buis, badge.
- E2-4 de effecten bespreken van ioniserende straling op de mens en het milieu:
- schema: bron, straling, ontvanger;
  - bestraling en besmetting;
  - absorptie, stralingsdosis en dosisequivalent, omrekenen van eV in joule en omgekeerd;
  - stralingsnormen;
  - afwegen van risico's.
- E2-5 toepassing van ioniserende straling verklaren in industrie en techniek:
- doorstraling van voedsel;
  - materiaalonderzoek;
  - meettechniek, halveringsdikte;
  - gebruik van tracers.
- E2-6 toepassingen noemen van beschermingsmaatregelen bij het gebruik van ioniserende straling in de gezondheidszorg en techniek:

- röntgenfoto, in- en uitwendige bestraling;
  - afscherming, dracht.
- E2-7 de werking van een kerncentrale verklaren:
- reactievergelijkingen;
  - massadefect, atomaire massa-eenheid;
  - kettingreactie, kritiek zijn, verrijkt uranium;
  - veiligheidsvoorzieningen bij winning, transport, gebruik, opwerking en afval.
- E2-8 voor- en nadelen noemen van het gebruik van kernenergie op grote schaal en in de hele wereld:
- splijtstofcyclus, afvalprobleem;
  - beargumenteerde mening vormen;
  - risico's beoordelen en afwegen.

## Scheikunde-eindtermen met mogelijke ANW connectie

### B3: Atoombouw en periodiek systeem

De kandidaat kan

4. aangeven welke principes ten grondslag liggen aan de plaatsing en ordening van elementen in het Periodiek Systeem in groepen en perioden:
  - kernlading/atoommassa;
  - eigenschappen.
5. van een aantal elementen aangeven waar ze zich in het Periodiek Systeem bevinden:
  - metalen en niet-metalen;
  - edelgassen;
  - halogenen;
  - alkalimetalen.

### C2: Andere toepassingen van koolstofverbindingen

17. voorbeelden noemen van producten afkomstig uit de aardolie en steenkool verwerkende industrie en de toepassing daarvan:
  - brandstoffen: lpg, benzine, dieselolie, stookolie, kerosine, cokes;
  - asfalt;
  - smeermiddelen;
  - grondstoffen voor de chemische industrie.
18. argumenten noemen voor de keuze tussen het gebruik van aardolie als bron van brandstoffen of als leverancier van grondstoffen voor chemische producten.
19. de vorming van fossiele brandstoffen beschrijven als een proces waarbij energie van plantaardige en dierlijke oorsprong wordt opgeslagen:
  - steenkool;
  - aardolie;
  - aardgas.
20. alternatieve brandstoffen noemen:
  - (bio)alcohol;
  - biogas;
  - waterstof.
21. de voor- en nadelen van het gebruik van de in de eindtermen 19 en 20 genoemde brandstoffen beargumenteren:
  - milieu;
  - winning;

- opslag en transport.
- 22. de invloed van de toepassing van fossiele en alternatieve brandstoffen op het koolstofdioxide-gehalte van de atmosfeer aangeven:
  - mogelijke invloed op het broeikaseffect.
- 23. de begrippen volledige en onvolledige verbranding onderscheiden en de consequenties voor het milieu van beide aangeven:
  - uitstoot van koolstofdioxide;
  - NO<sub>x</sub>;
  - koolstofmonoxide;
  - roet;
  - onverbrande koolwaterstoffen.

**C3: Reacties van koolstofverbindingen**

28. beschrijven hoe de waswerking van zeep kan worden verklaard.

**D1: Industriële toepassingen**

45. een toepassing geven van de vergisting van koolhydraten:
- bereiding van alcohol uit glucose

**D2: Stofwisseling**

46. de fotosynthese van glucose beschrijven als een proces waarbij energie wordt opgeslagen:
- licht;
  - chlorofyl;
  - energieopslag;
  - binding van koolstofdioxide;
  - productie van zuurstof.
47. de hoofdbestanddelen van voedsel noemen:
- koolhydraten;
  - vetten;
  - eiwitten.
51. uitleggen wat wordt verstaan onder het begrip essentieel bij essentiële aminozuren en essentiële vetzuren.
52. op basis van gegevens over biologische afbreekbaarheid van stoffen een beargumenteerde mening geven over het gebruik van die stoffen.

**E1: Toepassingen**

De kandidaat kan:

57. uit gegevens over een reactie/proces de beginstoffen en producten aangeven.
60. aangeven dat door het beïnvloeden van de reactiesnelheid bij (industriële) processen een bepaald product kan worden verkregen of goedkoper kan worden geproduceerd.
62. aangeven wat een katalysator is:
- enzymen als biokatalysator

**E2: Effecten tijdens het verloop van reacties**

63. begrippen die met toxiciteit samenhangen beschrijven:
- acute toxiciteit;
  - chronische toxiciteit;
  - no-toxic effectlevel;
  - ADI-waarde;
  - MAC-waarde.



**F1: Het maken van stoffen**

76. uitleggen welke rol een katalysator bij een chemisch proces kan spelen
77. kenmerken geven van productieprocessen waarbij sprake is van duurzame ontwikkeling en van een beschreven proces deze kenmerken aangeven:
- hernieuwbare grondstoffen;
  - recycling van afvalstoffen;
  - essentiële producten (zie eindterm 83).

**F2: Het scheiden en zuiveren van stoffen**

81. aangeven dat bij de zuivering van een product gewoonlijk afval ontstaat met mogelijk negatieve gevolgen voor het milieu. Een aantal methoden uit eindterm 80 maken deel uit van de communale kennis voor het centraal examen.

**F3: procesindustrie**

83. de opeenvolgende stappen en reactieomstandigheden (reacties, reactiesnelheid, evenwichtsligging, katalysator, druk, temperatuur) opzoeken en schematisch weergeven van de productie van een aantal belangrijke bulkproducten:
- ammoniak;
  - aardolieproducten: kraken, destilleren (zie ook bij subdomein D3 onder specificatie eindtermen 24).
- 84 een blokschema interpreteren van een beschreven productieproces.

## Biologie-eindtermen met mogelijke ANW connectie

- B1.2 de betekenis en invloed van de abiotische factoren in een beschreven ecosysteem uitleggen.
- B1.3 de invloed van abiotische factoren op organismen verklaren.
- B1.5 de gegevens uit onderzoek naar de invloed van abiotische factoren interpreteren.
- C1.1 de relatie leggen tussen DNA, chromosomen en genotype.
- C1.2 uitleggen dat het fenotype ontstaat onder invloed van genotype en milieufactoren.
- C1.5 manieren aangeven om klonen te maken bij planten en dieren.
- C1.7 aangeven dat de mens met oude en nieuwe technieken ingrijpt in de erfelijke informatie met het doel de gewenste eigenschappen te verkrijgen, ook bij de mens:
- gebruik van mutatie;
  - gebruik van recombinatie;
  - selectie.
- C2.13 kennis hebben van en een beargumenteerde mening geven over het gebruik van nieuwe voortplantingstechnieken bij de mens.
- C2.15 een eigen mening formuleren met betrekking tot de kwaliteit van het leven in relatie met ingrepen van de gezondheidszorg.
- C2.16 een beargumenteerde mening geven over het toepassen van prenatale diagnostiek in de gezondheidszorg.
- C2.17 een eigen standpunt ten aanzien van genetische modificatie beargumenteren.
- C3.3 aangeven wat DNA is en wat een chromosoom is en aangeven dat de erfelijke informatie hierin is opgeslagen.

- C3.4 de begrippen allel en gen in verband brengen de begrippen DNA en chromosoom.
- C3.5 aangeven dat een virus bestaat uit DNA of RNA, en een eiwitmantel.
- C3.6 het principe van de toepassing van recombinant-DNA-techniek in de biotechnologie aangeven.
- C3.7 aangeven dat een mutatie een verandering in erfelijke informatie is en dat mutaties kunnen worden veroorzaakt door straling of mutagene stoffen ofwel spontaan voorkomen.
- C3.8 aangeven dat groei plaatsvindt door toename in aantal cellen, kanker beschrijven als een voorbeeld van onregelde groei en weefselkweek als toename in aantal cellen onder kunstmatige omstandigheden.
- D1.1 uitleggen dat de zon de belangrijkste energiebron is voor het leven op aarde.
- D1.6 aangeven dat door menselijk ingrijpen kringlopen binnen een ecosysteem worden onderbroken of verstoord in het bijzonder:
- gescheiden plaatsen van productie en gebruik;
  - gebruik van fossiele brandstoffen;
  - overbemesting en verzuring.
- D1.7 aangeven dat stoffen voor de opbouw van organismen afkomstig zijn uit het abiotische milieu of van andere organismen.
- D1.10 aangeven wat de rol is van reducers bij compostering en afvalwaterzuivering.
- D1.11 de rol uitleggen van producenten, consumenten en reducers in de kringloop van koolstof en die van stikstof aan de hand van schema's van deze kringlopen in het bijzonder:
- fotosynthese en dissimilatie;
  - omzetting van glucose in onder andere organische stoffen;
  - vorming van stikstofhoudende organische stoffen;
  - afbraak van organische stoffen tot anorganische stoffen.
- D1.12 menselijke activiteiten noemen die milieuproblemen veroorzaken.
- D1.13 voorbeelden van menselijk gedrag beschrijven die bijdragen aan oplossingen voor milieuproblemen.
- D1.15 de verschillen aangeven tussen ecologische en niet-ecologische voedselproductie in het bijzonder:
- verschillen m.b.t. gebruik van meststoffen en bestrijdingsmiddelen;
  - gebruik van biotechnologie;
  - duurzame voedselproductie
- D2.15 aangeven dat biotechnologische productie door optimalisering plaatsvindt bij:
- gisten in brood-, wijn- en bierproductie;
  - bacteriën ten behoeve van productie van wasmiddelenzymen;
  - bacteriën ten behoeve van afvalwaterzuivering;
  - bacteriën ten behoeve van voedselproductie.
- D2.16 aangeven dat biotechnologische productie door genetische modificatie plaatsvindt bij:
- bacteriën ten behoeve van voedselproductie;
  - bacteriën ten behoeve van afvalwaterzuivering;
  - bacteriën ten behoeve van geneesmiddelen- en hormonenproductie;
  - planten en dieren ten behoeve van verhoging van de efficiëntie van hun productie.
- D2.17 een mening formuleren en beargumenteren over het gebruik van biotechnologie naar aanleiding van actuele ontwikkelingen (artikelen uit dag- en weekbladen en van internet).

- D3.19 genotmiddelen en drugs noemen die bij gebruik een gezondheidsrisico opleveren in het bijzonder:
- verslaving;
  - gewenning.
- D3.20 leefstijl en milieufactoren noemen met betrekking tot voeding en ademhaling die de kans op ziekten verhogen in het bijzonder:
- hart- en vaatziekten;
  - kanker;
  - allergieën;
  - infecties via voedsel;
  - copd (cara).
- E1.1 bij een voorbeeld van een ecosysteem begrippen gebruiken die verband houden met handhaving, ontwikkeling en verstoring (o.a. door de mens) in het bijzonder:
- verdroging;
  - vermesting (eutrofiëring);
  - verzuring;
  - versnippering.
- E2.2 in een gegeven situatie de gevolgen voorspellen die de volgende mechanismen hebben voor de verscheidenheid in de populatie:
- mutatie;
  - natuurlijke selectie;
  - isolatie.
- E2.3 vroegere en huidige opvattingen en ideeën weergeven over het ontstaan van leven en levensvormen in het bijzonder:
- generatio spontanea;
  - schepping;
  - evolutie.
- E2.4 met behulp van de evolutietheorie een verklaring geven voor:
- het voorkomen van fossielen;
  - het voorkomen van de huidige levensvormen.
- E4.4 aangeven dat de mens zintuigen heeft voor het waarnemen van veranderingen in het inwendige en uitwendige milieu.



# 5. De mogelijke varianten voor ANW onderwijs in het havo

## 5.1 Samenvatting

Wat moet vanaf 2007, wat mag en wat kan ook anders? Hoe kunnen scholen het kenmerkende van ANW zo goed mogelijk behouden voor alle leerlingen van havo en vwo? Welke varianten met betrekking tot de organisatie zijn er mogelijk? Wat de school ook wil, besluitvorming over ANW na 2007 is in alle gevallen maatwerk!

## 5.2 Wat moet en kan er wettelijk gezien?

**Wat moet voor ANW vanaf 2007?**

Op vwo blijft ANW een verplicht vak in het algemeen deel voor leerlingen van alle profielen met een omvang van 120 sl. Nu is dat 200 sl.

Voor havo zijn vanaf 2007 40 sl. van de programma's voor biologie, scheikunde en natuurkunde gereserveerd voor ANW onderwijs in het A2-domein 'Analyse van en reflectie op natuurwetenschappen en techniek'. Het examenprogramma voor deze vakken geeft niet aan bij welke onderwerpen het A2-domein moet aansluiten. In de SLO-handreikingen voor het schoolexamen van de vakken natuurkunde, scheikunde en biologie worden hiervoor een aantal suggesties gedaan. Het A2-domein wordt geëxamineerd in het schoolexamen. Ook hiervoor geven de handreikingen van de vakken natuurkunde, scheikunde en biologie suggesties.

**Wat kan ook voor ANW na 2007?**

Standpunt van de profielcommissies met betrekking tot het vak ANW in het havo vanaf 2007. In het rapport "Kortetermijnadvies" van de profielcommissies (Enschede, 27 mei 2005, blz. 35) staat hierover:

"De profielcommissies adviseren:

- Behoud de inhoudelijke benadering van het vak ANW in het havo.
- Wijs de scholen op de mogelijkheid ANW in het havo voor alle leerlingen verplicht te stellen in het vrije deel van de profielen. Het cijfer voor ANW kan dan in het havo meetellen in het examen als onderdeel van het combinatiecijfer. Scholen die starten met het geïntegreerde bètavak, kunnen voor leerlingen die dit vak kiezen, de kern van ANW binnen het geïntegreerde bètavak aanbieden als een eerste brede oriëntatie."

## 5.3 Mogelijkheden voor het expliciet handhaven van ANW in het havo

Het is mogelijk om ANW als apart vak te handhaven (voor N en/of M-profielen). Het vak ANW kan in het vrije deel verplicht of als keuzevak aan alle leerlingen of een deel van de leerlingen aangeboden worden (zie ook hoofdstuk 1).

De ANW uren die in de vakken natuurkunde, scheikunde en biologie gereserveerd zijn kunnen gebundeld worden. We noemen dit het uitblokken van de gereserveerde ANW-uren.

#### 5.4 Standpuntbepaling van de school met betrekking tot ANW in het havo

Voordat de school serieus gaat nadenken over de organisatorische uitwerking van een en ander, zou het goed zijn om aan de hand van een aantal beslispunten eerst een onderwijskundige visie op de tweede fase en met name de rol van het vak ANW daarin vast te stellen.

Als zo'n standpunt eenmaal is ingenomen kan er gekozen worden voor een passende manier van invoeren van ANW die aansluit bij de personele, roostertechnische, financiële en facilitaire mogelijkheden van de school. Hiervoor kan gebruik gemaakt worden van de varianten-tabel (zie 5.6 in dit hoofdstuk).

##### Vijf fundamentele keuzes:

1. Moet ANW als apart vak voor alle (M en N) leerlingen behouden blijven en verplicht aangeboden worden?
2. Moet ANW als apart vak in elk geval voor de N-leerlingen behouden blijven en verplicht aangeboden worden?
3. Moet ANW als apart vak in elk geval voor M-leerlingen behouden blijven en verplicht aangeboden worden? Dit zijn immers de leerlingen die na het derde leerjaar niet meer in contact komen met bètavakinhouden. Voor leerlingen met binask monovakken komt ANW aan de orde binnen die vakken.
4. Moet de school ANW als apart vak aanbieden en daarbij de keuze aan de leerling laten? Voor leerlingen met monovakken is 40 slu per monovak altijd verplicht.
5. Moet ANW als apart vak komen te vervallen en indalen in de monovakken (domein A2). Moet dit een volledige indaling zijn? Of kunnen de gereserveerde ANW uren gebundeld worden?

Elk van de keuzes heeft specifieke consequenties en elk van de keuzes heeft randvoorwaarden waaraan voldaan moet zijn.

- ANW als apart vak behouden impliceert dat het vak door "echte" (bevoegde) ANW-docenten gegeven moet worden.
- Het is aan de school om voor ANW als apart vak het aantal slu vast te stellen. Er is de minimale studielast van 40 slu ANW per monovak. Daar bovenop zullen uren uit de vrije ruimte gehaald moeten worden.
- ANW als apart vak geven houdt in dat de studielasturen geheel of voor een deel uit de vrije ruimte moeten komen en beperkt de keuzevrijheid van de leerling.
- De herkomst van slu bij bundeling van de studielasturen hangt af van de profielkeuze van de vakken in het profiel (40, 80, 120 slu) en de herkomst zal dus per leerling verschillen.
- ANW-uren bundelen en uitblokt aanbieden geeft de monovakken ademruimte om zich op meer fundamentele vernieuwingen voor 2010 te kunnen concentreren;
- Als ANW als apart vak wordt aangeboden in de M-profielen, dan kan ANW mee tellen in het combinatiecijfer kleine vakken. Als de school het vak wil vermelden op de cijferlijsten dus mee wil tellen in het combinatiecijfer dan moet het programma gebaseerd zijn op het vwo ANW-examenprogramma. Voor de N-profielen kan dit ook gelden maar geldt er bovendien dat het ANW cijfer in ieder

geval meetelt in het SE cijfer van de monovakken; de vraag is dan voor welk deel en met welk gewicht? De school zal dit in het PTA moeten vastleggen.

De variantentabel met betrekking tot de organisatie in par. 5.6 geeft slechts een greep uit alle mogelijkheden. Het is uiteindelijk aan de school om een bij haar passende variant samen te stellen, mits daarbij binnen de kaders van de wet gemanoeuvreed wordt.

## 5.5 De implicaties van het volledig indalen van ANW in de vakken natuurkunde, scheikunde en biologie

Het volledig indalen van ANW in de monovakken betekent voor scholen de grootste verandering ten opzichte van de huidige situatie: domein A2 moet gekoppeld gaan worden aan de vakinhoud van het desbetreffende vak. Afglijden naar verwaarlozing van domein A2 ligt dan op de loer. Om dit enigszins te voorkomen en voor het behoud van kwaliteit bevelen we aan:

- Stem af tussen de bètavakken en neem herkenbaar ANW-toetsen in de PTA's op.
- Bevraag onderling bètasecties op het programma, met name op ANW gerelateerde vakinhouden in het programma.
- Overweeg ANW-onderdelen in te brengen in vakoverstijgende modules.
- Richt het onderwijs van de monovakken zo in dat tijdpaden, vakinhouden, werkvormen en planningen de nodige samenhang vertonen.
- Zorg ervoor dat in de vaktoetsen beoordeelbare ANW elementen aanwezig zijn.
- Laat docenten gebruik maken van bestaande ANW elementen en vakdidactische handleiding (in de huidige vakmethode van het monovak komt geen ANW voor).
- Zorg ervoor dat de docent voldoende geschoold is (of wordt) in geven van ANW. Maak een plan van aanpak voor scholing.
- Maak gebruik van de expertise van bevoegde ANW-docenten.

## 5.6 Variantentabel ANW in het havo

Varianten ANW in het havo met betrekking tot de organisatie.

De volgorde betekent in geen enkel opzicht een voorkeur.

\* variërende slu hangt af of ANW verplicht is, of keuzevak is.

no	Profiel	Uitblokken	Totaal slu	Profiel verplicht	Profiel keuze	Examen keuze	Vrij deel	Opmerkingen
1	NT - bi	Ja	80	80	-	-	-	Leerlingen met 40, 80 of 120 slu ANW. Kan alleen als vak geheel of deels modulair wordt aangeboden. "Urenverlies" bi, na, sk t.g.v. uitblokken
	NT + bi	Ja	120	80	40	-	-	
	NG - na	Ja	80	80	-	-	-	
	NG + na	Ja	120	80	40	-	-	
	EM + (bi,na,sk)	Ja	40	-	-	40	-	
	EM	-	-	-	-	-	-	
	CM + (bi,na,sk)	Ja	40	-	-	40	-	
	CM	-	-	-	-	-	-	
2	NT - bi	Ja	120 tot	80	-	-	40-80	Alle leerlingen krijgen evenveel ANW uren. Dat betekent minimaal 120 slu omdat dat het minimum
	NT + bi	Ja		80	40	-	0-40	
	NG - na	Ja	160	80	-	-	40-80	

no	Profiel	Uitblokken	Totaal slu	Profiel verplicht	Profiel keuze	Examen keuze	Vrij deel	Opmerkingen
	NG + na	Ja			40	-	0-40	verplicht is voor de NT-leerling met bi of voor de NG-leerling met na als profielkeuzevak. "Urenverlies" bi, na, sk t.g.v. uitblokken.
	EM + (bi,na,sk)	Ja		80		40	80-120	
	EM	Ja		-	-	-	120-160	
	CM + (bi,na,sk)	Ja		-	-	40	80-120	
	CM	Ja		-	-	-	120-160	
3	NT - bi	Ja	120	80	-	-	40-80	Mogelijk onderscheid tussen N- en M-profielen. "Urenverlies" bi, na, sk t.g.v. uitblokken.
	NT + bi	Ja	tot	80	40	-	0-40	
	NG - na	Ja	160	80	-	-	40-80	
	NG + na	Ja		80	40	-	0-40	
	EM + (bi,na,sk)	Ja	40	-	-	40	0-120	
	EM	Ja	tot			-	40-160	
	CM + (bi, na,sk)	Ja	160	-	-	-	0-120	
	CM	Ja		-	-	40	40-160	
4	NT, NG	Ja, met behoud van slu in monovakken	80 tot 160 *	-	-	-	80-160	Alle leerlingen gelijke ANW studielast. Eventueel onderscheid M en N. Slu komt geheel uit vrij deel. Urenbehoud voor bi, na, sk, (waarbij extra aandacht voor ANW mogelijk is); ANW telt eventueel mee in het combinatiecijfer kleine vakken.
	EM, CM	Ja, met behoud van slu in monovakken	0 tot 160 *				0-160	
5	NT, NG, EM, CM	Ja, met behoud van slu	0 tot 160 *				0-160	ANW wordt aangeboden in modules van elk 40 slu. Elke leerling bepaalt zelf de ANW studielast uit het vrije deel. Bij elk natuurwetenschappelijk vak hoort verplicht het kiezen van 1 module ANW. urenbehoud voor bi, na, sk (waarbij extra aandacht voor ANW mogelijk is).
6	NT - bi	Nee	80	80	-	-	-	De ANW eindtermen zijn onderdeel van de monovakken bi, na, sk. Afstemming noodzaak.
	NT + bi	Nee	120	80	40	-	-	
	NG - na	Nee	80	80	-	-	-	
	NG + na	Nee	120	80	40	-	-	
	EM + (bi,na,sk)	Nee	40	-	-	40	-	
	CM + (bi,na,sk)	Nee	40	-	-	40		



## 6. PTA en SE

### 6.1 Samenvatting

Aangegeven wordt wat er in het PTA moet, en hoe in SE getoetst kan worden.

### 6.2 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.

In het PTA zijn tenminste de volgende onderdelen opgenomen:

- De onderdelen van het examenprogramma die in het schoolexamen worden getoetst.
- De inhoud van de onderdelen van het schoolexamen.
- De wijze van examinering van de verschillende onderdelen van het schoolexamen.
- De mogelijkheden tot herkansing van de verschillende onderdelen van het schoolexamen.
- De weging van de verschillende onderdelen van het schoolexamen.

Met betrekking tot ANW en het PTA valt het volgende te melden:

A. In het geval ANW ingedaald is in de monovakken (al dan niet geclusterd):

In het PTA worden herkenbare ANW-toetsen/opdrachten opgenomen. Het is de garantie dat aan de wettelijke verplichting om het A2-domein te toetsen voldaan wordt.

De weging van het te toetsen A2-domein wordt per vak (natuurkunde, scheikunde, biologie) vastgelegd.

B. In het geval dat ANW voor alle leerlingen of een deel van de leerlingen een verplicht of keuzevak is in het vrije deel:

Zoals voor alle vakken worden onderdelen in het PTA opgenomen.

Als de school gekozen heeft om ANW op te nemen op de cijferlijst telt het mee in het combinatiecijfer, het wordt in het PTA vermeld.

Overigens blijft gelden dat in de vakken natuurkunde, scheikunde en biologie het domein A2 onderdeel is van het SE. Hoe de school daarmee omgaat, krijgt zijn neerslag in het PTA.

### 6.3 Toetsing in SE

In de SLO-handreikingen (op internet te vinden bij:

<http://www.slo.nl/themas/00078/00001/> ) voor het SE van natuurkunde, scheikunde en biologie wordt in de uitwerking en de toelichting op de eindtermen van domein A2 tal

van suggesties gedaan over de wijze waarop toetsing van de ANW-eindtermen kan plaatsvinden in relatie tot de inhoud van de monovakken.

Hieronder staat een beperkte samenvatting van mogelijkheden om de verworven ANW vaardigheden te toetsen:

**Een praktische opdracht** waarbij de theorie gegeven is en de leerling de opdracht krijgt een experiment te ontwerpen voor het toetsen van deze theorie. Dit gebeurt veelal al in illustratief practicum. In het verslag volgt dan een paragraaf over de analyse van en reflectie op de kennisvorming en een beoordeling van de betrouwbaarheid van de conclusie op grond van de vermelde punten in de eindterm.

**Een verificatie van een onderzoeksmethode** en onderzoeksresultaten van een profielwerkstuk, inclusief een analyse van en reflectie op de kennisvorming en een beoordeling van de betrouwbaarheid.

**Een artikel over een recent gepubliceerd onderzoeksresultaat** uit secundaire bron (krant, Kennislink, populaire wetenschappelijke bladen) waarin de eerste twee ANW-vragen worden uitgewerkt.

**Een analyse van en reflectie op studies** naar bijvoorbeeld de invloed van CO<sub>2</sub> uitstoot door het verkeer en de gevolgen hiervan voor de opwarming van de aarde. Interessant is om resultaten van overheidsinstellingen en milieugroeperingen te vergelijken.

**Een literatuuronderzoek** naar alternatieve vormen van energiewinning, -transport en -opslag, bijvoorbeeld zonne-energie, windenergie, bio-energie, getijdenenergie of onderzoek naar mogelijke toepassingen van de nanotechnologie in de ontwikkeling van nieuwe materialen.

**Een practicumverslag** met een paragraaf analyse en reflectie.

Ook een **mondelijke presentatie** van de analyse en reflectie is goed mogelijk, zeker in verband met recente ontwikkelingen in de natuurwetenschap.

**Een schets van de ontwikkeling van onderzoekstechnieken** en de invloed daarvan op de ontwikkeling van nieuwe kennis.

**Een bezoek aan een bedrijfslab** of instelling voor vervolgonderwijs, waarbij de leerling de daar aanwezige onderzoekstechnologie vergelijkt met de instrumentele uitrusting van de practicumruimte op school.

**Zelf uitvoeren van ontwerpopdrachten** met afsluitend een productpresentatie.

**Omgekeerd ontwerpen.** Leerlingen analyseren een product en hoe het is ontworpen door uit te gaan van het product en zich vragen te stellen over welke eisen en randvoorwaarden de ontwerper vooraf over dit product heeft vastgelegd.

**Verslag laten doen van het ontwerpproces** van nieuwe producten of ontwikkeling van nieuwe technieken. Dit naar aanleiding van secundaire bronnen (dagbladen, publicatiebladen op het gebied van technologie en innovatie).

Het innemen van eigen standpunt met betrekking tot maatschappij, natuurwetenschap en techniek kan in diverse vormen getoetst worden:

- een kritische beschouwing over een recent ontwikkelde technologie;
- een kritische schriftelijke reactie op een publicatie waarin de beweringen worden gedaan en standpunten worden ingenomen;
- een mondelinge presentatie;
- een debat;
- een discussie aan de hand van stellingen;
- een ethische discussie.

#### PWS

ANW kan ook in het Profielwerkstuk betrokken worden. Dat is af te leiden uit het volgende gegeven: het PWS moet betrekking hebben op een of meer grote vakken behorend tot het profiel (gemeenschappelijk deel, profieldeel en vrij deel)<sup>5</sup>.

De school mag de leerling in de gelegenheid stellen elk vak bij het profielwerkstuk te betrekken. De school mag daaraan eisen stellen door vakken of combinaties van vakken voor te schrijven of te verbieden, of de keuze geheel aan de leerling te laten.

<sup>5</sup> Examenbesluit, artikel 4, 3e lid



# Aanbevolen

ANW mailinglist (docenten wisselen tips en informatie uit), en een ANW Community op kennisset; stuur een mail naar [s.muijlaert@kennisnet.org](mailto:s.muijlaert@kennisnet.org) voor aanmelding

APS conferentie ANW, 1 keer jaarlijks (zie [www.aps.nl](http://www.aps.nl))

CD-rom van Samson, Bronnenboek voor ANW, e-mail: [klantenservice@samson.nl](mailto:klantenservice@samson.nl)

CD-rom Werk anders met ANW; De praktijk van open praktische ANW-opdrachten, SLO, 2004

Driessen, H., Carelsen, F., en Krüger, H., Varianten voor ANW, vanaf 2007, in NVOX, dec. 2005, blz. 532

Flokstra, J.H., Activerende Werkvormen maart 2006, SLO

Good practise ANW, Portretten van goed ANW-onderwijs, uitgave van NVON, 2002, ISBN 90 769 7608 2

Handreiking schoolexamen ANW-vwo, biologie, natuurkunde, scheikunde, havo/vwo Syllabi herziening 2007 biologie, natuurkunde, scheikunde CEVO, havo

Kortetermijnadvies Profielcommissies N-profielen en M-profielen, mei 2005

Legierse, A., ea., Het schriftelijk toetsen van denkvaardigheden SLO, 2006

Legierse, A., ea., Het schriftelijk toetsen van denkvaardigheden bij ANW, SLO, 2006

Op weg naar 2007, <http://www.tweedefase-loket.nl/doc/Beslispunten2007-def.pdf>

Vakdidactische handleiding ANW, zie [www.nvon.nl](http://www.nvon.nl)

Vakdossier samenhang natuurwetenschappen SLO, 2006

Verslag van de NVON ANW-docentenbijeenkomst 11 oktober 2005 (zie [www.nvon.nl](http://www.nvon.nl))

Werk Wijzer met ANW, A. Brouwers, H. Driessen, A. Legierse, SLO, 2003

[www.leermiddelplein.nl](http://www.leermiddelplein.nl)



