



Centrale examens  
als drager van de  
bètavakvernieuwing

Analyse van centrale examens biologie, natuurkunde en scheikunde  
voor havo/vwo op kenmerken van de beoogde vernieuwing

SLO • nationaal expertisecentrum leerplanontwikkeling





# Centrale examens als drager van de bètavakvernieuwing

Analyse van centrale examens biologie, natuurkunde en scheikunde voor havo/vwo op kenmerken van de beoogde vernieuwing

April 2018

**slo**

nationaal  
expertisecentrum  
leerplan-  
ontwikkeling

Verantwoording



**2018 SLO (nationaal expertisecentrum leerplanontwikkeling), Enschede**

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

**Redactie:** Elvira Folmer

**Informatie**

SLO

Afdeling: Advies en Onderzoek

Postbus 2041, 7500 CA Enschede

Telefoon (053) 4840 840

Internet: [www.slo.nl](http://www.slo.nl)

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

**AN:** 7.7670.750

# Inhoud

<b>1.</b>	<b>Context, vraagstelling en opzet</b>	<b>5</b>
1.1	Aanleiding en context	5
1.2	Vraagstelling	5
1.3	Onderzoeksopzet	6
1.4	Leeswijzer	7
<b>2.</b>	<b>Analysekader vernieuwde examenprogramma's</b>	<b>9</b>
2.1	Algemene informatie	9
2.2	Analyse op grond van vernieuwingskenmerken	9
2.3	Dekking van de syllabus	20
2.4	Andere analyseresultaten	21
<b>3.</b>	<b>Analyse biologie havo</b>	<b>23</b>
3.1	Algemene informatie	23
3.2	Analyse op grond van vernieuwingskenmerken	25
3.3	Dekking van de syllabus	36
<b>4.</b>	<b>Analyse biologie vwo</b>	<b>43</b>
4.1	Algemene informatie	43
4.2	Analyse op grond van vernieuwingskenmerken	45
4.3	Dekking van de syllabus	56
<b>5.</b>	<b>Analyse natuurkunde havo</b>	<b>61</b>
5.1	Algemene informatie	61
5.2	Analyse op grond van vernieuwingskenmerken	62
5.3	Dekking van de syllabus	71
<b>6.</b>	<b>Analyse natuurkunde vwo</b>	<b>75</b>
6.1	Algemene informatie	75
6.2	Analyse op grond van vernieuwingskenmerken	76
6.3	Dekking van de syllabus	84
<b>7.</b>	<b>Analyse scheikunde havo</b>	<b>87</b>
7.1	Algemene informatie	87
7.2	Analyse op grond van vernieuwingskenmerken	88
7.3	Dekking van de syllabus	97
<b>8.</b>	<b>Analyse scheikunde vwo</b>	<b>101</b>
8.1	Algemene informatie	101
8.2	Analyse op grond van vernieuwingskenmerken	102
8.3	Dekking van de syllabus	111
<b>9.</b>	<b>Focusgroepverslag biologie havo</b>	<b>115</b>
<b>10.</b>	<b>Focusgroepverslag biologie vwo</b>	<b>119</b>
<b>11.</b>	<b>Focusgroepverslag natuurkunde havo</b>	<b>123</b>

<b>12.</b>	<b>Focusgroepverslag natuurkunde vwo</b>	<b>127</b>
<b>13.</b>	<b>Focusgroepverslag scheikunde havo</b>	<b>131</b>
<b>14.</b>	<b>Focusgroepverslag scheikunde vwo</b>	<b>135</b>
	<b>Literatuur</b>	<b>139</b>
	<b>Bijlagen</b>	<b>141</b>
	<b>Bijlage Verslagen gesprekken Cito/CvTE</b>	<b>143</b>
	Natuurkunde havo	143
	Natuurkunde vwo	145
	Biologie havo/vwo	147
	Scheikunde havo/vwo	150
	<b>Bijlagen bij hoofdstuk 2</b>	<b>153</b>
	<b>Bijlagen bij hoofdstuk 3</b>	<b>165</b>
	<b>Bijlagen bij hoofdstuk 4</b>	<b>179</b>
	<b>Bijlagen bij hoofdstuk 5</b>	<b>185</b>
	<b>Bijlagen bij hoofdstuk 6</b>	<b>189</b>
	<b>Bijlagen bij hoofdstuk 7</b>	<b>193</b>
	<b>Bijlagen bij hoofdstuk 8</b>	<b>197</b>

# 1. Context, vraagstelling en opzet

Elvira Folmer, Wilmad Kuiper en Berenice Michels

## 1.1 Aanleiding en context

In de periode 2002 – 2010 hebben vakvernieuwingscommissies voor biologie (bio), natuurkunde (na) en scheikunde (sk) nieuwe conceptexamenprogramma's ontwikkeld en beproefd in examenpilots. Maatschappelijke ontwikkelingen en knelpunten in het bètaonderwijs vormden aanleiding voor deze bètavernieuwing. Deze examenpilots zijn geëvalueerd in een onafhankelijk meerjarige curriculumevaluatie onder verantwoordelijkheid van SLO (Kuiper, Folmer, Ottevanger, Bruning, 2010). De nieuwe examenprogramma's voor biologie, natuurkunde, en scheikunde zijn in schooljaar 2013/2014 ingevoerd in klas 4 van havo en vwo. Ter voorbereiding op de invoering van de nieuwe examenprogramma's is een invoeringsplan geschreven (Michels, 2010). Evaluatie van de invoering is één van de taakgebieden die in het invoeringsplan worden beschreven. De evaluatie heeft zowel een formatief als een summatief karakter. Tijdens het proces van invoering leveren evaluatieresultaten een bijdrage aan het bijstellen en verbeteren van invoeringsactiviteiten. Daarnaast geeft de evaluatie antwoord op de vraag in hoeverre scholen en docenten en examenmakers er in slagen vorm te geven aan de beoogde vernieuwing.

De invoering van de nieuwe examenprogramma's biologie, natuurkunde en scheikunde voor havo en vwo en de daarbij behorende syllabi<sup>1</sup> vormen een belangrijke schakel in de beoogde bètavernieuwing. Scholen zijn verplicht om deze examenprogramma's en syllabi in te voeren. Scholen en docenten kunnen daarnaast bijdragen aan het realiseren van de achterliggende doelen van de bètavernieuwing door bij de invoering aandacht te geven aan de vier pijlers onder de bètavernieuwing:

- (wetenschappelijke) actualiteit en relevantie;
- werken met contexten en concepten;
- afstemming en samenhang tussen de bètavakken;
- aansluiting met het hoger onderwijs.

De evaluatie richt zich naast de invoering van nieuwe examenprogramma's en bijbehorende syllabi ook op de genoemde vier pijlers onder de bètavernieuwing.

## 1.2 Vraagstelling

De theoretische achtergrond van de evaluatie van de invoering van de nieuwe bèta-examenprogramma's wordt gevormd door de typologie van curriculaire verschijningsvormen (Van den Akker, 2003; zie tabel 1.1). Dit onderscheid in verschijningsvormen onderstreept de gelaagdheid van het curriculum. Tussen de verschillende verschijningsvormen komen vaak aanzienlijke discrepanties voor. Dat is niet per se problematisch, maar dikwijls bestaat de wens de kloof tussen dromen, daden en resultaten te verkleinen.

<sup>1</sup> Syllabi specificeren de examenprogramma's voor wat betreft de delen die in het centraal examen getoetst worden.

Tabel 1.1: Curriculaire verschijningsvormen (Van den Akker, 2003)

beoogd curriculum	imaginair	opvattingen, wensen en idealen (basisvisie)
	geschreven	documenten en materialen (examenprogramma's, syllabi, handreikingen, lesmateriaal)
geïmplementeerd curriculum	geïnterpreteerd	oordelen en interpretaties van docenten, examenmakers en uitgevers
	uitgevoerd	feitelijke onderwijsleerproces
gerealiseerd curriculum	ervaren	ervaringen van leerlingen
	geleerd	leerresultaten bij leerlingen

De evaluatie richt zich de volgende hoofdvraag:

***In hoeverre wordt de beoogde bètavakvernieuwing geïmplementeerd en gerealiseerd in de onderwijspraktijk?***

De beoogde bètavakvernieuwing wordt gedefinieerd als het vernieuwde programma, zoals beschreven in de vastgestelde examenprogramma's, de definitieve syllabi voor het centraal examen, de visiedocumenten en eindrapportages van de drie vernieuwingscommissies, het invoeringsplan met de daarin beschreven pijlers onder de bètavakvernieuwing, de definitieve handreikingen voor het schoolexamen, en de pilotlesmaterialen.

De hoofdvraag valt uiteen in een viertal deelvragen die gekoppeld zijn aan het geïmplementeerde en gerealiseerde curriculum:

1. Wat vinden docenten van de beoogde bètavakvernieuwing? [geïnterpreteerd]
2. Welke maatregelen worden op bovenklasniveau genomen om de invoering van de vernieuwde examenprogramma's te faciliteren? [uitgevoerd]
3. Hoe vertalen docenten en examenmakers de beoogde vernieuwing concreet naar de onderwijspraktijk? [uitgevoerd]
4. Hoe ervaren leerlingen vernieuwde biologie, natuurkunde en scheikunde? [ervaren]

In dit rapport wordt verslag gedaan van het onderzoek gericht op (een deel van) de derde deelvraag: de vertaling van de beoogde vernieuwing door examenmakers naar een centraal examen<sup>2</sup>.

### 1.3 Onderzoeksopzet

Kern van de analyse van centrale examens vormt de vraag: "In hoeverre reflecteren de centrale examens de beoogde vernieuwing?" Om dit te onderzoeken is een aantal centrale examens bij de nieuwe examenprogramma's geanalyseerd. Het gaat om de eerste tijdvak examens havo biologie, natuurkunde en scheikunde van 2015 (eerste cohort) en 2016 (tweede cohort) en de eerste tijdvak examens vwo voor dezelfde vakken van 2016 (eerste cohort) en 2017 (tweede cohort). De analyses zijn uitgevoerd aan de hand van een daarvoor ontwikkeld analysekader.

<sup>2</sup> Resultaten met betrekking tot de andere onderzoeksvragen en deelvraag 3 met betrekking tot de docenten zijn te vinden via: <http://www.slo.nl/downloads/2014/monitoring-en-evaluatie-invoering-betavernieuwing-deel-nulmeting.pdf> , <http://downloads.slo.nl/Repository/monitoring-en-evaluatie-invoering-betavernieuwing-tussenmeting.pdf> en <http://downloads.slo.nl/Repository/monitoring-en-evaluatie-invoering-betavernieuwing-eindmeting>



Dit analysekader vertaalt kenmerken van de beoogde vernieuwing bij de drie genoemde vakken naar analyseerbare eenheden in de CE's. Een eerste versie van dit analysekader is voorgelegd aan vertegenwoordigers van de voormalige vernieuwingscommissie vertegenwoordigd in het IOBT (Stichting Innovatie Onderwijs in Bètawetenschappen en Technologie) en het CvTE. Na verwerking van de feedback is het analysekader vastgesteld en toegepast op de betreffende CE's.

De analyses die met behulp van het kader zijn uitgevoerd, zijn descriptief van karakter. Per analyseaspect beschrijven ze wat in de examens wordt aangetroffen. De analyse van een examen heeft betrekking op de tekst (inclusief figuren, etc.) van het examen, het correctievoorschrift en eventuele errata en aanvullingen bij het examen. Als analyse-eenheden zijn losse vragen (vraag) gebruikt en clusters van bij elkaar horende vragen (opgave). Alle analyses zijn uitgevoerd door twee onderzoekers. De eerste onderzoeker heeft de analyse uitgevoerd, de tweede onderzoeker heeft de analyse van de eerste onderzoek gecontroleerd. Gezamenlijk zijn zij gekomen tot een definitieve beschrijving van telkens een tweetal CE's aan de hand van het beschikbare analysekader.

Om de vraag te beantwoorden in hoeverre hiermee de beoogde vernieuwing (voldoende) gereflecteerd wordt, is per aspect en voor het totale examen een normatieve beoordeling nodig. Hiertoe zijn de analyseresultaten voorgelegd aan een focusgroep van bij de vernieuwing betrokken experts, een vertegenwoordiger van de voormalige vernieuwingscommissie, (pilot)docenten, en CvTE. Daarmee betreft het een normatieve beoordeling van een (naar zijn aard) kleine groep. Dat maakt de gegeven duiding echter niet minder legitiem en waardevol. Bovendien past het bij het formatieve doel van het onderzoek. De bijeenkomsten van deze focusgroepen hebben plaatsgevonden tussen april en november 2017.

Als follow-up van dit onderzoek naar de vernieuwde CE's en vooral ook vanwege het formatieve doel ervan, zijn gesprekken gevoerd met (een) vertegenwoordiger(s) van Cito en CvTE om op basis van de dan beschikbare analyses en verslagen van de gehouden focusgroepen te discussiëren over de vraag welke aanpassingen in de CE's wenselijk en mogelijk zijn om ze een zo goed mogelijke drager te laten zijn van de beoogde vernieuwing. De verslagen van deze gesprekken zijn opgenomen als bijlage bij dit onderzoeksrapport.

## **1.4 Leeswijzer**

In hoofdstuk 2 wordt het analysekader dat het vertrekpunt vormt van dit onderzoek gepresenteerd. We geven aan in hoeverre verschillende vernieuwingskenmerken relevant zijn voor de analyse van de centrale examens en voor welke vakken dit geldt. Vervolgens wordt uiteengezet hoe de van belang zijnde vernieuwingskenmerken (werken met concepten en contexten, (wetenschappelijke) actualiteit en relevantie, afstemming en samenhang binnen en tussen bètavakken, natuurwetenschappelijke denk- en werkwijzen, en ontstaan en gebruik van natuurwetenschappelijke kennis) worden geoperationaliseerd naar een kijkkader voor de analyse van de CE's.

De analyses van de CE's havo en vwo voor de vakken biologie, natuurkunde en scheikunde, vormen hoofdstuk 3 t/m 8. Ze zijn uitgevoerd aan de hand van het in hoofdstuk 2 beschreven kijkkader. Opgenomen zijn daarin ook concrete vragen voor de focusgroepen over de analyse van deze CE's.

Hoofdstuk 9 tot en met 14 geven vervolgens de verslagen weer van de zes gehouden bijeenkomsten van de focusgroepen. Deze verslagen geven antwoord op de vraag of de vijf geanalyseerde vernieuwingskenmerken volgens hen in voldoende mate in de CE's aanwezig zijn om de beoogde vernieuwing te kunnen weerspiegelen.

De verslagen van de gesprekken met vertegenwoordigers van Cito en CvTE zijn opgenomen in een bijlage.



## 2. Analysekader vernieuwde examenprogramma's

Berenice Michels en Elvira Folmer

### 2.1 Algemene informatie

De analyse van een centraal examen start met algemene informatie over het examen: het vak, jaar en tijdvak; het totaal aantal vragen, het totaal aantal punten en de verdeling daarvan over de vragen en de verhouding tussen meerkeuzevragen en open vragen (aantallen en punten). Verder wordt de algemene opbouw van het examen (in clusters of opgaves en vragen) en de inhoudselementen (bijvoorbeeld bronnen, afbeeldingen, teksten) beschreven. Op grond daarvan wordt bepaald hoe de analyse-eenheden 'vraag' en 'opgave' binnen de analyse van het betreffende examen gedefinieerd zullen worden.

Van elke vraag wordt geanalyseerd bij welke inhoudelijke eindtermen (subdomeinen) de vraag aansluit, omdat deze gegevens in de verdere analyse regelmatig nodig zijn.

Tot slot bevat de algemene informatie een analyse van de p-waardes van het examen: beschrijvende statistische gegevens (gemiddelde en mediaan), alsmede (in een bijlage) een overzicht van de p-waardes per vraag. Ook worden de p-waardes voor meerkeuzevragen en gewone vragen vergeleken.

#### 1. **Kijkkader: Algemene informatie**<sup>3</sup>

- 1.1. *Algemene informatie*: vak; jaar; tijdvak
- 1.2. *Vragen en punten*: totaal aantal vragen, punten per vraag, totaal aantal punten; aantal open vragen, aantal meerkeuze vragen; verhouding open vragen / meerkeuze vragen in aantal en punten
- 1.3. *Opbouw van het examen*:: inhoudselementen
  - 1.3.a. clusters, opgaven, vragen; aantal vragen per cluster of opgave
  - 1.3.b. inhoudselementen, analyse-eenheden: vraag en opgave
- 1.4. Per vraag: *examendomeinen*<sup>4</sup>: op welk subdomein uit het examenprogramma heeft de vraag betrekking?
- 1.5. Per examen: *p-waardes*: gemiddelde en mediaan; p-waardes per vraag; p-waardes meerkeuzevragen en open vragen

### 2.2 Analyse op grond van vernieuwingskenmerken

De kern van de analyse wordt gevormd door een analyse van het examen op grond van verschillende vernieuwingskenmerken. Deze kenmerken zijn gedefinieerd aan de hand van een aantal documenten: de visiedocumenten en de eindrapporten van de vernieuwingscommissies biologie, natuurkunde en scheikunde (Commissie Vernieuwing Biologieonderwijs, 2005 & 2010; Commissie Vernieuwing Natuurkundeonderwijs, 2006 & 2010; Commissie Vernieuwing Scheikunde Havo en Vwo, 2003; Apotheker et al., 2010); de criteriumtabel CE van de Commissie Nieuwe Natuurkunde; het invoeringsplan met de daarin beschreven pijlers onder de vakvernieuwing (Michels, 2013) en de vernieuwde examenprogramma's zelf. Op grond van deze documenten is een lijst van negen vernieuwingskenmerken van de bètavakvernieuwing samengesteld, met daarbij relevante aspecten of aandachtspunten.

<sup>3</sup> Voor het totale kijkkader zie bijlage 2.1

<sup>4</sup> Dit wordt bij algemene informatie geanalyseerd, omdat de resultaten bij verschillende onderdelen van de verdere analyse nodig zijn.

Per vernieuwingskenmerk is vervolgens bepaald in hoeverre van dit kenmerk te verwachten is dat het in een centraal examen gereflecteerd wordt en indien dat het geval is, om welke aspecten van het kenmerk het dan zou gaan. De resultaten hiervan staan in tabel 2.1.

Tabel 2.1: *Vernieuwingskenmerken met aspecten per kenmerk; aangegeven is in hoeverre het kenmerk/aspect relevant is voor de analyse van centrale examens en voor welk(e) vak(ken) dit geldt.*

Vernieuwingskenmerk (genummerd) met aandachtspunten / aspecten	relevant voor...	
	CE?	vakken (x=alle)
<b>1. Werken met contexten en concepten</b>	J	
Centraal staat het wendbaar gebruik van concepten in verschillende contexten.	x	x
Er zijn verschillende vormen van wisselwerking tussen concepten en contexten (bijv. concept-contextvenster).	x	x
Contexten kunnen verschillende functies vervullen (in de les of bij toetsing), denk aan: introductie, illustratie, bepaling vakinhoud.	x	x
Op sommige plekken in de examenprogramma's en/of syllabi staan concrete contexten genoemd.	x	x
Bij biologie maakt men verschil tussen leefwereldcontexten, beroepscontexten en wetenschappelijke contexten, waarbij voor havo beroepscontexten meer geschikt worden geacht en voor vwo meer wetenschappelijke contexten (leefwereldcontexten zijn voor beide relevant). Bij biologie wordt een context gedefinieerd als een handelingspraktijk.	x	bi
Bij scheikunde onderscheidt men maatschappelijke, theoretische, beroepsgerichte en experimentele contexten.	x	sk
<b>2. (Wetenschappelijke) actualiteit en relevantie</b>	J	
Dit kenmerk heeft een directe relatie met contextgebruik, het gaat dan om de actualiteit of relevantie van de context.	-	x
Onderscheiden worden persoonlijke, maatschappelijk en wetenschappelijke relevantie.	x	x
Bij biologie zijn de in de syllabus genoemde geactualiseerde onderwerpen: epigenetica (havo & vwo) en sequencing (vwo). Verder is de biologie meer moleculair geworden en is er meer aandacht voor de dynamiek (in cellen maar ook in ecosystemen). Bovendien worden beschrijvingen meer wiskundig.	x	bi
Bij natuurkunde zijn de geactualiseerde onderwerpen: nieuwe inzichten m.b.t. materie (havo), medische beeldvorming (havo & vwo), biofysica (havo & vwo, SE-keuze), geofysica (havo & vwo, SE-keuze), astrofysica (vwo), quantumwereld (vwo), relativiteitstheorie (vwo, SE-keuze).	x	na
Bij scheikunde zijn de geactualiseerde onderwerpen: nieuwe materialen, groene chemie, energieomzettingen	x	sk
<b>3. Doelgroepdifferentiatie</b>	N	
Aandacht voor het verschil tussen havo en vwo.	-	
Vooral bij natuurkunde: aandacht voor het verschil tussen meisjes en jongens.	-	
<b>4. Afstemming en samenhang binnen en tussen bètavakken</b>	J	
Samenhang binnen het vak biologie komt tot uitdrukking in organisatieniveaus en systeemconcepten [en aandacht voor een spiraalcurriculum.]	x/-	bi

Vernieuwingskenmerk (genummerd) met aandachtspunten / aspecten	relevant voor...	
	CE?	vakken (x=alle)
Samenhang binnen de vakken natuurkunde en scheikunde komt tot uitdrukking in conceptuele samenhang rondom een beperkt aantal groepen van domeinen.	x	na, sk
Samenhang via contexten kan gebeuren via gemeenschappelijke maatschappelijke thema's: communicatie, duurzaamheid, gezondheid, materialen, transport, veiligheid, voeding, wereldbeeld.	-	x
Samenhang via vaardigheden kan gerealiseerd worden aan de hand van de gezamenlijke natuurwetenschappelijke (gemeenschappelijke) denk- en werkwijzen (zie ook punt 6).	-	x
Inhoudelijke samenhang kan vormgegeven worden via gemeenschappelijke kernconcepten <sup>5</sup> : systeem, schaal, verandering, energie, materie, ruimte, tijd, wisselwerking.	-	x
Samenhang van een vak met de andere bètavakken (inclusief wiskunde) is bij sommige vakken geconcretiseerd in de syllabus door middel van vereiste (voor)kennis uit andere vakken	x	x
Bij natuurkunde komt de afstemming met wiskunde op de havo tot uitdrukking in 'wiskunde als gereedschap', op het vwo meer in 'wiskunde als taal'.	x	na
<b>5. Aansluiting met het Hoger Onderwijs</b>	N	
Beeld van studie en beroep (LOB)	-	
Inhoudelijke voorbereiding op studies en beroepen	-	
<b>6. Natuurwetenschappelijke denk- en werkwijzen</b>	J	
Onderzoeken: in lessen / toetsen kan verwezen worden naar deze activiteit of leerlingen moeten daadwerkelijk (een deel van) de activiteit uitvoeren .	x	x
Ontwerpen: in lessen / toetsen kan verwezen worden naar deze activiteit of leerlingen moeten daadwerkelijk (een deel van) de activiteit uitvoeren	x	x
Modelvorming: in lessen / toetsen kan verwezen worden naar deze activiteit of leerlingen moeten daadwerkelijk (een deel van) de activiteit uitvoeren	x	x
Redeneren en argumenteren.	x	x
Waarderen en oordelen.	x	x
Specifieke vormen van redeneren bij biologie: vorm-functiedenken; ecologisch denken; evolutionair denken; systeemdenken.	x	bi
Specifieke vormen van redeneren bij natuurkunde: verschuiving van de aandacht van 'sometjes' naar conceptueel begrip en van kinematica naar dynamica; redeneren met verbanden; beredeneerde schattingen en ordes van grootte, (alleen vwo) verschijnselen en processen verklaren vanuit algemene principes en wetmatigheden.	x	na
Specifieke vormen van redeneren bij scheikunde: heen-en-weer-denken tussen macro, meso, micro; redeneren in termen van structureigenschappen (denken in structuur-eigenschap relaties); redeneren over systemen, verandering en energie; redeneren in termen van duurzaamheid.	x	sk
<b>7. Ontstaan en gebruik van natuurwetenschappelijke kennis</b>	J	
Kennisontwikkeling en kennistoepassing: ethische kwesties, analytisch-kritisch denken.	x	x

<sup>5</sup> Er zijn andere lijstjes met gemeenschappelijke kernconcepten, maar dit lijstje is afkomstig van de vernieuwingscommissies van de onderhavige programma's.

Vernieuwingskenmerk (genummerd) met aandachtspunten / aspecten	relevant voor...	
	CE?	vakken (x=alle)
Kennisontwikkeling: kennis over de manier waarop natuurwetenschap werkt (Nature of Science).	x	x
Kennistoepassing: wisselwerking tussen natuurwetenschap, technologie en samenleving.	x	x
<b>8. Profilering van het SE t.o.v. het CE</b>	N	
<i>niet verder gespecificeerd</i>	-	
<b>9. Haalbaarheid van het programma en didactische variatie</b>	N	
<i>niet verder gespecificeerd</i>	-	

De vijf vernieuwingskenmerken die in centrale examens gereflecteerd kunnen worden, worden in de volgende subparagrafen geoperationaliseerd<sup>6</sup> t.b.v. de analyses.

### 2.2.1 Wisselwerking concepten en contexten

Het werken met contexten en concepten is vanaf het begin een van de uitgangspunten geweest van de vakvernieuwing in de bètavakken, en daarom ook bij de invoering aangeduid als een van de pijlers onder de vakvernieuwing (Michels, 2010). Dit werken met concepten en contexten wordt ook wel de concept-contextmethode of concept-contextbenadering genoemd.

Hoewel de gehanteerde terminologieën niet altijd eenduidig zijn, is de gemeenschappelijke basis van de verschillende visies op deze benadering doorgaans het belang dat wordt toegekend aan het 'wendbaar' kunnen toepassen van concepten in verschillende (bekende en nieuwe) contexten. Daarnaast zijn contexten belangrijk om de betekenis en het belang van concepten (vakkennis/vakvaardigheden) aan de lerende duidelijk te maken (situatieve opvatting van kennis). Men spreekt over de wisselwerking tussen concepten en contexten en betekenisvol leren (Bruning en Michels, 2013). Zie figuur 2.1.



Figuur 2.1: De wisselwerking tussen concepten en contexten.

<sup>6</sup> Sommige aspecten zijn eenvoudiger te operationaliseren dan anderen, waardoor aan sommige aspecten in dit analysekader meer aandacht wordt besteed dan aan anderen. Een eventueel verschil in aandacht in dit analysekader betekent niet dat er sprake zou zijn van een verschillend gewicht van de verschillende aspecten bij de uiteindelijke analyse en conclusie.

Wanneer de wisselwerking (wendbaarheid en betekenisgeving) tussen concepten en contexten in het leerproces centraal staat, zou dit ook in de toetsing terug moeten komen. In de nieuwe examenprogramma's biologie, natuurkunde en scheikunde is het belang hiervan duidelijk gemaakt door in eindtermen expliciet te noemen dat de kandidaat 'in contexten' vakkennis moet kunnen demonstreren. Om te analyseren in hoeverre in de centrale examens sprake is van dit toetsen-in-context, moeten we definiëren wat we hier precies onder verstaan.

De vakvernieuwingscommissies stellen in hun gezamenlijke beschrijving van de concept-contextmethode of –benadering: "een context is de omgeving waarin het leren plaatsvindt; een situatie of probleemstelling die voor de leerling betekenis heeft of krijgt door de uit te voeren leeractiviteiten" (Boersma et al., 2006).

Deze omschrijving (die in feite een context in een contextrijk leerproces definieert) heeft betrekking op de linkerpijl uit figuur 2.1: het wendbaar toepassen van concepten in contexten, waardoor de context betekenis krijgt of heeft. Bij het proces dat de rechterpijl weergeeft is de functie van de context anders: daar geeft juist de context betekenis aan de concepten, de vakkennis- en vaardigheden. De vernieuwingscommissie biologie beschrijft vooral deze functie van contexten (handelingspraktijken): biologische inhoud (concept) met activiteiten krijgt betekenis in een context en de context bepaald welke betekenis dat is (Boersma et al., 2007).

Op grond van de omschrijving van de wisselwerking tussen concepten en contexten én de bovengenoemde definitie van een context in het leerproces, identificeren we een aantal elementen die we gebruiken bij het definiëren van het toetsen-in-context:

1. Een context is een situatie of probleemstelling. Alleen een begrip (bijvoorbeeld 'de zalm' of 'de autogordel' of 'keukenzout') is geen context.
2. Deze context is nodig om de toetsvraag te beantwoorden.
3. Centraal staat het geven van betekenis (betekenisvol toetsen):
  - a. Het kan zijn dat de context (de situatie of de probleemstelling) voor de leerling betekenis heeft of krijgt door het toepassen van vakconcepten (kennis en/of vaardigheden). De kandidaat laat zien dat hij onderdelen van de context begrijpt (of gaat begrijpen) door zijn vakkennis en vaardigheden toe te passen. In dit geval, als de context een situatie is en geen probleemstelling, ligt achter die situatie dus toch een probleemstelling of contextvraag, waarop de leerling een antwoord geeft.
  - b. Het kan ook zijn dat de context (de situatie of probleemstelling) voor de leerling betekenis geeft aan de vakconcepten (kennis en/of vaardigheden). Aan de hand van de context maakt de kandidaat zijn/haar kennis van de betekenis van de vakconcepten duidelijk.

Bij toetsen-in-context is er dus sprake van een *interactie* tussen concept en context. Onder interactie verstaan we dan het proces zoals weergegeven door één van beide pijlen in figuur 2.1. Als we spreken over *wisselwerking* bedoelen we de interactie in beide richtingen (heen-en-weer).

Bij het ontwikkelen van een analysekader voor de wisselwerking tussen concepten en contexten bespreken we eerst hoe we contexten identificeren en welke types toetsing-in-context we onderscheiden (2.2.1.1). Vervolgens gaan we in op verschillende soorten contexten zoals die omschreven zijn door de vernieuwingscommissies en de contexten die in examenprogramma's beschreven staan (2.2.1.2). Ten slotte kijken we in de analyse nog naar de taligheid van de examens, omdat deze vaak geassocieerd wordt met contextrijkheid (2.2.1.3).

### 2.2.1.1 Toetsen in context

Bij de analyse identificeren we eerst de contexten in de examenopgaves. Een opgave kan bestaan uit een of meerdere contexten. We maken gebruik van het feit dat een context een situatie of probleemstelling is. Bij het identificeren van een context kijken we zowel naar de tekst die de situatie beschrijft als naar de vra(a)g(en) die daarbij gesteld worden, omdat ook de vragen informatie geven over waar de context over gaat.

Om te analyseren of er sprake is van toetsen-in-context analyseren we daarna de vragen. We maken onderscheid tussen drie soorten vragen:

1. Vragen waarbij de vakinhoud (kennis/vaardigheden) door de leerling toegepast wordt op een context om het antwoord op een contextvraag te vinden; de vakinhoud wordt daarbij gebruikt om de context te verhelderen / betekenis te geven (interactie type 1).
2. Vragen, waarbij de context door de leerling gebruikt wordt om het antwoord op een vakinhoudelijke vraag te vinden; de context wordt daarbij gebruikt om de vakinhoud (kennis/vaardigheden) te verhelderen / betekenis te geven (interactie type 2).
3. Vragen waarin geen sprake is van interactie tussen concept en context.

Alleen bij de eerste twee types is er sprake van toetsen-in-context. Het is dus mogelijk dat er in een examen contexten worden geïdentificeerd, die niet gebruikt worden voor het toetsen-in-context, omdat alle bij de context horende vragen van type 3 zijn.

Ten slotte wordt bij het analyseren van toetsen-in-context gekeken in hoeverre de context ook noodzakelijk is voor het beantwoorden van de vraag. Ook bij vragen van type 1 en 2 is het mogelijk dat er weliswaar sprake is van een interactie tussen concept en context, maar dat deze interactie niet noodzakelijk is: dat de vraag ook beantwoord kan worden zonder gebruik te maken van of aandacht te besteden aan de context. In dat geval is strikt genomen geen sprake van toetsen-in-context.

Daarnaast wordt gekeken of er in de toets sprake is van het toetsen van wendbaarheid: wordt dezelfde vakkennis/vaardigheden (gedefinieerd in de vorm van eindtermen / subdomeinen) (achtereenvolgens) in verschillende contexten getoetst? Dit kan zijn binnen een cluster van vragen (opgave) of binnen verschillende clusters (opgaven). Opgemerkt moet hierbij worden, dat er ook sprake kan zijn van wendbaarheid indien de kandidaat op het examen de vakkennis/vaardigheden toepast in een nieuwe context vergeleken met de aanleercontext. Aangezien deze aanleercontext(en) echter niet bekend zijn, kan deze vorm van wendbaarheid niet meegenomen worden in de analyse.

### 2.2.1.2 Contexten in de examenprogramma's

In de examenprogramma's is opgenomen dat concepten in wisselende contexten toegepast moeten worden. Naast deze algemene eis, maken de vernieuwingscommissies onderscheid tussen verschillende soorten contexten en zijn in de verschillende programma's expliciete contexten onderscheiden.

#### **Soorten contexten**

De vakvernieuwingscommissies hebben in hun eindadviezen onderscheid gemaakt tussen verschillende soorten contexten.

Voor biologie is onderscheid gemaakt tussen beroepscontexten, leefwereldcontexten en wetenschappelijke contexten. Beroepscontexten zijn situaties of probleemstellingen die betrekking hebben op beroepen (reële handelingspraktijken) zoals de natuurbeheerder of de dierenarts, wetenschappelijke contexten hebben betrekking op de wetenschappelijke wereld, zoals die van de ecol(o)g(ie) of de virolo(o)g(ie) en leefwereldcontexten hebben betrekking op de leefwereld van de leerling, bijvoorbeeld sport, school en uitgaan.



Het examenprogramma schrijft voor dat kandidaten op de havo de geleerde concepten in elk geval kunnen toepassen in leefwereld- en beroepscontexten (subdomein A15), op het vwo in wetenschappelijke contexten, leefwereldcontexten en beroepscontexten waarvoor een wetenschappelijke opleiding is vereist (subdomein A16).

De vernieuwingscommissie biologie vond het bovendien belangrijk dat contexten zoveel mogelijk uitgewerkt werden als handelingspraktijken. Dat zijn contexten waarin de volgende aspecten te herkennen zijn: de deelnemers met hun expertise; de plaats waar de deelnemers binnen deze context handelen; de activiteiten die de deelnemers uitvoeren en het doel van deze activiteit(en). (Bron: Syllabus biologie 2014, paragraaf 2.1.2).

De commissie scheikunde heeft een iets andere indeling gehanteerd: wetenschappelijke contexten (theoretisch of experimenteel), maatschappelijke contexten en beroepsgerichte contexten. Voor havo leggen zij de nadruk op toepassingsgerichte contexten, voor het vwo op wetenschappelijke, onderzoeksgerichte contexten (Apotheker et al., 2010).

De commissie natuurkunde maakt geen onderscheid tussen verschillende soorten contexten, maar geeft in haar eindrapport wel aan dat de gekozen contextgebieden voor havo een meer maatschappelijke en toepassingsgerichte nadruk hebben en dat die voor vwo wat meer theoretisch en onderzoeksgericht zijn.

### ***Examencontexten en contextgebieden***

In de eindtermen van de examenprogramma's worden een aantal contexten of contextgebieden expliciet genoemd.

In het biologie-examenprogramma wordt een aantal contextgebieden onderscheiden. In iedere inhoudelijke eindterm worden een of meerdere van deze contextgebieden genoemd, waarbinnen de begrippen uit de eindterm toegepast moeten kunnen worden. Toepassing mag ook in andere gebieden dan de voorgeschreven.

In het natuurkundeprogramma wordt een aantal contextgebieden genoemd. De begrippen uit de eindtermen moeten in deze en andere contexten toegepast kunnen worden.

In het scheikundeprogramma wordt een aantal contextgebieden genoemd. De begrippen uit de eindtermen moeten in deze en andere contexten toegepast kunnen worden.

In bijlage 2.2 worden de contextgebieden verder omschreven.

### **2.2.1.3 Taligheid van het examen**

Een veel gehoorde kritische opmerking ten aanzien van concept-contextonderwijs en -toetsing is dat taalvaardigheid een (te) grote rol gaat spelen, zie bijvoorbeeld het rapport van de tussenmeting van onderzoeksproject 'evaluatie invoering vernieuwde bèta-examenprogramma's' (Folmer et al., 2015). Sommige docenten menen dat de examens steeds taliger worden en dat dit te maken heeft met de contextgerichtheid van de examens. We onderscheiden in de analyse twee soorten taligheid. Ten eerste de actieve taligheid: de mate waarin leerlingen antwoord moeten geven met behulp van een of meer volledige zinnen. Het gaat dan dus om open vragen die niet beantwoord kunnen worden met losse woorden of op een andere wijze (bijvoorbeeld grafisch, berekening, citaat uit een bron). We analyseren de verhouding tussen deze verschillende type vragen en kijken ook naar de gemiddelde p-waardes die voor deze vragen gehaald worden in vergelijking tot die van andere vragen, als indicatie voor de moeite die leerlingen met talige antwoorden hebben.

Daarnaast analyseren we de passieve taligheid van de examens: hoeveel tekst bevat het examen en in hoeverre is die tekst nodig voor het beantwoorden van de vragen. Tekst in de examens, die niet direct nodig is voor het formuleren van de vragen, dient twee doelen. Ten eerste is tekst nodig om de context te beschrijven. Daarnaast is het zo dat het zoeken van relevante informatie uit een tekst (waarin dus ook niet-relevante informatie staat) ook een vaardigheid is, die in de examenprogramma's beschreven staat en dus op het examen getoetst kan worden (subdomein A1: de kandidaat kan *doelgericht* informatie zoeken, beoordelen, selecteren en verwerken – cursivering door auteur). We onderscheiden daarom in deze taal-analyse drie soorten teksten:

- de vragen zelf: vraagtekst inclusief eventuele stamtekst, brontekst etc. die nodig is om de vraag te *begrijpen* (dus niet om te beantwoorden);
- informatietekst: extra tekst, vaak in de vorm van bronnen of verbindende teksten, met informatie die nodig is om de vraag te *beantwoorden*. Omdat de leerling de informatie moet zoeken en selecteren, is de informatietekst doorgaans groter dan alleen die zinnen die de benodigde informatie bevatten, het gaat meestal om een of meer hele alinea's;
- losse context-tekst: tekst die de context beschrijft, maar die strikt genomen *niet nodig* is om de vraag te beantwoorden.

## 2. **Wisselwerking concepten en contexten**

### 2.1. Per context:

2.1.a. Omschrijving van de context

2.1.b. Verdeling contexten over de opgaven

2.1.c. Is er sprake van een situatie of van een probleemstelling?

2.1.d. In geval van een situatie: is er sprake (in relatie met de bijbehorende vragen) van een achterliggende vraag / probleemstelling?

2.1.e. (Alleen bio): is er sprake van een handelingspraktijk en is deze volledig omschreven?

Een volledige omschrijving omvat:

- de deelnemers met hun expertise;
- een plaats waar de deelnemers binnen deze context handelen;
- de activiteiten die de deelnemers uitvoeren;
- het doel van deze activiteit(en).

2.1.f. Soort context:

- beroepscontext
- wetenschappelijke context,
  - theoretisch
  - experimenteel
- maatschappelijke context
- leefwereldcontext
- andersoortige context (bijv. historische context).

2.1.g. Valt de context binnen een van de contextgebieden uit het examenprogramma?

Zo ja: welke (zie bijlage 2.2)?

### 2.2. Per vraag:

2.2.a. *Concept-contextwisselwerking*: Is er is bij deze vraag sprake van interactie tussen concept en context?

- Ja, het is een vraag waarbij vakinhoud door de leerling gebruikt moet worden om de context te verhelderen / betekenis te geven (interactie type 1).
- Ja, het is een vraag waarbij de context door de leerling gebruikt moet worden om vakinhoud te verhelderen / betekenis te geven (interactie-type 2).
- Nee.

2.2.b. *Noodzaak context*: Is de context noodzakelijk om de vraag te beantwoorden?

2.2.c. *Examencontexten*: Sluit het contextgebied van de vraag aan bij de contextgebieden uit de eindterm waar de vraag bij hoort?

### 2.3. Per examen:

2.3.a. *Wendbaarheid*: in hoeverre worden dezelfde inhoudelijke eindtermen binnen verschillende contexten getoetst?

2.3.b. *Actieve taligheid*: in hoeverre moeten leerlingen zelf antwoorden formuleren (open vragen met een 'talig' antwoord)?

- een tekstueel antwoord is nodig (t);
- losse woorden / begrippen volstaan (w) – inclusief bijvoorbeeld reactievergelijkingen;
- grafisch antwoord (g);
- citaat uit bron o.i.d. (c).

Hoe scoren de leerlingen (p-waardes) op talige vragen (categorie t) in vergelijking met de overige categorieën?

2.3.c. *Passieve taligheid*: wat is het totaal aantal woorden van het examen en hoe is dit aantal verdeeld over de drie typen tekst:

- vraagtekst, tekst nodig om de vraag te begrijpen;
- informatietekst, nodig om de vraag te beantwoorden;
- overige tekst / losse context.

## 2.2.2 (Wetenschappelijke) actualiteit en relevantie

Actualiteit en relevantie vormt een van de pijlers onder de vakvernieuwing. De vernieuwingscommissies wilden dat in de schoolprogramma's meer ruimte en aandacht zou komen voor de snelle ontwikkelingen in wetenschap en technologie. Bovendien stelde men dat meer actualiteit en relevantie de programma's aantrekkelijker zouden maken voor leerlingen.

Bij het analyseren van toetsvragen op actualiteit (zowel op wetenschappelijk gebied als daarbuiten) moet onderscheid gemaakt worden tussen de onderwerpen (contexten) waarover de vragen gaan en de vakinhoud (kennis en vaardigheden) die bevraagd wordt. Vakinhoudelijke actualiteit kan geanalyseerd worden aan de hand van de 'nieuwe' vakinhoud in de examenprogramma's (zie tabel 2.1 en bijlage 2.5).

Actualiteit in de onderwerpen zit in de contexten. Waar het gaat om deze actualiteit, dient rekening gehouden te worden met het feit dat dit begrip voor leerlingen een andere lading heeft dan voor volwassenen, omdat hun leefwereld (in jaren) letterlijk beperkter is. Geanalyseerd wordt per context of het gaat om zo'n actueel onderwerp, en of dit ook duidelijk wordt uit de tekst.

Bij het analyseren van de relevantie dient allereerst gekeken te worden naar de interactie tussen de context (het onderwerp) en de vraag: bij vragen van interactie type 1 (zie paragraaf 2.2.1) wordt de vakinhoud gebruikt om een context te verhelderen. Dit verleent relevantie aan de vraag.

Bij relevantie van onderwijsinhoud wordt vaak onderscheid gemaakt tussen wetenschappelijke relevantie, maatschappelijke relevantie en persoonlijke relevantie. Persoonlijke relevantie voor de individuele leerling is (per definitie) iets subjectiefs, dat niet meegenomen kan worden in de analyse van examenvragen. Wel kan gekeken worden naar de mate van relevantie van een onderwerp voor een (groep) personen. Ook naar wetenschappelijke relevantie en maatschappelijke relevantie kan gekeken worden. Beoordeeld wordt dan in hoeverre in de tekst duidelijk wordt gemaakt waarom het onderwerp relevant is voor het vakgebied, voor de maatschappij of voor bepaalde individuen.

### 3. **(Wetenschappelijke) actualiteit en relevantie**

#### 3.1. Per vraag:

3.1.a. *Actualiteit*: Gaat de vraag over nieuwe vakinhoud (zie bijlage 2.5)

3.1.b. *Interactie*: Is er sprake van een type1-interactie tussen vragen en context (interactie waarbij de context verduidelijkt wordt door toepassing van de vakkennis, bij deze interactie kan de context dus relevantie aan de vraag verlenen).

#### 3.2. Per context:

3.2.a. *Actualiteit*: Betreft het een onderwerp dat nu of recent in de (maatschappelijke en/of wetenschappelijke) belangstelling staat / heeft gestaan en wordt dit duidelijk uit de tekst?

3.2.b. *Relevantie*: Wordt uit de tekst duidelijk dat het onderwerp relevant is voor

- bepaalde individuen (i)
- de maatschappij (m)
- de wetenschap / het vakgebied (w)

### 2.2.3 Afstemming en samenhang: intern en tussen bètavakken

Ook afstemming en samenhang is een van de pijlers van de vakvernieuwing. De vernieuwingscommissies streefden naar programma's die interne samenhang vertoonden en hebben ook geprobeerd om samenhang tussen de vakken vorm te geven (Boersma et al., 2011).

Bij afstemming binnen de vakken gaat het erom de interne samenhang binnen een vak zichtbaar te maken. In een examen kan dit gebeuren rond een context: wanneer binnen een context verschillende delen uit het vakgebied (verschillende examendomeinen) bevestigd worden, vormt dit een signaal dat deze verschillende onderdelen samenhangen. Samenhang binnen het vak biologie komt bovendien tot uitdrukking in aandacht voor organisatieniveaus en het gebruik van systeemconcepten (zelfregulatie, zelforganisatie, interactie, reproductie, evolutie).

Afstemming tussen vakken kan verschillende vormen aannemen. Het kan gaan om kennis uit het ene vak, die dient als voorkennis (*enabling knowledge*) voor het andere vak, of het kan gaan om een onderwerp dat vanuit verschillende kijkrichtingen (vakken) benaderd wordt. Voor de centrale examens vormen de examenprogramma's en syllabi de randvoorwaarden waarbinnen deze afstemming kan plaatsvinden. In de syllabi van sommige vakken is voorwaardelijke kennis uit andere vakgebieden beschreven (zie bijlage 2.3). Geanalyseerd kan worden in hoeverre de daar genoemde kennis uit andere bètavakken (inclusief wiskunde) ook aan bod komt. De natuurkundecommissie maakt voor wiskunde nog onderscheid naar de manier waarop de wiskunde gebruikt wordt: als gereedschap of als taal. Het behandelen van een onderwerp vanuit verschillende vakken in een examen is binnen de huidige randvoorwaarden niet mogelijk en wordt daarom niet in de analyse meegenomen.

Voor alle vakken geldt dat op 'bètaprofielniveau' (vaardigheden A5 t/m A9 uit de examenprogramma's) de eindtermen identiek zijn en specificaties ook grotendeels gelijklopend. De analyse van deze vaardigheden komt echter aan bod bij het vernieuwingsaspect 'natuurwetenschappelijke denk- en werkwijzen' en wordt daarom hier niet verder uitgewerkt.

#### **4. Afstemming en samenhang tussen bètavakken**

##### 4.1. Per context:

*Interne samenhang:* Worden binnen een context verschillende examendomeinen bevraagd?

##### 4.2. Per vraag:

4.2.a. *Interne samenhang, biologie:* Wordt er verwezen naar / gebruik gemaakt van organisatieniveaus en/of systeemconcepten?

4.2.b. *Bèta-samenhang:* Wordt er gebruik gemaakt van in de syllabus beschreven voorwaardelijke kennis of vaardigheden uit andere bètavakken? [zie bijlage III, het gaat hier niet om de gedeelde bètaprofielvaardigheden]

4.2.b.1. Zo ja: Wordt er alleen aan gerefereerd, of is de vaardigheid / kennis nodig om de vraag op te lossen?

4.2.c. *natuurkunde:* Indien er van wiskunde gebruik gemaakt wordt: is er sprake van wiskunde als gereedschap of wiskunde als taal?

#### **2.2.4 Natuurwetenschappelijke denk- en werkwijzen**

Onder de natuurwetenschappelijke denk- en werkwijzen vallen de volgende gemeenschappelijke bètaprofielvaardigheden uit de examenprogramma's biologie, natuurkunde en scheikunde:

- onderzoeken (eindterm A5)
- ontwerpen (eindterm A6)
- modelvorming (eindterm A7)
- waarderen en oordelen (eindterm A8)

Daarnaast kan redeneren gezien worden als een natuurwetenschappelijke denkwijze. Naast het algemene natuurwetenschappelijk redeneren, vallen hier ook een aantal vakspecifieke denkwijzen onder, die in de vernieuwing een belangrijke rol spelen.

#### **5. Natuurwetenschappelijke denk- en werkwijzen**

##### 5.1. Per context:

*Denk- en werkwijzen (1):* In hoeverre wordt verwezen naar

- Onderzoeksactiviteiten (oz)
- Ontwerpactiviteiten (ow)
- Modelleeractiviteiten (m)

##### 5.2. Per vraag:

*Denk- en werkwijzen (2):* In hoeverre moet de kandidaat de volgende (deel)activiteiten uitvoeren

- Onderzoeks(deel)activiteiten
- Ontwerp(deel)activiteiten
- Modelleer(deel)activiteiten
- Waarderen en oordelen
- Redeneren, algemeen
- Redeneren vakspecifiek (zie bijlage VI)

## 2.2.5 Ontstaan en gebruik van natuurwetenschappelijke kennis

Mede naar aanleiding van het verdwijnen van ANW als verplicht vak, is het ontstaan en gebruik van natuurwetenschappelijke kennis opgenomen als vaardigheid in de nieuwe examenprogramma's. Het gaat bij het ontstaan van natuurwetenschappelijke kennis om de *nature of science*-kennis: kennis óver natuurwetenschap in tegenstelling tot kennis van natuurwetenschap. Bij het gebruik van natuurwetenschappelijke kennis gaat het om ethische kwesties, analytisch-kritisch denken en de wisselwerking tussen natuurwetenschap, technologie en samenleving.

### 6. Ontstaan en gebruik van natuurwetenschappelijke kennis

#### 6.1. Per vraag:

*Ontstaan van kennis:* In hoeverre wordt de kandidaat bevraagd over zijn/haar kennis óver natuurwetenschappelijke denk- en werkwijzen?

#### 6.2. Per vraag:

*Gebruik van kennis*

6.2.a. In hoeverre wordt verwezen naar ethische kwesties?

6.2.b. In hoeverre wordt van de kandidaat analytisch-kritisch denken gevraagd?

6.2.c. In hoeverre wordt in het examen verwezen naar de wisselwerking tussen natuurwetenschap en technologie, natuurwetenschap en samenleving of technologie en samenleving?

## 2.3 Dekking van de syllabus

In dit kader kijken we naar de aansluiting van het examen op de nieuwe syllabus. Dit wordt gedaan door per vraag te kijken welke vakkennis nodig is en welke handeling van de kandidaat verwacht wordt. Op grond van de benodigde kennis wordt vervolgens geanalyseerd bij welke (inhoudelijke) specificatie van de syllabus de vraag aansluit, op grond van de verwachte handeling wordt geanalyseerd op welke vaardigheden de vraag een beroep doet.

In de biologie- en scheikundesyllabi zijn beheersingsniveaus gedefinieerd voor de verschillende specificaties (zie bijlage 2.4). Op grond van de verwachte handeling worden daarom bij biologie en scheikunde ook de beheersingsniveaus geanalyseerd. Omdat vragen vaak bij meerdere specificaties aansluiten en de specificaties qua beheersingsniveaus altijd gelijk of lager zijn dan die van de eindterm, doen we deze analyse op eindterm-niveau. In de natuurkunde syllabi zijn geen beheersingsniveaus opgenomen, maar bij een aantal specificaties is wel de contextuele toepassing beperkt, dan wel het aantal denkstappen gemaximeerd tot twee (zie bijlage 2.4). Ook dit wordt meegenomen in de analyse.

### 7. Dekking van de syllabus

#### 7.1. Per vraag:

*Aansluiting op examenprogramma en syllabus*

7.1.a. Bij welke specificatie(s) sluit de vraag (o.g.v. de benodigde vakkennis) aan? Is deze aansluiting volledig (dwz wordt er niets gevraagd wat niet in de syllabus staat?)

7.1.b. Op welke vaardigheden doet de vraag een beroep?

7.1.c. (alleen sk en bi): Welke handeling wordt van de kandidaat verwacht / wat is het beheersingsniveau van de vraag

7.1.d. (alleen bio en sk): In hoeverre sluit die handeling aan op het beheersingsniveau uit de syllabus (zie bijlage 2.4)

7.1.e. (alleen na): Indien de vraag hoort bij een specificatie met een gemaximeerd aantal denkstappen of een contextbeperking: in hoeverre voldoet de vraag aan bij deze beperking?

## 2.4 Andere analyseresultaten

Ten slotte wordt de huidige analyse indien mogelijk gelegd naast resultaten van een aantal andere analyses die op de vernieuwde centrale examinering betrekking hebben, te weten:

- de resultaten van de CvTE vragenlijst over de nieuwe examens die onder docenten verspreid is;
- de resultaten van de vragen over schriftelijke toetsing uit de tussenmeting van het onderzoeksproject *Evaluatie invoering vernieuwde bèta-examenprogramma's* (Folmer et al., 2015);
- de resultaten van de NVON-examenbesprekingen, voor zover deze opmerkingen over het examen zelf bevatten (naast de details over de correctieprocedure).





# 3. Analyse biologie havo

Berenice Michels, Herman Schalk en Ange Taminiau

Dit hoofdstuk bevat de analyse van de eerste reguliere havo-examens biologie (eerste tijdvak) die afgenomen zijn volgens de eisen van het vernieuwde biologieprogramma. De examens zijn afgenomen in mei 2015 en mei 2016. De bijbehorende syllabi zijn beide vastgesteld in april 2014. De syllabi, de examens en de bijbehorende correctievoorschriften zijn te vinden op [www.examenblad.nl](http://www.examenblad.nl), de analysetabellen zijn opgenomen in een Excelbestand.<sup>7</sup>

## 3.1 Algemene informatie

Aan de hand van het analysekader zijn de examens biologie (eerste tijdvak) voor havo uit 2015 en 2016 geanalyseerd. Beide examens bestaan uit 42 vragen, verdeeld over negen (2015) en acht (2016) clusters. Tabel 3.1 beschrijft de verdeling van de vragen over clusters, vraagtype en aantal punten per vraag.

De biologie-examens bestaan uit clusters van vragen met elk een titel die het onderwerp aangeeft. De titel is over het algemeen niet biologisch, maar eerder prikkelend van aard. De clusters zijn niet genummerd. Het aantal vragen per cluster varieert van drie tot zeven vragen, vier of vijf vragen per cluster is het meest voorkomend. De clusters bevatten *bronnen* (grafisch weergegeven door een rand eromheen), *verbindende teksten* (losse alinea's voor of tussen vragen), *stamteksten* (teksten die direct voorafgaan aan een vraag) en *vragen* (de tekst vanaf het vraagnummer). Daarnaast zijn er *afbeeldingen* (schema's, tekeningen, foto's of diagrammen).

In de analyse definiëren we een *vraag* als de vraagtekst, aangevuld met (een deel van) de stamtekst, brontekst of verbindende tekst (als deze tekst noodzakelijk is om de vraag te begrijpen). We definiëren een *opgave* als alle informatie binnen een cluster van vragen met dezelfde titel, zie voorbeeld 1.

<sup>7</sup> Desgewenst kan dit bestand opgevraagd worden via de afdeling Advies en Onderzoek

Tabel 3.1: Aantallen opgaven, vragen en punten in de havo-examens biologie 2015 en 2016

Aantallen opgaven en vragen	2015	2016
aantal opgaven (met 3 – 4 – 5 – 6 – 7 vragen)	9 (1 – 3 – 3 – 2 – 0)	8 (0 – 1 – 5 – 1 – 1)
aantal vragen	42	42
aantal meerkeuzevragen (met 3 – 4 – 5 – 6 alternatieven)	22 (2 – 15 – 2 – 3)	21 (3 – 16 – 1 – 1)
aantal open vragen	20	21
<b>Aantallen punten</b>		
aantal punten	78	77
aantal vragen met maximumscore 1	6 (15%)	9 (21%)
aantal vragen met maximumscore 2	35 (83%)	31 (74%)
aantal vragen met maximumscore 3	1 (2%)	2 (5%)
gemiddeld aantal punten per vraag	1,9	1,8
aantal punten uit meerkeuzevragen	44 (56%)	42 (54%)
aantal punten uit open vragen	37 (44%)	35 (46%)
gemiddelde p-waarde alle vragen	59,3 <sup>8</sup>	56,1
gemiddelde p-waarde open vragen	61,4	54,6
gemiddelde p-waarde meerkeuzevragen	57,4 <sup>2</sup>	57,6
mediaan	61,0	56,5

Na afname is uit het examen van 2015 één vraag verwijderd (nr. 14). In het vervolg van deze analyse is die vraag niet meer meegenomen. Van de (resterende) 41 vragen van 2015 sluiten er 38 (93%) aan bij een of meer inhoudelijke examendomeinen (zie paragraaf 3.3). Van de 42 vragen van 2016 zijn dat er 41 (98%). De overige vragen sluiten niet aan op een inhoudelijk domein, maar wel op een van de vaardigheidssubdomeinen.

Voorbeeld 1 – 2015 opgave II

Het tweede cluster vragen heeft als titel 'Misschien is een gaatje in de dijk zo slecht nog niet' en gaat over de algenbloei in het Volkerak. In deze analyse heet dit cluster 'opgave II', de opgave omvat de vragen 6 t/m 11.

Deze opgave begint met een *verbindende tekst* ("In het kader ... kan veroorzaken"), gevolgd door een *bron*. De tekst 'In de tekst wordt een voedselweb beschreven', staat direct boven vraag 6 en fungeert dus als *starttekst* voor vraag 6. De opgave bevat ook twee *afbeeldingen* (genummerd: 2a en 2b).

<sup>8</sup> Vraag 14 is hierbij niet meegerekend, omdat iedere kandidaat daar automatisch alle punten voor heeft ontvangen.

## 3.2 Analyse op grond van vernieuwingskenmerken

De examens zijn geanalyseerd op de volgende vernieuwingskenmerken: de wisselwerking tussen concepten en contexten, de (wetenschappelijke) actualiteit en relevantie, afstemming en samenhang, natuurwetenschappelijke denk- en werkwijzen en het ontstaan en gebruik van natuurwetenschappelijke kennis.

### 3.2.1 Wisselwerking tussen concepten en contexten

De biologie-examens bestaan uit opgaven met daarbinnen vragen. Iedere opgave gaat over een onderwerp, dat als titel boven de opgave vermeld staat. De verschillende opgaven staan geheel los van elkaar. Daarom nemen we een opgave als de grootste analyse-eenheid waar het gaat om het werken met contexten en concepten.

#### 3.2.1.1 Toetsen in context

Per opgave is geanalyseerd in hoeverre er een of meer contexten in voorkomen en welke kenmerken die hebben. In het examen van 2015 zijn in totaal zestien contexten in negen opgaven onderscheiden, in dat van 2016 zijn dat er dertien in acht opgaven. Zie voorbeeld 2.

Het aantal vragen per context varieert van één tot zeven.

#### Voorbeeld 2 – 2015 opgave VI

Opgave VI gaat over slangengif. Binnen deze opgave zijn drie contexten onderscheiden. De eerste context gaat over Freek Vonk, die onderzoek doet naar de evolutie van giftige slangensoorten, waarbij opgemerkt wordt dat hun evolutionaire succes o.a. afhangt van hun giftanden. De vragen 24 en 25 horen bij deze context. Vraag 26 gaat ook over gifslangen, maar heeft niet meer met Freek Vonk en zijn onderzoek naar evolutie van giftige slangen te maken (dat wordt tenminste niet uit de tekst duidelijk). Het is een losstaande context over de werking van slangengif op mensen/prooidieren. Ten slotte gaat de laatste vraag weer over een andere context, nl. de relatie tussen een (gif)slang en een eveneens giftige pad.

Onder een context wordt een probleemstelling of een situatie verstaan. Er is voor elke context bekeken of er sprake is van een probleem dat opgelost moet worden of van een 'probleemloze' situatie.

In 2015 beschrijven op een context na (herfstrood) alle contexten een situatie en geen probleemstelling (zij bijlage 3.2 en 3.3). Ook is er in 2016 slechts een context die een probleemstelling in zich heeft (de tweede context in de opgave Appaloosa-vlekkenpatroon). Zie voorbeeld 3.

In 2016 staan in een opgave (IV) ook twee vragen (20 en 21) waarbij er eigenlijk géén sprake is van een context: er is geen probleemstelling of situatie aan gekoppeld. Desondanks is het als context IV.2 aangemerkt in de analyses.

#### Voorbeeld 3 – 2016 opgave I, context I.2

Opgave I gaat over paarden met een bepaald vlekkenpatroon op de vacht: het appaloosa-vlekkenpatroon. In de tweede context in deze opgave wordt een duidelijk probleem voor paardenfokkers geformuleerd: "Paardenfokkers willen graag weten of hun hengst hetero- of homozygoot is voor het gen voor het appaloosa-vlekkenpatroon. Dat is lastig te bepalen."

Later wordt de context gespecificeerd met één bepaalde paardenfokker en een onderzoeksinstituut (die echter niet bij name worden genoemd), een activiteit en een doel: "Een paardenfokker wil met zekerheid weten wat de genotypen zijn van zijn appaloosa hengst en diens nakomelingen. Hiervoor heeft hij een onderzoek laten doen door een gespecialiseerd onderzoeksinstituut."

Tabel 3.2: Aantallen en kenmerken van opgaven en contexten in de havo-examens biologie 2015 en 2016

Aantallen opgaven en contexten	2015	2016
aantal opgaven (met 1 – 2 – 3 contexten)	9 (4 – 3 – 2)	8 (4 – 3 – 1)
aantal contexten (met 1 – 2 – 3 – 4 – 5 – 6 – 7 vragen)	16 (6 – 3 – 3 – 1 – 1 – 2 – 0)	13 (3 – 2 – 4 – 0 – 2 – 1 – 1)
aantal contexten: probleemstelling – situatie	1 – 15	1 – 12
aantal handelingspraktijken	5	4

De vernieuwingscommissie biologie vond het belangrijk dat contexten zoveel mogelijk uitgewerkt werden als handelingspraktijken. Dat zijn contexten waarin de volgende aspecten te herkennen zijn: de deelnemers met hun expertise; de plaats waar de deelnemers binnen deze context handelen; de activiteiten die de deelnemers uitvoeren en het doel van deze activiteit(en) (syllabus biologie havo 2014, paragraaf 2.1.2). In 2015 kunnen vijf contexten als handelingspraktijk worden aangemerkt, in twee van deze contexten was de handelingspraktijk echter niet volledig beschreven (met alle vier genoemde componenten). In het examen van 2016 kunnen vier contexten als handelingspraktijk worden beschouwd, zie tabel 3.3. In voorbeeld 3 is één ervan beschreven.

Tabel 3.3: Contexten die worden aangemerkt als handelingspraktijk met hun kenmerken in de havo-examens biologie 2015 en 2016

context	deelnemer(s)	plaats	activiteit(en)	doel
2015 - I.1	ij als sollicitant verpleegkundige	sollicitatiegesprek	vragen beantwoorden	baan
2015 - II	leerlingen (deelcontext b)	omgeving van het Volkerak	onderzoek naar invloed temperatuur	pws
2015 - III.2	evolutiebiologen	Antarctica	meten aantal mutaties	vaststellen ouderdom fossiel
2015 - VI.1	Freek Vonk	-	onderzoek naar evolutie van giftige slangensoorten	-
2015 - VI.3	biologen	Azië	-	-
2016 - I.2	paardenfokkers / onderzoekers	fokkerij / onderzoeksinstituut	kruisen	bepalen homo/ heterozygotie; bepalen kans op miskraam
2016 - VI.1	analiste WU	Wageningen	celkweek	resistente aardappelplanten kweken
2016 - VII	Julika, Emily, Marleen, natuur- beschermers	Den Haag, Guatemala	scholierenwedstrijd, ontwerpen	regenwouden beschermen
2016 - VIII	boswachters	Strabrechtse heide	beheer na brand	biodiversiteit stimuleren

Het onderscheiden van contexten en het beslissen of er sprake is van een handelingspraktijk is soms lastig, getuige voorbeeld 4. In bijlage 3.2 en 3.3 zijn voor 2015 resp. 2016 overzichten opgenomen van alle contexten, zoals die in deze analyse zijn onderscheiden.

Voorbeeld 4 – 2016 opgave V

Opgave V in 2016 is in twee opzichten een lastige opgave om als context te benoemen. Deze opgave gaat over Freek (niet Freek Vonk) die iets aan zijn bier- c.q. alcoholconsumptie wil doen. De vijf vragen betreffen achtereenvolgens de energetische waarde van alcoholvrij bier, symptomen van een falende lever, verhoogde urineproductie na bierdrinken, effect van alcohol op de hersenen en de weg die een alcoholmolecuul aflegt van maag naar longen. Hoewel al deze vragen onder de noemer 'effecten van overmatig alcoholgebruik' geschaard kunnen worden, is het de vraag of hier sprake is van één context, d.w.z. één probleem of situatie, ondanks het feit dat al deze vragen aan één persoon, Freek, zijn opgehangen. Bij de eerste vraag gaat het namelijk over een opmerking van de vriendin van Freek over zijn buikomvang en bij de laatste twee vragen over een blaastest. Ondanks de twijfel is deze opgave als één context in de analyse meegenomen. Hij is echter niet als handelingspraktijk aangemerkt, omdat er geen sprake is van een duidelijke plaats, activiteit of doel.

Er is per vraag gekeken of er daadwerkelijk sprake is van toetsen-in-context, dat wil zeggen dat er een betekenisvolle interactie tussen vakinhoud en context is. Er wordt onderscheid gemaakt tussen twee vormen van betekenisvolle interactie:

- type 1: De vakinhoud geeft betekenis aan de context, wordt gebruikt om een in de context relevante vraag te beantwoorden. Om dit te operationaliseren is gekeken of het gaat om een vraag die in de gegeven context relevant is.
- type 2: De context helpt om de vakinhoud te verhelderen, om er betekenis aan te geven. Geeft het leerlingen een nieuwe blik op een vakbegrip?

Een vraag kan over beide vormen van betekenisvolle interactie tegelijk beschikken, één van beide of geen van beide. Een uitgebreidere uitleg over het verschil tussen deze twee type vragen, is te vinden in het analysekader (zie hoofdstuk 2).

In 2015 is bij veertien<sup>9</sup> van de 41 vragen sprake van de eerste vorm van betekenisvolle interactie tussen vakinhoud en context. Zie voorbeeld 5. In 2016 is dat bij 26<sup>10</sup> van de 42 vragen het geval.

Voorbeeld 5 – 2015 opgave VII, vraag 32

In vraag 32 moet de kandidaat uitleggen welke verandering in het bloedsuikergehalte na het gebruik van de EpiPen zal optreden en welke maatregel een diabetespatiënt daartegen kan nemen. Het betreft een contextvraag (over het gebruik van de EpiPen, o.a. voor diabetespatiënten). De context wordt verhelderd m.b.v. de vakinhoud die de kandidaat moet tonen.

In 2015 is bij zeventien<sup>11</sup> van de 41 vragen sprake van de tweede vorm van betekenisvolle interactie tussen vakinhoud en context. In 2016 is dat bij elf<sup>12</sup> van de 42 vragen geconstateerd. Zie voorbeeld 6.

<sup>9</sup> Bij een van deze vragen (nr. 20) is ook sprake van een type 2 interactie.

<sup>10</sup> Bij een van deze vragen (nr. 4) is ook sprake van type 2 interactie.

<sup>11</sup> Bij een van deze vragen (nr. 20) is ook sprake van een type 1 interactie, bij een andere vraag (vraag 38) is ook sprake van het ontbreken van wisselwerking voor een deel van de vraag.

<sup>12</sup> Bij een van deze vragen (nr. 4) is ook sprake van type 1 interactie.

Voorbeeld 6 – 2016 opgave II, vraag 7

In vraag 7 wordt de kandidaat gevraagd een voedselweb te tekenen aan de hand van de informatie in de tekst. Er is hier sprake van een vakinhoudelijke vraag, die m.b.v. de context wordt beantwoord. Daarmee geeft de context betekenis aan het begrip voedselweb.

In 2015 hebben elf van de 41 vragen weliswaar een connectie met de context, maar geen betekenisvolle interactie met die context. Eén vraag (nr. 38) heeft deels een interactie, deels niet. In 2016 is er bij zes van de 42 vragen geen betekenisvolle verbinding met de context. In veel gevallen is er wel sprake van een context die verhelderd wordt, maar dat gebeurt dan in de bron, in verbindende teksten of zelfs in de stam van de vraag. De vraag zelf levert geen verdere verheldering van de context en heeft dus ook geen interactie met die context. In andere vragen is de context wel nodig om vakinhoudelijke kennis te tonen, maar dit gebeurt niet betekenisvol: de betekenis van het vakconcept wordt niet verduidelijkt door de context. Er zijn ook vragen die vrijwel geheel los staan van de context, waarbij de context fungeert als kapstok of bruggetje naar de vraag, zie voorbeeld 7. Waar geen sprake is van een context (2016-IV.2) is uiteraard ook geen wisselwerking.

Voorbeeld 7 – 2015 opgave V, vraag 21 en 22

Opgave V start met een plaatje uit de film Jurassic Parc, waarin te zien is hoe een Brachiosaurus de toppen van hoge bomen kaal vreet. Geconstateerd wordt dat het niet waarschijnlijk is dat de Brachiosaurus zijn kop zo verticaal in de lucht zou steken omdat zijn hart dan het bloed zeven meter omhoog zou moeten pompen, waarvoor een enorme bloeddruk nodig is. Waarschijnlijk gebruikte de Brachiosaurus zijn lange nek om in de breedte de bodem af te grazen.

In de stam van vraag 21 wordt herhaald dat een heel hoge bloeddruk nodig zou zijn om de hersenen van de Brachiosaurus van bloed te voorzien als hij zijn hoofd omhoog zou steken. Daarvoor zouden aanpassingen van het hart nodig zijn. De kandidaat moet aangeven welke aanpassingen aan het hart zeker nodig zouden zijn om zo'n hoge bloeddruk te creëren.

De meeste informatie over en verheldering van de context vindt hier plaats in de verbindende tekst en in de stam van de vraag. Om de vraag te beantwoorden is de context niet nodig (de kandidaat moet weten dat de linkerkamer zuurstofrijk bloed het lichaam in pompt en dat om bloeddruk te verhogen meer spiermassa in die linkerkamer nodig is) en de context wordt ook niet verder verhelderd door het beantwoorden van de vraag.

In de stam van vraag 22 wordt de link gelegd naar de giraf die een twee maal zo grote bloeddruk heeft als de mens en die in zijn halsslagaders kleppen heeft om zijn hersenen van voldoende bloed te voorzien. Daarna wordt gevraagd naar de namen van de twee slagaders aan het begin waarvan bij de mens ook kleppen zitten.

Dit is een voorbeeld van een vraag die geheel los staat van de context. De context wordt hier gebruikt als kapstok of bruggetje naar de vraag (Brachiosaurus – hoge bloeddruk – giraf – kleppen – kleppen bij de mens).

Ook is beoordeeld of de context noodzakelijk is: kan de vraag ook beantwoord worden zonder de context? In 2015 is bij achttien van de 41 vragen de context niet nodig om de vraag te beantwoorden. Het betreft elf vragen waarin geen sprake is van interactie tussen context en concept en zeven vragen waarin weliswaar sprake is van een vorm van interactie (zes keer type 1 en één keer type 2), maar waarin de vraag ook zonder de context beantwoord kan worden.

In 2016 is veertien keer de context niet nodig om een vraag te beantwoorden. Zes keer is dat een vraag waarbij er geen sprake is van interactie tussen context en concept. Acht keer is er weliswaar wel sprake van interactie (drie keer type 1 en vijf keer type 2) maar kan de vraag ook zonder context beantwoord worden. In 2016 is er een opgave (IV Pretoogjes) waarbij alle vragen zonder de context te beantwoorden zijn. De context fungeert hier dus alleen als 'paraplu' over de vragen zonder verder een rol te spelen. Bij de laatste twee vragen is er, zoals eerder al opgemerkt, eigenlijk niet eens sprake van een context.

Voorbeeld 8 – 2015 opgave VIII, vraag 34 en 37

De stam van vraag 34 beschrijft een experiment waaruit blijkt dat een GZ-oplossing veel zoeter smaakt dan een even sterke sacharose-oplossing. In de vraag moet de kandidaat uitleggen waardoor dat komt. De vier meerkeuze antwoorden gaan over het zintuiglijke proces van proeven.

De vakinhoud wordt hier gebruikt om contextvraag (naar verschil GZ en suiker) te verhelderen, dus er is sprake van een type 1-vraag. Maar de vraag zou ook zonder deze context beantwoord kunnen worden.

In vraag 37 is een afbeelding gegeven van een niereenheid. De kandidaat moet aangeven welk proces het verhoogde natriumgehalte in het bloed veroorzaakt en daarbij kiezen tussen meer of minder actief transport en tussen vier verschillende delen in de niereenheid waar dit transport dan plaatsvindt.

De context (GT verhoogt de bloeddruk doordat de nieren ten gevolge van GT minder natrium afscheiden) wordt betekenisvol gebruikt om vakkennis te tonen, nl. waar en hoe de nieren natrium afscheiden. Er is dus sprake van type 2 interactie. Maar de vraag zou ook zonder deze context beantwoord kunnen worden a.d.h.v. de afbeelding van de niereenheid en de vier meerkeuze mogelijkheden.

Om te analyseren in hoeverre er sprake is van wendbaarheid, is gekeken naar examendomeinen die meer dan een keer getoetst worden in het examen. Dat zijn er zeven in 2015 en negen in 2016 (zie paragraaf 3.3.1). Van deze domeinen is gekeken in hoeverre ze in verschillende contexten terug komen. De resultaten staan in tabel 3.4.

Tabel 3.4. *Wendbaarheid - de verdeling van biologische subdomeinen over verschillende contexten in de havo-examens biologie in 2015 en 2016*

Subdomein	komt voor in ... vragen		verdeeld over ... contexten		fractie context : vraag	
	2015	2016	2015	2016	2015	2016
B2 Stofwisseling van de cel	7	9	4	6	0,57	0,67
B3 Stofwisseling van het organisme	11	7	7	3	0,64	0,43
B4 Zelfregulatie van het organisme	5	3	3	2	0,60	0,67
B5 Afweer van het organisme	1	2	1	2	-*	1,00
B7 Waarneming door het organisme	1	4	1	2	-*	0,50
B8 Regulatie van ecosystemen	4	9	4	3	1,00	0,33
C1 Zelforganisatie van cellen	-	-	-	-	-	-
D4 Interactie in ecosystemen	4	4	3	4	0,75	1,00
E4 Erfelijke eigenschap	4	5	2	3	0,50	0,60
F1 Selectie	-	3	-	3	-	1,00
F2 Soortvorming	4	2	3	2	0,75	1,00

\*: aangezien dit subdomein in dit examen maar één keer in één context voorkomt, is er geen sprake van wendbaarheid.

Voor bijna alle in de examens voorkomende subdomeinen geldt dat ze in een examen in meerdere contexten bevraagd worden.

De fractie context/vraag (de mate waarin verschillende vragen over hetzelfde subdomein zich in verschillende contexten afspelen, max = 1) is gemiddeld 0,69 in 2015 en 0,72 in 2016. Het gemiddelde ligt in 2015 voor de alle subdomeinen boven de 0,50; in 2016 zijn er ook lagere waarden van deze fractie.

### 3.2.1.2 Contexten in de examenprogramma's

In het examenprogramma wordt onderscheid gemaakt tussen leefwereld-, beroeps- en wetenschappelijke contexten. De leefwereldcontexten zijn het sterkst vertegenwoordigd, zeven keer onderscheiden in elk examen, zie tabel 3.5. In 2015 zijn er zes wetenschappelijke contexten, in 2016 een enkele. In 2015 is er één beroepscontext, in 2016 drie. In beide examens staan twee contexten die niet in een van deze categorieën onder te brengen zijn. Drie hiervan zouden het label 'maatschappelijk' kunnen krijgen, de vierde is eigenlijk geen context, er wordt direct naar vakinhoud gevraagd.



Tabel 3.5: *Categorieën contexten en contextgebieden in de havo-examens biologie in 2015 en 2016*

	2015	2016
<b>categorie</b>		
leefwereldcontext	7	7
beroepscontext	1	3
wetenschappelijke context	6	1
anders (maatschappelijk)	2	1
geen	-	1
<b>contextgebied</b>		
duurzaamheid	1	2
energie	-	-
gezondheid / gezondheidszorg	5	4
sport	-	2
voeding / voedselproductie	1	4
veiligheid	1	-
wereldbeeld	8	-
geen	-	1

In de eindtermen worden contextgebieden genoemd waarbinnen kandidaten de vakinhoud moeten kunnen toepassen. De genoemde gebieden gelden als minimale eis, ze zijn dus niet limiterend. De meeste contexten in de examens kunnen in die gebieden ondergebracht worden al zijn er ook grensgevallen te onderscheiden.

Voor de 79 (38 resp. 41) vragen uit beide examens die aansluiten bij een of meer inhoudelijke examendomeinen is gekeken in hoeverre het contextgebied van de context waar de vraag bij hoort, aansluit bij het contextgebied dat in de eindterm genoemd wordt. Bij 35 (vijftien resp. twintig) vragen (44%) is dat het geval. Dus bij meer dan de helft van de vragen valt de context waarbinnen de vraag gesteld wordt buiten het gebied waarop het examendomein minimaal betrekking heeft, zie voorbeeld 9. De vragen waarbij geen sprake is van aansluiting betreffen vooral vragen bij wetenschappelijke contexten op het gebied van wereldbeeld (elf), gevolgd door contexten op het gebied van gezondheid/gezondheidszorg (zes) en duurzaamheid (vijf).

Voorbeeld 9 – 2016 opgave I, vraag 1-4

De vragen gaan over de erfelijkheid van een bepaald vachtpatroon bij paarden en sluiten allemaal aan op examendomein E4 (Erfelijke eigenschap). In de eindterm wordt gesproken over het verklaren van het concept erfelijke eigenschap tenminste in contexten op het gebied van veiligheid en voedselproductie, de context betreft hier een beroepscontext die ingedeeld wordt in het contextgebied sport.

### 3.2.1.3 Taligheid van het examen

Van de open vragen in de examens moeten de meeste beantwoord worden met een of meer volledige zinnen. De andere open vragen kunnen beantwoord worden met losse begrippen, een citaat uit een bron, een getal (zie tabel 3.6).

Tabel 3.6: Taligheid van het examen - type antwoord dat gevraagd wordt in de havo-examens biologie in 2015 en 2016

type antwoord	2015	2016
volledige zin(nen)	12	11
los(se) begrip(pen)	5	5
citaat	1	1
grafisch	2	4
getal(len)	-	2

De gemiddelde p-waarde voor de vragen die met volzinnen moet worden beantwoord ligt lager dan die van de overige vragen (54,7 vs 63,4).

De totale examens omvatten in 2015 resp. 2016 ongeveer 5100 en 4750 woorden, waarvan ongeveer 150 woorden voor algemene teksten (titel, instructie; het precieze aantal hangt af van het al dan niet meetellen van bijvoorbeeld kop- en voetteksten, vraagnummers, etc.). De verhouding tussen vraagteksten, informatieteksten en losse context-teksten is voor iedere opgave geanalyseerd. De resultaten staan in tabel 3.7.

Tabel 3.7: Taligheid van het examen - verdeling aantal woorden over verschillende tekstcategorieën in de havo-examens biologie in 2015 en 2016

opgave	aantal woorden	% vragen <sup>13</sup>	% informatie	% losse context	
<b>2015</b>					
I	Verpleegkundige gevraagd	624	53	12	34
II	Misschien is een gaatje in de dijk zo slecht nog niet	729	48	17	34
III	Pinguïns de pineut	658	44	31	24
IV	Evolutie bij petunia-varianten	478	48	43	8
V	Jurassic Parc	463	47	2	51
VI	Slangengif	418	53	17	29
VII	EpiPen	494	33	31	34
VIII	Het zwarte goud	669	29	24	46
IX	Herfstrood	435	47	53	0
<b>totaal / gemiddeld</b>		<b>4968</b>	<b>44</b>	<b>25</b>	<b>30</b>
<b>2016</b>					
I	Appaloosa-vlekkenpatroon	584	51	36	10
II	Lichtjes in zee	637	46	37	14
III	Sushi	575	40	33	28
IV	Hoe ontstaan pretoogjes?	513	51	25	23
V	Biertje? Of toch maar niet?	513	50	19	29
VI	Betere aardappels door cisgenese	564	40	4	55
VII	De 'Biobag'	516	45	36	17
VIII	Ha fijn, er is een natuurgebied in de as gelegd!	663	38	13	48
<b>totaal / gemiddeld</b>		<b>4565</b>	<b>45</b>	<b>25</b>	<b>28</b>
<b>2015 en 2016 gemiddeld</b>		<b>4767</b>	<b>45</b>	<b>25</b>	<b>29</b>

<sup>13</sup> Let op, hier wordt iets anders met 'vragen' bedoeld dan alleen de tekst achter het vraagnummer, zie verder het analysekader.

Gemiddeld zijn de percentages van deze drie soorten tekst: 45%, 25% en 29%, dat is vrijwel gelijk bij beide examens. Er zijn grote verschillen door de examens heen. In drie opgaven is het percentage 'losse context' 10% of minder (Evolutie van Petunia's: 8%, Herfstrood: 0%, Appaloosa-vlekkenpatroon: 10%). In vier andere opgaven ligt het percentage van deze soort tekst rond de 50% (Het zwarte goud: 46%, Jurassic Park: 51%, Betere aardappels door cisgenese: 55%, Ha fijn, ...: 48%). Ook het percentage informatietekst varieert sterk. In Jurassic Park ligt dit percentage op 2% en in Herfstrood op 53%. Het percentage vraagtekst ligt bij de meeste opgaven rond of net onder de 50%. Bij EpiPen, Het zwarte goud, Betere aardappels, Biobag en Ha fijn, ... ligt dit percentage een stuk lager, 40% of (ruim) daaronder.

### **Vragen aan de Focusgroep**

Normering m.b.t. wisselwerking tussen contexten en concepten:

Komt de wisselwerking tussen concepten en contexten voldoende tot zijn recht in dit biologie examen? Wat zijn voorbeelden van een goede aansluiting op de beoogde vernieuwing? Wat behoeft verbetering?

Aspecten:

- contexten per opgave; vragen per context
- situatie of probleemstelling
- type interactie en noodzaak van de context
- soorten contexten (havo: vooral beroeps en leefwereld)
- contextgebieden
- onderlinge samenhang tussen vragen in een vragenserie binnen een context
- wendbaarheid

In hoeverre is de in het examen vereiste taalvaardigheid passend (geschikt, zinvol)?

- actieve taalvaardigheid: beantwoorden open vragen
- passieve taalvaardigheid: lezen van teksten (totaal aantal woorden, verdeling over vraagtekst, infotekst en losse context)

### **3.2.2 (Wetenschappelijke) actualiteit en relevantie**

Actualisering van de vakinhoud betreft bij biologie vooral epigenetica. Dat onderwerp komt in deze examens niet voor. Verder gaat het bij de vernieuwing van de inhoud om meer aandacht voor moleculaire processen (in drie vragen in 2015 en drie in 2016), voor dynamiek (vier in 2015, één in 2016) en voor wiskunde/statistiek (zat in vraag 2015, vraag 14, maar die is vervallen; verder in 2016, vragen 4 en 5). In totaal komt dus in 16% van de vragen (dertien van de 83) een vorm van vakinhoudelijke actualiteit terug. Zie voorbeeld 10.

Voorbeeld 10: 2015 opgave VIII, vraag 33 en 36

Vraag 33 gaat over een stofwisselingsproces waarbij melkzuur ontstaat, dit betreft een vraag naar moleculaire processen.

In vraag 36 moet de kandidaat aan de hand van een schematische afbeelding van de verwerking van GZ in het lichaam beschrijven wat het effect is van een tragere werking van de darm. Het gaat hier om het redeneren aan een dynamisch proces.

Vijf van de 29 contexten (17%) betreffen actuele onderwerpen, waarvan de actualiteit ook in de tekst duidelijk wordt. Het gaat om de context over het Volkerak (2015, context II), over de bedreigde adéliepinguïns (2015, context III.1), over Freek Vonk (2015, context VI.1), de zeevonkbloei (2016, context II) en de brand in een natuurgebied (2016, context VIII). Zie bijlage 3.2 en 3.3 voor een overzicht van de contexten.

Zoals aangegeven in de vorige paragraaf is in 53% van de vragen (44 van de 83) sprake van een type 1 interactie tussen vakinhoud en context. Dat wil zeggen dat de vakinhoud gebruikt wordt om de context te verhelderen, hetgeen bijdraagt aan de relevantie van de vragen.

Van twintig van de 29 contexten (69%) blijkt uit de tekst dat het gaat om relevante onderwerpen. In elf gevallen gaat het daarbij om individuele relevantie, in vijf gevallen om maatschappelijke relevantie en in vier gevallen om wetenschappelijke relevantie.

#### Voorbeeld 11

Bij contexten III.1 en III.2 uit 2016 gaan over het eten van sushi, de individuele relevantie is daarmee aangegeven.

In de omschrijving van de context over evolutiebiologen op Antarctica (2015 context III.2) staat 'de leefwijze van de adéliepinguïn maakt ze tot een interessant onderzoeksobject voor evolutiebiologen'. Hiermee wordt de wetenschappelijke relevantie aangegeven.

De beschrijving van de context over de Biobag (2016, context VII) maakt de maatschappelijke relevantie duidelijk: het gaat over een idee om in Guatemala houtkap te reduceren en de levensomstandigheden voor de plaatselijke bevolking te verbeteren.

#### **Vragen aan de Focusgroep**

Normering m.b.t. (wetenschappelijke) actualiteit en relevantie:

Komt de (wetenschappelijke) actualiteit en relevantie voldoende tot zijn recht in dit biologie examen? Wat zijn voorbeelden van een goede aansluiting op de beoogde vernieuwing? Wat heeft verbetering?

Aspecten:

- aantal relevante vragen-in-context (type 1)
- actualiteit vernieuwde biologische inhoud in vragen
- actualiteit van de contexten
- relevantie van de contexten

### 3.2.3 Afstemming en samenhang: intern en tussen de bètavakken

Voor de interne samenhang is gekeken naar de mate waarin verschillende onderdelen van de biologie binnen een context aan bod komen. Veertien van de 29 contexten (48%) gaan over meerdere subdomeinen uit het examenprogramma. Negen daarvan gaan ook over verschillende deelgebieden uit de biologie (fysiologie, genetica, ecologie en evolutie). Daarnaast is gekeken naar de aandacht voor organisatieniveaus en het gebruik van systeemconcepten. In de examens wordt geen expliciete aandacht besteed aan organisatieniveaus. Van de biologische systeemconcepten zelfregulatie, zelforganisatie, interactie, reproductie en evolutie komen de eerste en de laatste expliciet aan bod respectievelijk in het examen van 2016 (in één context met vier vragen) en in dat van 2015 (in drie contexten en één vraag).

In vijf vragen wordt gebruik gemaakt van de voorwaardelijke wiskunde kennis zoals beschreven in subdomein A8. Twee keer betreft dat het maken van een grafiek (2015, vraag 8 en 2016, vraag 36). En twee keer gaat het om rekenen; met verhoudingen in 2015, vraag 14 en het berekenen van de vergroting in een afbeelding in 2016, vraag 5. Vraag 14 uit 2015 is echter bij de beoordeling komen te vervallen (zie paragraaf 3.3). Eén vraag betreft het bepalen van een kans (2016, vraag 4).

In één vraag wordt gerefereerd naar scheikundige voorkennis. Het gaat om 2015, vraag 34, waarin een experiment wordt beschreven waarin twee oplossingen met elkaar vergeleken worden. Aangegeven is dat het gaat om oplossingen van 0,1 mol (hetgeen mol/liter had moeten zijn). Voor het beantwoorden van de vraag is de sterkte van de oplossingen verder niet van belang. In 2016 begeven twee vragen zich op moleculair niveau (34 en 35), maar is er geen scheikundige voorkennis waaraan expliciet gerefereerd wordt.

#### **Vragen aan de Focusgroep**

Normering m.b.t. afstemming en samenhang:

Komt de afstemming en samenhang (intern en tussen de bètavakken) voldoende tot zijn recht in dit biologie examen? Wat zijn voorbeelden van een goede aansluiting op de beoogde vernieuwing? Wat behoeft verbetering?

Aspecten:

- interne samenhang: binnen een context, organisatieniveaus, systeemconcepten
- wiskunde: aanwezigheid en/of toepassing
- sk/na: aanwezigheid en/of toepassing

#### **3.2.4 Natuurwetenschappelijke denk- en werkwijzen**

In negen van de 29 contexten (31%) wordt gerefereerd aan het doen van onderzoek. In zes vragen (7%) moet de leerling zelf een onderzoeksdeelactiviteit uitvoeren: het uiteenzetten van een onderzoeksaanpak (2016, vraag 29), het herkennen van een hypothese in een beschrijving van een onderzoek (2015, vraag 40), het verwerpen van hypothese(s) (2015, vraag 18), het verwerken van gegevens (2016, vraag 5) en het maken van een grafiek (2015, vraag 8; 2016, vraag 36).

De natuurwetenschappelijke werkwijzen 'ontwerpen' en 'modelleren' komen niet terug in de contexten of vragen.

De denkwijze 'waarderen en oordelen' komt in twee vragen voor, namelijk in 2015, vraag 19 waar de kandidaat met biologische argumenten moet onderbouwen waarom het gerechtvaardigd zou zijn om de twee *Petunia*-varianten als één soort aan te merken en waarom het gerechtvaardigd zou zijn om over twee soorten te spreken. En in 2016, vraag 30, die luidt: "Geef een ecologisch argument dat mensen gebruiken om zich tegen genetische modificatie te verzetten."

In 35 van de 83 vragen (42%) moet de kandidaat redeneren. Dit zijn deels open vragen waarbij de redenering gegeven moet worden, en deels meerkeuzevragen waarbij voor het maken van de keus een redenering noodzakelijk is. Een opmerking is hierbij echter op z'n plaats. In 2016 zijn er twee vragen (30 en 42) die beginnen met de constructie " Geef een ... argument dat ... gebruiken ...". Is hier sprake van vragen waarvoor een redenering nodig is, al dan niet vakspecifiek? Eigenlijk gaat het hier om het (re)produceren van een argument zonder dat er een complete redenering opgezet hoeft te worden waarbij argumenten gewogen worden dan wel ingezet om een standpunt te onderbouwen. Wij hebben ze daarom niet als redeneervragen beschouwd.

Negen van de 35 vragen betreffen een in het examenprogramma genoemde vorm van vakspecifiek redeneren, namelijk twee keer over vorm-functie, vier keer over ecologisch redeneren en drie keer over evolutionair redeneren. Systeendenken wordt niet gevraagd in deze examens.

**Vragen aan de Focusgroep**

Normering m.b.t. natuurwetenschappelijke denk- en werkwijzen en 'waarderen en oordelen':

Komen de natuurwetenschappelijke denk- en werkwijzen en de vaardigheid 'waarderen en oordelen' voldoende tot hun recht in deze biologie examens? Wat zijn voorbeelden van een goede aansluiting op de beoogde vernieuwing? Wat behoeft verbetering?

Aspecten:

- onderzoeken, ontwerpen, modelleren
- redeneren (algemeen en vakspecifiek)
- waarderen en oordelen
- bij alle aspecten: verwijzen naar versus actief toepassen

### 3.2.5 Ontstaan en gebruik van natuurwetenschappelijke kennis

In een vraag (2015 vraag 40, zoeken van een hypothese in een tekst) wordt gevraagd naar de kennis over een natuurwetenschappelijke denk- of werkwijze.

Verder zijn er in de examens geen voorbeelden gevonden m.b.t. het ontstaan van natuurwetenschappelijke kennis. Ook van het gebruik van natuurwetenschappelijke kennis in het kader van ethische kwesties of analytisch-kritisch denken zijn geen voorbeelden gevonden. De eerder geciteerde vraag over genetische modificatie (2016, vraag 30) kan met enige goede wil opgevat worden als een voorbeeld van de wisselwerking tussen natuurwetenschap, samenleving en technologie.

**Vragen aan de Focusgroep**

Normering m.b.t. ontstaan en gebruik van natuurwetenschappelijke kennis:

Komen het ontstaan en gebruik van natuurwetenschappelijke kennis voldoende tot hun recht in dit biologie examen? Wat zijn voorbeelden van een goede aansluiting op de beoogde vernieuwing? Wat behoeft verbetering?

Aspecten:

- ontstaan: vragen naar kennis óver natuurwetenschappelijke denk- en werkwijzen
- gebruik: vragen over, verwijzingen naar ethische kwesties, analytisch-kritisch denken, wisselwerking natuurwetenschap-samenleving-technologie.

### 3.3 Dekking van de syllabus

In deze paragraaf is de aansluiting van de vragen op de syllabus geanalyseerd. Het gaat daarbij zowel om inhoudelijke aansluiting (domeinen B t/m F), als om vaardigheden (domein A) en beheersingsniveaus (syllabus, par. 2.1.4). Per vraag is hiertoe gekeken welke biologische kennis nodig is en welke handeling van de kandidaat verwacht wordt. Op grond van de benodigde biologische kennis is onderzocht bij welke specificatie van de syllabus de vraag behoort, op grond van de verwachte handeling zijn het beheersingsniveau en de benodigde vaardigheden vastgesteld.

### 3.3.1 Dekking van de vakinhoud

In tabel 3.8 is de aansluiting van de vragen op de inhoudelijke domeinen van het examenprogramma weergegeven. Eén vraag (2015, vraag 24) hoort niet bij een subdomein, maar sluit wel aan op de domeinbeschrijving in de syllabus van domein B. Drie vragen in 2015 en zeven in 2016 horen bij twee subdomeinen en vier (resp. drie en één) vragen sluiten niet aan bij een inhoudelijk subdomein, maar uitsluitend op domein A.

Tabel 3.8: *Aanwezigheid van inhoudelijke subdomeinen uit het examenprogramma in de havo-examens biologie in 2015 en 2016*

Domein	Subdomein	2015		2016	
		vragen	punten	vragen	punten
B Zelfregulatie	B2 Stofwisseling van de cel	7	13	9	13
	B3 Stofwisseling van het organisme	11	20	7	11
	B4 Zelfregulatie van het organisme	5	9	3	3
	B5 Afweer van het organisme	1	1	2	3
	B7 Waarneming door het organisme	1	2	4	7
	B8 Regulatie van ecosystemen	4	9	9	11
C Zelforganisatie	C1 Zelforganisatie van cellen	-	-	-	-
D Interactie	D4 Interactie in ecosystemen	3	6	4	8
E Reproductie	E4 Erfelijke eigenschap	4	7	5	10
F Evolutie	F1 Selectie	-	-	3	6
	F2 Soortvorming	4	9	2	4

CE domeinen C1 en F1 (2015) komen niet voor, alle andere CE domeinen wel, met wisselende aandelen (zowel over de jaren als qua aantal vragen en aantal punten).

Per vraag is ook gekeken naar de aansluiting op de syllabus. De syllabus biologie bevat per eindterm specificaties en onder iedere specificaties een set 'deelconcepten'. In de syllabus is de volgende opmerking hierover opgenomen (p. 9):

"Bij ieder subdomein is per concept een opsomming van deelconcepten opgenomen waarop dit subdomein betrekking heeft. Deze deelconcepten geven aan tot op welk niveau en in welke mate van detail de kandidaat de stof moet beheersen. De deelconcepten hebben geen ander doel dan een niveauaanduiding: ze moeten noch gezien worden als een verplichte, noch als een volledige lijst van termen waarover vragen kunnen worden gesteld. In contexten kunnen nieuwe termen worden geïntroduceerd die in de context zelf worden toegelicht."

Bij 21 van de 83 vragen was sprake van biologische begrippen/kennis die nodig waren om de vraag te beantwoorden, die niet in de syllabus stonden<sup>14</sup> en die ook niet in de vraag werden toegelicht. In de meeste gevallen (acht) gaat het om onderdelen van biologische eenheden (bijvoorbeeld een cel, orgaan, orgaanstelsel), waarvan kennis over bouw, werking, functie wel in de syllabus is opgenomen. In deze gevallen staan een aantal onderdelen van de biologische eenheid expliciet in de syllabus genoemd, maar worden in het examen andere onderdelen bevraagd. In drie gevallen is er sprake van synoniemen: in de vraag wordt een ander begrip gebruikt dan in de syllabus, voor hetzelfde fenomeen (bloedsuikergehalte in plaats van glucoseconcentratie [2015, 32], sensorische zenuwcellen in plaats van gevoelszenuwcellen [2015, 34] en chlorofyl in plaats van bladgroen [2015, 39]).

<sup>14</sup> begrippen die niet in de syllabus staan, maar een samenstelling zijn van begrippen die wel in de syllabus staan zijn hier niet meegerekend (bijvoorbeeld: mutatiefrequentie, zintuigcel, longslagader, zeebacterie)

Voorbeeld 12 – 2015, opgave VIII vraag 34; 2016, opgave III, vraag 18 en 21

In vraag 34 van 2015 staan diverse gebruikte begrippen niet in de syllabus: actiepotentiaal, sensorische zenuwcellen, smaakpapillen. De vraag en deze begrippen sluiten aan op specificatie B4.3: bouw en werking van het zenuwstelsel en signaalverwerking.

In vraag 18 en 21 van 2016 worden de begrippen hoorvlies, glasachtig lichaam en harde oogrok gebruikt. Deze staan niet in de syllabus, maar sluiten wel aan bij B7.1.2: bouw van het oog.

In twee gevallen wordt aangesloten op het verder niet gespecificeerde deel van eindterm B3: benoemen op welke wijze stoornissen daarin (i.e. de stofwisseling van het organisme) kunnen ontstaan en op welke wijze deze kunnen worden aangepakt. De kandidaat wordt verondersteld kennis te hebben van het ontstaan en voorkomen van een hartinfarct en van de functie en werking van een pacemaker (2015 vragen 1 en 2).

In drie gevallen werd gevraagd naar of zonder toelichting gebruik gemaakt van begrippen die niet in de syllabus staan en waarbij het ook niet onder een van bovengenoemde categorieën gaat: de begrippen homozygoot, heterozygoot en kloon (2015 vraag 16, 2016 vraag 2) en het begrip koolstofassimilatie (2015 vraag 33).

In 2015, vraag 18 werd impliciet kennis verondersteld over het verschil tussen monohybride en dihybride kruisingen, terwijl dit niet in het havoprogramma zit.

In 2016 werd er bij twee vragen (33 en 42) impliciet of expliciet van uitgegaan dat de begrippen klassieke veredeling, successie en biodiversiteit bekend zijn, terwijl dat begrippen zijn die niet in de syllabus staan, maar bij de SE-subdomeinen C2, C3 of F3 passen.

Voorbeeld 13 – 2016, opgave VII vraag 33

De tropische regenwouden in Guatemala zijn economisch belangrijk als toeristische trekpleister. Ook vanuit ecologisch oogpunt is het belangrijk dat deze wouden behouden blijven.

Welke van de volgende uitspraken geeft dit ecologisch belang juist weer?

Als de omvang van de regenwouden kleiner wordt,

- A daalt het CO<sub>2</sub>-gehalte in de atmosfeer.
- B neemt de biodiversiteit af.
- C treedt in het resterende deel van de bossen minder snel successie op.
- D wordt de stikstofkringloop gesloten.

Dan zijn er ook twee vragen waarbij juist voorbijgegaan wordt aan in de syllabus gespecificeerde inhoud. In de stam van vraag 15 uit 2015 wordt uitgelegd wat 'niet-coderend DNA' is, terwijl dit begrip in de syllabus genoemd staat (C1.1). En in de aanvulling op het correctievoorschrift van 2015 wordt aangegeven dat alle kandidaten de volledige twee punten krijgen voor vraag 14 omdat deze op grond van de syllabus niet gesteld had mogen worden. Deze vraag sluit echter aan op vaardigheid A8.5 (rekenvaardigheid: rekenen met verhoudingen). Expliciete kennis van de methode 'merken en terugvangen' (wat voorheen in de syllabus stond en nu niet meer) is immers niet nodig om de vraag te beantwoorden.



### 3.3.2 Dekking van de vaardigheden

Ook voor de vaardigheden is geanalyseerd in hoeverre ze in het examen terugkomen, zie onderstaande tabel.

Tabel 3.9: *Aanwezigheid van vaardigheidssubdomeinen uit het examenprogramma in de havo-examens biologie in 2015 en 2016*

Subdomein	in CE	2015	2016
A1 Informatievaardigheden gebruiken	X	18	13
A2 Communiceren	X	12	8
A5 Onderzoeken	X	3	3
A6 Ontwerpen	X	0	0
A7 Modelvorming	X	0	0
A8 Natuurwetenschappelijk instrumentarium	X	11	7
A9 Waarderen en oordelen	X	1	1
A11 Vorm-functie denken	X	1	1
A12 Ecologisch denken	X	2	7
A13 Evolutionair denken	X	2	1
A14 Systeemdenken	X	0	0
A15 Contexten	X	13	30
A16 Kennisontwikkeling en -toepassing	X	1	1

Vaardigheid A1 (doelgericht informatie zoeken, beoordelen, selecteren en verwerken) wordt veel getest, namelijk bij iedere vraag waarbij de kandidaat informatie moet halen uit andere tekst dan de vraag zelf. Vaardigheid A2 (adequaat schriftelijk, mondeling en digitaal in het publieke domein communiceren over onderwerpen uit het desbetreffende vakgebied) komt strikt genomen niet voor omdat er geen sprake is van het publieke domein, maar wordt afgezien daarvan in alle vragen getoetst waarvoor een open antwoord met 'volzinnen' vereist is (zie paragraaf 3.2.1.3 taligheid).

Vaardigheid A5 (onderzoeken) komt zes keer aan bod. Van de tien beschreven subvaardigheden komen er drie aan bod (hypothese opstellen – in dit geval: herkennen, meetgegevens verwerken en conclusies trekken op grond van verzamelde data).

Vaardigheid A8 (natuurwetenschappelijk instrumentarium) komt uitgebreid aan bod, het gaat in 2015 dan op één uitzondering na in alle gevallen over het interpreteren van schema's en tekeningen. In een vraag moet de kandidaat zelf een grafiek tekenen. De subvaardigheid rekenkundige vaardigheden komt in elk examen één keer aan bod, maar in 2015 verviel die vraag uiteindelijk. De subvaardigheid technieken/apparaten komt niet aan bod.

De vaardigheid waarderen en oordelen (A9) komt in elk examen een keer voor. De kandidaten moeten in 2015 biologische argumenten verschaffen om te beoordelen of twee verschillende petunia's tot dezelfde of tot verschillende soorten behoren. In 2016 wordt een ecologisch argument gevraagd dat mensen kunnen gebruiken die tegen genetische modificatie zijn.

De biologische denkvaardigheid vorm-functiedenken (A11) komt ook in elk examen een keer voor, ecologisch denken (A12) en evolutionair denken (A13) komen respectievelijk vier en drie keer voor. In paragraaf 3.2.4 is al een opmerking gemaakt over de vragen 33 en 42 uit 2016: mag alleen het 'geven van een argument' als redeneren worden beschouwd? Als die vragen weliswaar niet als redeneervragen maar wel als uitdrukking van ecologisch denken worden beschouwd, komt het aantal vragen bij die vaardigheid op zes.

#### Voorbeeld 14

Ecologisch denken: 2015, opgave II vraag 11

De enorme bloei van blauwalgen [...] heeft uiteindelijk voor alle organismen in het Volkerak gevolgen. Waterplanten zullen sterven en al gauw drijven er ook dode vissen in het water.

- Verklaar waardoor waterplanten als gevolg van de bloei van blauwalgen sterven.
- Verklaar waardoor ook dieren zoals vissen en watervlooien als gevolg van de bloei van blauwalgen sterven.

Evolutionair denken: 2016, opgave III vraag 12

Tegenwoordig hebben veel bacteriën in de darmen van Japanners genen van de zeebacterie.

Leg uit hoe darmbacteriën met genen van de zeebacterie door natuurlijke selectie talrijk zijn geworden in de darmflora van Japanners.

De vaardigheid contexten (A15) gaat over het gebruiken van biologische concepten in beroeps- en leefwereldcontexten. Dit gebeurt in alle vragen in een beroeps- of leefwereldcontext, waarin interactie tussen de vraag en de context optreedt. In 2016 waren er veel meer van dergelijke contexten aanwezig in het examen, vandaar dat er in dat jaar een veel hogere score bij deze vaardigheid is.

De vaardigheid m.b.t. kennisontwikkeling en -gebruik (A16) wordt in elk examen even aangestipt. In 2015 kan het vragen naar een hypothese behalve als onderzoeksvaardigheid (A5) ook als zodanig gezien worden en kan de vraag over genetische modificatie in 2016 (vraag 30) met enige goede wil ook als uiting van A16 worden.

De vaardigheden ontwerpen (A6), modelvorming (A7) en systeemdenken (A14) komen in deze examens niet voor.

Van de 83 vragen hebben er 42 (51%) het beheersingsniveau benoemen (laagste niveau), 34 (41%) het beheersingsniveau verklaren (middelste niveau) en 7 (8%) het beheersingsniveau argumenteren (hoogste niveau). Opvallend is dat er in 2016 geen vragen van het hoogste beheersingsniveau zijn gesteld. De vragen om een argument te geven (2016, vraag 33 en 40) worden namelijk niet als 'argumenteren' gezien.

De beheersingsniveaus van de vragen zijn vergeleken met de voorgeschreven maximale beheersingsniveaus van de bijbehorende eindtermen. Bij elf vragen (13%, negen in 2015, twee in 2016) blijkt sprake van een hoger beheersingsniveau dan volgens het examenprogramma is toegelaten.

Voorbeeld 15 – 2015 opgave I, vraag 2 en 3

In vraag 2 moet de kandidaat verklaren waarom bij dotteren pijn op de borst kan ontstaan en bij vraag 3 moet hij/zij uitleggen waarom bij mensen die een hartinfarct hebben gehad, een pacemaker niet helpt.

Vragen 2 en 3 gaan beiden over subdomein B3: De kandidaat kan met behulp van de concepten orgaan, fotosynthese, ademhaling, vertering, uitscheiding en transport ten minste in contexten op het gebied van gezondheid en voedselproductie benoemen op welke wijze de stofwisseling van organismen verloopt en benoemen op welke wijze stoornissen daarin kunnen ontstaan en op welke wijze deze kunnen worden aangepakt.

Het beheersingsniveau van subdomein B3 is benoemen, het laagste niveau, maar in de vragen 2 en 3 moet de kandidaat een redenering opzetten (uitleggen, verklaren), hetgeen beheersingsniveau 2 is.

Overigens wordt in de syllabus over de beheersingsniveaus opgemerkt:

"Behalve de gebruikte handelingswerkwoorden geven ook de deelconcepten aan tot op welk niveau en in welke mate van detail de kandidaten de stof moeten beheersen. De moeilijkheidsgraad van een examenvraag wordt nader bepaald door de complexiteit van de contexten. Ook de in een vraag gebruikte examenwerkwoorden kunnen iets zeggen over het niveau van de vraag. Dit hoeft echter niet overeen te komen met de indeling in bovenstaande tabel. Zo kan een niveau 1-werkwoord binnen een complexe context een moeilijke vraag en kan een niveau 3-werkwoord in een recht toe recht aan vraag een makkelijke vraag opleveren."

**Vragen aan de Focusgroep**

Normering m.b.t. dekking van de syllabus:

Sluit het examen goed aan op het nieuwe examenprogramma en syllabus? Wat zijn voorbeelden van een goede aansluiting op de beoogde vernieuwing? Wat behoeft verbetering?

Aspecten:

- inhoudelijke aansluiting op examenprogramma
- inhoudelijke aansluiting op syllabus (ook in het licht van de toegevoegde alinea over deelconcepten)
- aansluiting m.b.t. vaardigheden
- aansluiting m.b.t. beheersingsniveaus (ook in het licht van de toegevoegde alinea hierover)



# 4. Analyse biologie vwo

Herman Schalk en Ange Taminiau

Dit hoofdstuk bevat de analyse van de eerste reguliere vwo-examens biologie (eerste tijdvak) die afgenomen zijn volgens de eisen van het vernieuwde biologieprogramma. De examens zijn afgenomen in mei 2016 en mei 2017. De bijbehorende syllabi zijn beide vastgesteld in april 2015. De syllabi, de examens en de bijbehorende correctievoorschriften zijn te vinden op [www.examenblad.nl](http://www.examenblad.nl), de analysetabellen zijn opgenomen in een Excelbestand.<sup>15</sup>

## 4.1 Algemene informatie

Aan de hand van het analysekader zijn de examens biologie (eerste tijdvak) voor vwo uit 2016 en 2017 geanalyseerd. Beide examens bestaan uit 38 vragen, verdeeld over zes, resp. vijf clusters. In tabel 4.1 staat de verdeling van de vragen over clusters, vraagtype en aantal punten per vraag.

De biologie-examens bestaan uit clusters van vragen met elk een titel die het onderwerp aangeeft. De titel is over het algemeen niet biologisch, maar eerder prikkelend van aard. De clusters zijn niet genummerd. In 2016 waren het zes clusters, in 2017 vijf. Het aantal vragen per cluster varieert van drie tot tien vragen, zes, zeven of acht vragen per cluster is het meest voorkomend. De clusters bevatten *bronnen* (grafisch weergegeven door een rand eromheen), *verbindende teksten* (losse alinea's voor of tussen vragen), *stamteksten* (teksten die direct voorafgaan aan een vraag) en *vragen* (de tekst vanaf het vraagnummer). Daarnaast zijn er *afbeeldingen* (schema's, tekeningen, foto's of diagrammen).

In de analyse definiëren we een *vraag* als de vraagtekst, aangevuld met (een deel van) de stamtekst, brontekst of verbindende tekst (als deze tekst noodzakelijk is om de vraag te begrijpen). We definiëren een *opgave* als alle informatie binnen een cluster van vragen met dezelfde titel, zie voorbeeld 1.

<sup>15</sup> Desgewenst kan dit bestand opgevraagd worden via de afdeling Advies en Onderzoek

Tabel 4.1: Algemene informatie: aantallen opgaven, vragen en punten in de vwo-examens biologie 2016 en 2017

Aantallen opgaven en vragen	2016	2017
aantal opgaven (met 3-4-5-6-7-8-9-10 vragen)	6 (0-0-0-1-2-1-0-1)	7 (1-1-0-1-0-2-1-0)
aantal vragen	38	38
aantal meerkeuzevragen (met 3-4-5-6 alternatieven)	16 (1-6-5-5)	11 (1-8-2-0)
aantal open vragen	22	27
<b>Aantallen punten</b>		
aantal punten	69	69
aantal vragen met maximumscore 1	8 (21%)	9 (24%)
aantal vragen met maximumscore 2	29 (76%)	27 (71%)
aantal vragen met maximumscore 3	1 (3%)	2 (5%)
gemiddeld aantal punten per vraag	1,9	1,8
aantal punten uit meerkeuzevragen	32 (46%)	22 (32%)
aantal punten uit open vragen	37 (54%)	47 (68%)
gemiddelde p-waarde alle vragen	60,6	57,3
gemiddelde p-waarde open vragen	63,4	59,7
gemiddelde p-waarde meerkeuzevragen	58,6	56,3
mediaan	60,0	58,0

Van de 38 vragen van 2016 sluiten er 35 (92%) aan bij een of meer inhoudelijke examendomeinen (zie paragraaf 4.3). Van de 38 vragen van 2017 zijn dat er 33 (87%). De overige vragen sluiten niet aan op een inhoudelijk domein, maar wel op een van de vaardigheidssubdomeinen.

Voorbeeld 1 – 2016 opgave III

Het derde cluster vragen heeft als titel *Onderzoek naar aneurysma's*. In deze analyse heet dit cluster 'opgave III', de opgave omvat de vragen 15 t/m 22.

Deze opgave begint met een *verbindende tekst* ("Genetici van vijf Nederlandse universiteiten hebben samen een erfelijke oorzaak gevonden voor ..."), gevolgd door een *bron*. De tekst "De wand van de aorta ...", staat direct boven vraag 15 en fungeert dus als *stamtekst* van vraag 15. De opgave bevat ook zeven *afbeeldingen* (genummerd: 1 tot en met 7).

## 4.2 Analyse op grond van vernieuwingskenmerken

De examens zijn geanalyseerd op de volgende vernieuwingskenmerken: de wisselwerking tussen concepten en contexten, de (wetenschappelijke) actualiteit en relevantie, afstemming en samenhang, natuurwetenschappelijke denk- en werkwijzen en het ontstaan en gebruik van natuurwetenschappelijke kennis.

### 4.2.1 Wisselwerking tussen concepten en contexten

De biologie-examens bestaan uit opgaven met daarbinnen vragen. Iedere opgave gaat over een onderwerp, dat als titel boven de opgave vermeld staat. De verschillende opgaven staan geheel los van elkaar. Daarom nemen we een opgave als de grootste analyse-eenheid waar het gaat om het werken met contexten en concepten.

#### 4.2.1.1 Toetsen in context

Per opgave is geanalyseerd in hoeverre er een of meer contexten in voorkomen en welke kenmerken die hebben. In het examen van 2016 zijn in totaal dertien contexten in zes opgaven onderscheiden, in dat van 2017 zijn dat er negen in vijf opgaven. Zie voorbeeld 2 en 3. Het aantal vragen per context varieert van één tot negen.

#### Voorbeeld 2 – 2017 opgave V

Opgave V in 2017 heeft als titel *Een bloedtransfusie voor je hond*. Het gaat over de hond Max die acute hemolytische anemie blijkt te hebben en daarvoor een bloedtransfusie krijgt. Daarbij is het bloedgroepsysteem van honden van belang. De vragen 29 t/m 32 en de vragen 35 t/m 38 gaan in op mogelijke behandelingen en risico's van de transfusie als Max' bloedgroep niet bekend is. De vragen 33 en 34 hebben de bloedgroepverdeling van honden in Brazilië als onderwerp en vallen daarmee buiten de context van Max.

Binnen opgave V worden dus twee contexten onderscheiden: V.1 over Max en V.2 over honden in Brazilië.

Onder een context wordt een probleemstelling of een situatie verstaan. Er is voor elke context bekeken of er sprake is van een probleem dat opgelost moet worden of van een 'probleemloze' situatie. In 2016 beschrijven tien contexten een situatie en drie een probleemstelling. Ook in 2017 zijn er drie contexten die een probleemstelling in zich hebben (zie bijlage 4.2 en 4.3). In het examen van 2016 staat één vraag (vraag 12) die geheel losstaat van de context van de omringende vragen. Ook in 2017 staan in een opgave (IV) ook een zevental vragen (21-27) waarbij er eigenlijk géén sprake is van een context: er is geen probleemstelling of situatie aan gekoppeld. Het is eigenlijk een serie losstaande vragen over fosfor/fosfaat in de stofwisseling. Desondanks zijn ze als context II.3 resp. IV.2 aangemerkt in de analyses.

#### Voorbeeld 3 – 2016, opgave I

In de opgave "Onderzoek naar de oorzaken van bijensterfte" worden vier contexten onderscheiden. Deze opgave gaat over de mogelijke oorzaken van bijensterfte. De acht vragen betreffen achtereenvolgens de omstandigheden die een bijenkorf voor varraomijten aantrekkelijk maken (1), de manier waarop het gewasbeschermingsmiddel imacloprid maisplanten beschermt (2,3), de werking van imacloprid op bijen (4, 5, 6) en een onderzoek om te achterhalen of imacloprid invloed heeft op de bijensterfte (7, 8).

Hoewel al deze vragen onder de noemer 'oorzaken van bijensterfte' geschaard kunnen worden, is hier geen sprake is van één context, d.w.z. één probleem of situatie, ondanks het feit dat al deze vragen aan één verschijnsel en bijna allemaal aan één stof, imacloprid, zijn opgehangen. De werking van imacloprid als gewasbescherming heeft niet (direct) iets met de bijensterfte te maken. Het achterliggende probleem (waardoor wordt die bijensterfte nou veroorzaakt?) wordt niet centraal gezet en er wordt niet naar een antwoord op die vraag toegewerkt.

Tabel 4.2: Aantallen en kenmerken van opgaven en contexten in de vwo-examens biologie in 2016 en 2017

Aantallen opgaven en contexten	2016	2017
aantal opgaven (met 1-2-3-4 contexten)	6 (3-0-2-1)	5 (1-4-0-0)
aantal contexten (met 1-2-3-4-5-6-7-8-9 vragen)	13 (5-2-2-2-0-1-0-0-1)	9 (1-3-0-0-2-1-1-1-0)
aantal contexten: probleemstelling – situatie	3-10	3-6
aantal handelingspraktijken	4	4

De vernieuwingscommissie biologie vond het belangrijk dat contexten zoveel mogelijk uitgewerkt werden als handelingspraktijken. Dat zijn contexten waarin de volgende aspecten te herkennen zijn: de deelnemers met hun expertise; de plaats waar de deelnemers binnen deze context handelen; de activiteiten die de deelnemers uitvoeren en het doel van deze activiteit(en) (syllabus biologie vwo 2014, paragraaf 2.1.2). Zowel in 2016 als in 2017 kunnen vier contexten als handelingspraktijk worden aangemerkt. Vaak (vijf van de acht) ontbreekt in de beschrijving echter de plaats van handeling, zie tabel 4.3. In voorbeeld 4 is een ervan beschreven.

Voorbeeld 4 – 2016 opgave II, context II.2

Opgave II gaat over een kweekproject voor duurzame tong in Zeeland. Na een losstaande vraag over de plaats van tong in een voedselweb (context II.1) volgt een concrete beschrijving van het project met plaats (Zeeland), deelnemers ('de initiatiefnemers'), activiteiten (kweken van tong en andere organismen) en doel (tot stand brengen van een duurzame kringloop).

Tabel 4.3: Contexten die worden aangemerkt als handelingspraktijk met hun kenmerken in de vwo-examens biologie in 2016 en 2017

context	deelnemer(s)	plaats	activiteit(en)	doel
2016 - I.4	onderzoekers		onderzoek doen	vaststellen of imidacloprid wel of geen effect heeft
2016 - II.2	initiatiefnemers	Zeeland	kweken van tong en andere organismen	tot stand brengen van een duurzame kringloop
2016 - III.3	jongen van 20, vaatchirurg		opereren	aneurysma voorkomen
2016 - VI	Joris, ouders, huisarts, KNO-arts		medisch onderzoek	leven draaglijk houden met syndroom van Kartagener
2017 - I	Bregje, huisarts		adviseren over blaasontsteking	diagnose en behandeling
2017 - III.2	jongetje, dr. Schuelke	UMC Berlijn	genetisch onderzoek	erfelijkheid ophelderen
2017 - IV.1	SaNiPhos	Pinkpop	urine inzamelen	fosfaat winnen
2017 - V.1	Sophia, Max, dierenarts Yin		diagnose en behandeling	genezing Max



Het onderscheiden van contexten en het beslissen of er sprake is van een handelingspraktijk is soms lastig, getuige voorbeeld 5. In bijlage 4.2 en 4.3 zijn voor 2016 resp. 2017 overzichten opgenomen van alle contexten, zoals die in deze analyse zijn onderscheiden.

Voorbeeld 5 – 2017 opgave V, context V.2

In de opgave *Een bloedtransfusie voor je hond* worden twee contexten onderscheiden (zie voorbeeld 2). De eerste, over Sophia, Max en de dierenarts Yin heeft duidelijke deelnemers, activiteiten en doel en is ondanks het ontbreken van een specifieke plaats als handelingspraktijk te beschouwen. Context V.2 kent ook deelnemers en plaats (onderzoekers van de universiteit van São Paulo) en activiteiten (onderzoeken van fenotypes), maar een duidelijk doel ontbreekt. Daarom is deze niet als handelingspraktijk aangemerkt, hoewel drie van de vier kenmerken aanwezig zijn.

Er is per vraag gekeken of er daadwerkelijk sprake is van toetsen-in-context, dat wil zeggen dat er een betekenisvolle interactie tussen vakinhoud en context is. Er wordt onderscheid gemaakt tussen twee vormen van betekenisvolle interactie:

- type 1: De vakinhoud geeft betekenis aan de context, wordt gebruikt om een in de context relevante vraag te beantwoorden. Om dit te operationaliseren is gekeken of het gaat om een vraag die in de gegeven context relevant is.
- type 2: De context helpt om de vakinhoud te verhelderen, om er betekenis aan te geven. Geeft het leerlingen een nieuwe blik op een vakbegrip?

Een vraag kan over beide vormen van betekenisvolle interactie tegelijk beschikken, één van beide of geen van beide. Een uitgebreidere uitleg over het verschil tussen deze twee type vragen, is te vinden in het analysekader.

In 2016 is bij 14<sup>16</sup> van de 38 vragen sprake van de eerste vorm van betekenisvolle interactie tussen vakinhoud en context. Zie voorbeeld 6. In 2017 is dat bij acht van de 38 vragen het geval.

Voorbeeld 6 – 2016 opgave V, vraag 30: type 1

In vraag 30 moet de kandidaat kiezen uitleggen waardoor een gebrekkige trilhaarwerking bepaalde (genoemde) luchtweginfecties tot gevolg heeft. Dit is een type 1 contextvraag, want de oorzaak-gevolgrelatie in de context wordt verhelderd m.b.v. de vakinhoud die de kandidaat moet tonen.

Ook van de tweede vorm van betekenisvolle interactie tussen vakinhoud en context is in 2016 bij 16<sup>17</sup> van de 38 vragen sprake. In 2017 is dat bij 21 van de 38 vragen geconstateerd. Zie voorbeeld 7.

Voorbeeld 7 – 2017 opgave V, vraag 32: type 2

In vraag 32 wordt de kandidaat gevraagd welk gezondheidsrisico rechtstreeks het gevolg kan zijn van een stolsel dat als gevolg van de bloedtransfusie ontstaat in de rechtersvoerpootader van de boxer Max. Daarmee geeft de context betekenis aan het begrip stolsel bij een bloedtransfusie.

<sup>16</sup> Bij een van deze vragen (nr. 29) is ook sprake van een type 2 interactie.

<sup>17</sup> Bij een van deze vragen (nr. 29) is ook sprake van een type 1 interactie.

In 2016 hebben tien van de 38 vragen weliswaar een connectie met de context, maar geen betekenisvolle interactie met die context. In 2017 is er bij negen van de 38 vragen geen betekenisvolle verbinding met de context. In veel gevallen is er wel sprake van een context die verhelderd wordt, maar dat gebeurt dan in de bron, in verbindende teksten of zelfs in de stam van de vraag. De vraag zelf levert geen verdere verheldering van de context en heeft dus ook geen interactie met die context. In andere vragen is de context wel nodig om vakinhoudelijke kennis te tonen, maar dit gebeurt niet betekenisvol: de betekenis van het vakconcept wordt niet verduidelijkt door de context. Er zijn ook vragen die vrijwel geheel los staan van de context, waarbij de context fungeert als kapstok of bruggetje naar de vraag, zie voorbeeld 8. Waar geen sprake is van een context (2016-II.3 en 2017-IV.2) is uiteraard ook geen wisselwerking.

Voorbeeld 8 – 2016 opgave II, vraag 9 en 12

Opgave II start met de introductie van het proefproject 'Zeeuwse Tong' waar onderzocht wordt of tong op een duurzame manier gekweekt zou kunnen worden. Daarna wordt een vereenvoudigd voedselweb uit de Noordzee gepresenteerd en wordt in vraag 9 gevraagd tot welke trofische niveaus de tong behoort.

De meeste informatie over en verheldering van de context vindt hier plaats in de verbindende tekst. Om de vraag te beantwoorden is de context niet nodig (de kandidaat moet weten hoe je informatie uit een voedselweb haalt) en de context wordt ook niet verder verhelderd door het beantwoorden van de vraag.

In de stam van vraag 12 worden mogelijke veranderingen in een aquatisch ecosysteem genoemd en de vraag is welke daarvan in het algemeen worden veroorzaakt door eutrofiëring.

Dit is een voorbeeld van een vraag die geheel los staat van de context. De context wordt hier gebruikt als kapstok of bruggetje naar de vraag (Noordzee – proefproject – kweekstelsel – eutrofiëring).

Omdat deze vragen los staan van de context over het proefproject zijn ze als aparte context onderscheiden (resp. II.1 en II.3).

Ook is beoordeeld of de context noodzakelijk is: kan de vraag ook beantwoord worden zonder de context? In 2016 is bij elf van de 38 vragen de context niet nodig om de vraag te beantwoorden. Het betreft acht vragen waarin geen sprake is van interactie tussen context en concept en drie vragen waarin weliswaar sprake is van een vorm van interactie (een keer type 1 en twee keer type 2), maar waarin de vraag ook zonder de context beantwoord kan worden. In 2017 is dertien keer de context niet nodig om een vraag te beantwoorden. Negen keer is dat een vraag waarbij er geen sprake is van interactie tussen context en concept. Vier keer is er weliswaar wel sprake van interactie (7, 14, 28: type 1; 32: type 2) maar kan de vraag ook zonder context beantwoord worden. Zie voorbeeld 9.

Voorbeeld 9 – 2017, opgave IV, vraag 28

Deze vraag is onderdeel van de opgave *Plasje op Pinkpop levert P*, refereert aan het ophalen van urine bij de bezoekers van het festival, waar behalve fosfor ook stikstof gewonnen kan worden. De vraag luidt dan: "Welke bacteriën kunnen daarbij voor de omzetting van ureum gebruikt worden?" Die vraag is met Binas te beantwoorden en ondanks het woordje 'daarbij' is de contextinformatie daar niet bij nodig.

Om te analyseren in hoeverre er sprake is van wendbaarheid, is gekeken naar examendomeinen die meer dan een keer getoetst worden in het examen. Dat zijn er zeven in 2016 en elf in 2017 (zie paragraaf 4.3.1). Van deze domeinen is gekeken in hoeverre ze in verschillende contexten terug komen. De resultaten staan in tabel 4. Voor de meeste van deze subdomeinen (alle zeven in 2016 en acht van de elf in 2017) geldt dat ze in meerdere contexten bevraagd worden.

In het examen van 2016 worden vijf subdomeinen één keer bevraagd en twee (C3 en D1) helemaal niet. In 2017 worden de subdomeinen D2 en F1 niet bevraagd en C3 één keer. De fractie context/vraag (de mate waarin verschillende vragen over hetzelfde subdomein zich in verschillende contexten afspelen, max = 1) is uitgerekend voor de subdomeinen waarbij sprake is van meer dan één vraag en meer dan één context. De waarde is gemiddeld 0,65 in 2016 en 0,77 in 2017.

*Tabel 4.4: Wendbaarheid - de verdeling van biologische subdomeinen over verschillende contexten in de vwo-examens biologie in 2016 en 2017*

Subdomein	komt voor in ... vragen		verdeeld over ... contexten		fractie context : vraag	
	2016	2017	2016	2017	2016	2017
B1 Eiwitsynthese	2	2	1*	1*	-	-
B2 Stofwisseling van de cel	6	5	5	3	0,83	0,60
B3 Stofwisseling van het organisme	8	6	4	4	0,50	0,67
B4 Zelfregulatie van het organisme	1*	3	1*	2	-	0,67
B5 Afweer van het organisme	5	4	2	3	0,40	0,75
B8 Regulatie van ecosystemen	3	4	2	2	0,67	0,50
C1 Zelforganisatie van cellen	1*	2	1*	1*	-	-
C3 Zelforganisatie van ecosystemen	-	1*	-	1*	-	-
D1 Moleculaire interactie	-	2	-	1*	-	-
D2 Cellulaire interactie	1*	-	1*	-	-	-
D5 Interactie in ecosystemen	4	2	4	2	1,00	1,00
E3 Reproductie van het organisme	4	2	2	2	0,50	1,00
F1 Selectie	1*	-	1*	-	-	-
F2 Soortvorming	1*	2	1*	2	-	1,00

\*: aangezien de vragen over subdomein in dit examen maar één keer in één context voorkomt/voorkomen, is er geen sprake van wendbaarheid.

#### 4.2.1.2 Contexten in de examenprogramma's

In het examenprogramma wordt onderscheid gemaakt tussen leefwereld-, beroeps- en wetenschappelijke contexten. Zoals verwacht voor vwo, zijn de wetenschappelijke contexten het sterkst vertegenwoordigd, gerekend over beide examens, zie tabel 4.5. In 2016 zijn er zes beroepscontexten, in 2017 een enkele. In 2016 is er één leefwereldcontext, in 2017 drie. In 2017 is er een context die niet in een van deze categorieën onder te brengen is, deze zou het label 'maatschappelijk' kunnen krijgen. Elk examen kent een serie vragen die eigenlijk geen context zijn, er wordt direct naar vakinhoud gevraagd.

Tabel 4.5: *Categorieën contexten en contextgebieden in de vwo-examens biologie in 2016 en 2017*

	2016	2017	
<b>categorie</b>			
leefwereldcontext	1	3	aantal keer genoemd in eindtermen
beroepscontext	6	1	
wetenschappelijke context	5	3	
anders (maatschappelijk)	-	1	
geen	1	1	
<b>contextgebied</b>			
duurzaamheid	2*	3	3
energie	-	-	1
gezondheid / gezondheidszorg	5	4	10
sport	-	1	1
voeding / voedselproductie	6	-	10
wereldbeeld	1	-	2
geen	1	1	

\*: Twee contexten begeven zich op het gebied van duurzaamheid én voedselproductie, zodat het totaal geen 13 maar 15 is.

In de eindtermen worden contextgebieden genoemd waarbinnen kandidaten de vakinhoud moeten kunnen toepassen. De genoemde gebieden gelden als minimale eis, ze zijn dus niet limiterend. De meeste contexten in de examens kunnen in die gebieden ondergebracht worden al zijn er ook grensgevallen te onderscheiden. De aantallen contexten uit de verschillende contextgebieden verschilt sterk tussen beide examens. Voeding en voedselproductie komt bijvoorbeeld zes keer voor in 2016 en geen enkele keer in 2017.

Voor de 69 (36 resp. 33) vragen uit beide examens die aansluiten bij een of meer inhoudelijke examendomeinen is gekeken in hoeverre het contextgebied van de context waar de vraag bij hoort, aansluit bij het contextgebied dat in de eindterm genoemd wordt. Bij 51 (32 resp. 19) vragen (74%) is dat het geval. Dus bij ongeveer een kwart van de vragen valt de context waarbinnen de vraag gesteld wordt buiten het gebied waarop het examendomein minimaal betrekking heeft, zie voorbeeld 10.

Voorbeeld 10 – 2016, opgave V, vraag 27-29

De vragen gaan over endosymbiose, een evolutionair onderwerp, hoewel de vragen zich op de fysiologische kant richten. De contextgebieden die in subdomein B2 genoemd worden, zijn gezondheid en voeding, de context betreft hier een wetenschappelijke context die ingedeeld wordt in het contextgebied wereldbeeld.

### 4.2.1.3 Taligheid van het examen

Van de open vragen in de examens moeten de meeste beantwoord worden met een of meer volledige zinnen. In 2016 is dat zelfs bij alle open vragen het geval. De andere open vragen kunnen beantwoord worden met losse begrippen, een citaat uit een bron of (de uitkomst van) een berekening. Een grafisch antwoord zoals dat in de havo-examens wel voorkomt, wordt in deze examens niet gevraagd, zie tabel 6.

Tabel 4.6: Type antwoord dat gevraagd wordt in de vwo-examens biologie in 2016 en 2017

Type antwoord	2016	2017
volledige zin(nen)	22	19
los(se) begrip(pen)	-	4
citaat	-	2
grafisch	-	-
getal(len)	-	2

De gemiddelde p-waarde voor de vragen die met volzinnen moet worden beantwoord ligt hoger dan die van de acht overige open vragen (57,8 vs 55,0).

In het examen van 2017 staan twee vragen (nr. 6 en 25) van een type dat nieuw is voor vwo, maar wel al eerder in een havo-examen gebruikt is: de kandidaat moet van een aantal begrippen/uitspraken aangeven of ze wel of niet aan een bepaald criterium voldoen (voorbeeld 11). De maximumscore is (in dit geval) één punt minder dan het aantal te classificeren begrippen/uitspraken. Dit vraagtype is dus een gesloten vraag (het aantal mogelijke antwoorden is beperkt;  $2^3 = 8$  bij drie begrippen,  $2^4 = 16$  bij vier, etc.), maar anders dan bij meerkeuzevragen zijn deelscores wel mogelijk. In tabel 6 zijn ze bij 'losse begrippen' meegeteld, in tabel 4.1 zijn ze bij de open vragen meegerekend.

Voorbeeld 11 – 2017, vraag 25 (maximumscore 2)

Structuren van plantaardige cellen zijn:

- 1 celmembraan
- 2 chromosomen
- 3 golgi-systeem

In welke van deze structuren zijn fosforhoudende organische verbindingen verwerkt? Zet de drie nummers onder elkaar op je antwoordblad en vermeld achter elk nummer of er in de betreffende structuur **wel** of **geen** fosforhoudende organische verbindingen verwerkt zijn.

De examens omvatten in totaal in 2016 resp. 2017 ongeveer 4500 en 3800 woorden<sup>18,19</sup>, waarvan ongeveer 150 woorden voor algemene teksten (titel, instructie; het precieze aantal hangt af van het al dan niet meetellen van bijvoorbeeld kop- en voetteksten, vraagnummers, etc.). De verhouding tussen vraagteksten, informatieteksten en losse context-teksten is voor iedere opgave geanalyseerd. De resultaten staan in tabel 4.7.

Gemiddeld zijn de percentages van deze drie soorten tekst: 41%, 30% en 28%. Er zijn grote verschillen door de examens heen. Het percentage 'losse context' varieert van 19 (De jungle ..) tot 44 (bijensterfte). Ook het percentage informatietekst varieert sterk. In Primaire en secundaire endosymbiose ligt dit percentage op 13% en in Een bloedtransfusie op 54%. Het percentage vraagtekst varieert eveneens, van 17 (gendoping) tot 66 (endosymbiose). Gemiddeld én in beide examens is de categorie vraagtekst weliswaar de grootste, maar minder dan de helft van het aantal woorden.

Tabel 4.7: *Taligheid van het examen, verdeling aantal woorden over verschillende tekstcategorieën in de vwo-examens biologie in 2016 en 2017.*

opgave		aantal woorden	% vragen <sup>20</sup>	% informatie	% losse context
<b>2016</b>					
I	Onderzoek naar oorzaken bijensterfte	944	27	29	44
II	Kweekproject voor duurzame tong	562	49	19	30
III	Onderzoek naar aneurysma's	1172	36	38	24
IV	De hygiëne-hypothese	374	28	51	22
V	Primaire en secundaire endosymbiose	404	66	13	21
VI	Leven met het syndroom van Kartagener	889	29	53	15
<b>totaal</b>		<b>4345</b>	<b>37</b>	<b>35</b>	<b>27</b>
<b>2017</b>					
I	Blaasontsteking	725	27	34	34
II	De jungle neemt netto koolstofdioxide op	492	65	15	19
III	Gespierder door gendoping	842	17	49	32
IV	Plasje op Pinkpop levert P	502	38	19	37
V	Een bloedtransfusie voor je hond	1087	25	54	20
<b>totaal</b>		<b>3648</b>	<b>45</b>	<b>25</b>	<b>28</b>
<b>2016 en 2017 gemiddeld</b>		<b>3997</b>	<b>41</b>	<b>30</b>	<b>28</b>

<sup>18</sup> Het aantal woorden tellen lijkt eenvoudig, maar is het niet. Word telt soms inhoud van kaders niet mee, soms wel. Alles (Ctrl-A) uit het pdf-bestand, dus ook kop- en voetteksten, paginanummers, pijltjes, getallen bij of in een diagram e.d., kopiëren naar Word levert voor het biologie examen van 2017 een bruto getal op van 4273. Nauwkeuriger telling (alleen tekst en ondertekeningen van figuren) komt op 3800.

<sup>19</sup> Ter vergelijking de brutogegevens van een aantal andere vwo examens 2017-I (allemaal 3-uurs examens, alles van bronnenboekjes, vragenboekjes en uitwerkbijlagen samengenomen): Nederlands: 7156 woorden; geschiedenis: 4662 woorden; scheikunde: 3355 woorden; natuurkunde: 3232 woorden; economie: 2980 woorden; aardrijkskunde: 2788 woorden.

<sup>20</sup> Let op, hier wordt iets anders met 'vragen' bedoeld dan alleen de tekst achter het vraagnummer, zie verder het analysekader.

### Vragen aan de Focusgroep

Normering m.b.t. wisselwerking tussen contexten en concepten:

Komt de wisselwerking tussen concepten en contexten voldoende tot zijn recht in deze biologie examens? Wat zijn voorbeelden van een goede aansluiting op de beoogde vernieuwing? Wat behoeft verbetering?

Aspecten:

- contexten per opgave; vragen per context
- situatie of probleemstelling
- type interactie en noodzaak van de context
- soorten contexten (vwo: vooral wetenschappelijke contexten, beroepscontexten waarvoor een wetenschappelijke opleiding is vereist en leefwereldcontexten)
- contextgebieden
- onderlinge samenhang tussen vragen in een vragenserie binnen een context
- wendbaarheid

In hoeverre is de in het examen vereiste taalvaardigheid passend (geschikt, zinvol)?

- actieve taalvaardigheid: beantwoorden open vragen
- passieve taalvaardigheid: lezen van teksten (totaal aantal woorden, verdeling over vraagtekst, infotekst en losse context)

#### 4.2.2 (Wetenschappelijke) actualiteit en relevantie

Actualisering van de vakinhoud betreft bij biologie o.a. epigenetica en RNA-interferentie. Het eerste onderwerp komt in deze examens niet voor, het tweede wordt expliciet aan de orde gesteld in de opgave Gespieder door gendoping. Verder gaat het bij de vernieuwing van de inhoud bij biologie om meer aandacht voor moleculaire processen en dynamiek. Voor de aantallen vragen zie tabel 4.8. In totaal komt in 22% van de vragen (17 van de 76) een vorm van inhoudelijke vernieuwing terug. Zie voorbeeld 12.

Tabel 4.8: Aantallen vragen waarin wetenschappelijke vernieuwing en relevantie zichtbaar is in de vwo-examens biologie in 2016 en 2017

	2016	2017
nieuwe vakinhoud	-	-
meer aandacht voor moleculaire processen	7	9
meer aandacht voor dynamiek	2	1

Voorbeeld 12

*Moleculaire processen:* 2017, vraag 4

*E. coli* kan in het anaerobe milieu van de blaas per NADH-molecuul minder energie vrijmaken dan onder aerobe omstandigheden.

Leg dit uit aan de hand van een gegeven in afbeelding 3.

*Dynamiek:* 2016, vraag 26

Leg uit hoe, volgens de hygiëne-hypothese, het toedienen van antibiotica tegen allerlei bacteriën in de eerste levensjaren kan bijdragen aan een allergische reactie van het immuunsysteem later in het leven.

Zeven van de 22 contexten (32%) betreffen actuele onderwerpen, waarvan de actualiteit ook in de tekst duidelijk wordt. Het gaat om de contexten over bijensterfte (2016, context I.1, I.3 en I.4), over een kweekproject voor tong (2016, context II.2), actueel onderzoek naar aneurysma's (2016, context III.1), de gendoping (2017, context III.2) en het verzamelen van urine bij Pinkpop (2017, context IV.1). Zie bijlage 4.2 en 4.3 voor een overzicht van de contexten.

Zoals aangegeven in de vorige paragraaf is in 29% van de vragen (22 van de 76) sprake van een type 1 interactie tussen vakinhoud en context. Dat wil zeggen dat de vakinhoud gebruikt wordt om de context te verhelderen, hetgeen bijdraagt aan de relevantie van de vragen.

Van elf van de 22 contexten (50%) blijkt uit de tekst dat het gaat om relevante onderwerpen. In drie gevallen gaat het daarbij om individuele relevantie, in acht gevallen (ook) om maatschappelijke relevantie en in één geval om wetenschappelijke relevantie. Zie voorbeeld 13.

#### Voorbeeld 13

Context I uit 2017 gaat over blaasontsteking, de individuele relevantie, in ieder geval voor vrouwen, is daarmee aangegeven.

In de omschrijving van de context over onderzoek naar aneurysma's (2016 context III.2) wordt duidelijk dat de het onderzoek veel nieuwe inzichten heeft opgeleverd. Hiermee wordt de wetenschappelijke relevantie aangegeven.

De beschrijving van de contexten over het kweekproject 'Zeeuwse Tong' (2016, contexten II.1 en II.2) maakt de maatschappelijke relevantie duidelijk: het gaat over een idee om op een duurzame manier om viscultuur te bedrijven.

#### **Vragen aan de Focusgroep**

Normering m.b.t. (wetenschappelijke) actualiteit en relevantie:

Komt de (wetenschappelijke) actualiteit en relevantie voldoende tot zijn recht in dit biologie examen? Wat zijn voorbeelden van een goede aansluiting op de beoogde vernieuwing? Wat behoeft verbetering?

Aspecten:

- aantal relevante vragen-in-context (type 1)
- actualiteit vernieuwde biologische inhoud in vragen
- actualiteit van de contexten
- relevantie van de contexten

#### 4.2.3 Afstemming en samenhang: intern en tussen de bètavakken

Voor de interne samenhang is gekeken naar de mate waarin verschillende onderdelen van de biologie binnen een context aan bod komen. Elf van de 22 contexten (50%) gaan over meerdere subdomeinen uit het examenprogramma. Negen daarvan gaan ook over verschillende deelgebieden uit de biologie (processen, fysiologie, genetica & evolutie en ecologie). Daarnaast is gekeken naar de aandacht voor organisatieniveaus en het gebruik van systeemconcepten. In 2016 wordt in één vraag (nr. 5) expliciete aandacht besteed aan organisatieniveaus. Van de biologische systeemconcepten zelfregulatie, zelforganisatie, interactie, reproductie en evolutie komt de laatste expliciet aan bod in het examen van 2016 (endosymbiose). De andere systeemconcepten zijn wel herkenbaar in beide examens, bijvoorbeeld zelfregulatie bij Blaasontsteking, zelforganisatie en interactie bij Gendoping, en reproductie bij Kartagener.



In 26 vragen wordt gebruik gemaakt van de kennis en vaardigheden zoals beschreven in subdomein A8. Dat gaat meestal (22 keer) om het lezen en interpreteren van schema's, diagrammen of andere afbeeldingen. Vier keer gaat het om wiskundige vaardigheden: analyseren van een formule of het maken van een (kans)berekening.

In één vraag wordt gerefereerd aan de scheikundige (voor)kennis. Het gaat om 2016, vraag 14, waar gevraagd wordt naar het belangrijkste bestanddeel van biogas. De vier stoffen die in de alternatieven staan, staan (bijna) allemaal bij de scheikundige voorkennis in de syllabus, maar het juiste antwoord staat ook bij de deelconcepten van eindterm B2.

In 2017 is een hele opgave en ook de titel ervan (Plasje op Pinkpop levert P) gewijd aan een element (fosfor) gaat dat niet in het rijtje bij de scheikundige voorkennis staat. Verder begeven sommige vragen zich wel op moleculair niveau, maar is er geen scheikundige voorkennis waaraan expliciet gerefereerd wordt.

#### **Vragen aan de Focusgroep**

Normering m.b.t. afstemming en samenhang:

Komt de afstemming en samenhang (intern en tussen de bètavakken) voldoende tot zijn recht in dit biologie examen? Wat zijn voorbeelden van een goede aansluiting op de beoogde vernieuwing? Wat behoeft verbetering?

Aspecten:

- interne samenhang: binnen een context, organisatieniveaus, systeemconcepten
- wiskunde: aanwezigheid en/of toepassing
- sk/na: aanwezigheid en/of toepassing

#### **4.2.4 Natuurwetenschappelijke denk- en werkwijzen**

In zeven van de 22 contexten (32%) wordt gerefereerd aan het doen van onderzoek. In zes vragen (8%) moet de leerling zelf een onderzoeksdeelactiviteit uitvoeren: het beschrijven van een proefopzet (2016, vraag 7), van een meetmethode (2016, vraag 8), het aangeven welke gegevens nog meer nodig zijn voor een betrouwbaar onderzoek (2017, vraag 12 en 33), het interpreteren van gegevens (2017, vraag 10) en het uitleggen dat een bepaald onderzoek bepaalde vraag (valide) kan beantwoorden (2016, vraag 32).

De natuurwetenschappelijke werkwijzen 'ontwerpen' en 'modelleren' komen niet terug in de contexten of vragen.

De denkwijze 'waarderen en oordelen' komt in twee vragen voor. Beide vragen (2016, vraag 13 en 2017, vraag 11) wordt de kandidaten gevraagd argumenten te geven (een van de deelaspecten van de denkwijze) voor het al dan niet duurzaam zijn van bepaalde maatregelen.

In 46 van de 76 vragen (61%) moet de kandidaat redeneren. Dit zijn deels open vragen waarbij de redentatie gegeven moet worden, en deels meerkeuzevragen, waarbij voor het maken van de keus een redentatie noodzakelijk is. Negen van die 46 vragen betreffen een in het examenprogramma genoemde vorm van vakspecifiek redeneren, namelijk een keer over vorm-functie, vier keer betreft het ecologisch redeneren en twee keer evolutionair redeneren; twee keer is sprake van systeemdenken.

### **Vragen aan de Focusgroep**

Normering m.b.t. natuurwetenschappelijke denk- en werkwijzen en 'waarderen en oordelen':

Komen de natuurwetenschappelijke denk- en werkwijzen en de vaardigheid 'waarderen en oordelen' voldoende tot hun recht in deze biologie examens? Wat zijn voorbeelden van een goede aansluiting op de beoogde vernieuwing? Wat behoeft verbetering?

Aspecten:

- onderzoeken, ontwerpen, modelleren
- redeneren (algemeen en vakspecifiek)
- waarderen en oordelen
- bij alle aspecten: verwijzen naar versus actief toepassen

## **4.2.5 Ontstaan en gebruik van natuurwetenschappelijke kennis**

Over de wetenschappelijke onderzoeksmethode is al in de vorige paragraaf iets gezegd.

Impliciet komen de begrippen betrouwbaarheid en validiteit aan de orde.

Verder zijn er in de examens geen voorbeelden gevonden m.b.t. het ontstaan van natuurwetenschappelijke kennis.

### **Vragen aan de Focusgroep**

Normering m.b.t. ontstaan en gebruik van natuurwetenschappelijke kennis:

Komen het ontstaan en gebruik van natuurwetenschappelijke kennis voldoende tot hun recht in dit biologie examen? Wat zijn voorbeelden van een goede aansluiting op de beoogde vernieuwing? Wat behoeft verbetering?

Aspecten:

- ontstaan: vragen naar kennis óver natuurwetenschappelijke denk- en werkwijzen;
- gebruik: vragen over, verwijzingen naar ethische kwesties, analytisch-kritisch denken, wisselwerking natuurwetenschap-samenleving-technologie.

## **4.3 Dekking van de syllabus**

In deze paragraaf is de aansluiting van de vragen op de syllabus geanalyseerd. Het gaat daarbij zowel om inhoudelijke aansluiting (domeinen B t/m F), als om vaardigheden (domein A) en beheersingsniveaus (syllabus, par. 2.1.4). Per vraag is hiertoe gekeken welke biologische kennis nodig is en welke handeling van de kandidaat verwacht wordt. Op grond van de benodigde biologische kennis is onderzocht bij welke specificatie van de syllabus de vraag behoort, op grond van de verwachte handeling zijn het beheersingsniveau en de benodigde vaardigheden vastgesteld.

### **4.3.1 Dekking van de vakinhoud**

In tabel 4.9 is de aansluiting van de vragen op de inhoudelijke domeinen van het examenprogramma weergegeven. Twee vragen in 2016 en twee in 2017 horen bij twee subdomeinen en zeven (resp. twee en vijf) vragen sluiten niet aan bij een inhoudelijk subdomein, maar uitsluitend op domein A. Zie voorbeeld 14.

De CE domeinen C1 en D1 komen in 2016 niet voor, D2 en F1 in 2017 niet. Alle andere CE domeinen wel, met wisselende aandelen waarbij de stofwisseling erg prominent aanwezig is.

Tabel 4.9: Aanwezigheid van inhoudelijke domeinen en subdomeinen uit het examenprogramma in de vwo-examens biologie 2016 en 2017

Domein	Subdomein	2016		2017	
		vragen	punten	vragen	punten
B Zelfregulatie	<i>hele domein</i>	25	45	24	43
	B1 Eiwitsynthese	2	4	2	3
	B2 Stofwisseling van de cel	6	10	5	9
	B3 Stofwisseling van het organisme	8	16	6	10
	B4 Zelfregulatie van het organisme	1	2	3	6
	B5 Afweer van het organisme	5	7	4	8
	B8 Regulatie van ecosystemen	3	6	4	7
C Zelforganisatie	<i>hele domein</i>	1	1	3	4
	C1 Zelforganisatie van cellen	1	1	2	3
	C3 Zelforganisatie van ecosystemen	-	-	1	1
D Interactie	<i>hele domein</i>	5	10	4	7
	D1 Moleculaire interactie	-	-	2	3
	D2 Cellulaire interactie	1	2	-	-
	D5 Interactie in ecosystemen	4	8	2	4
E Reproductie	E3 Reproductie van het organisme	4	6	2	4
F Evolutie	<i>hele domein</i>	2	3	2	4
	F1 Selectie	1	1	-	-
	F2 Soortvorming	1	2	2	4

Per vraag is ook gekeken naar de aansluiting op de syllabus. De syllabus biologie bevat per eindterm specificaties en onder iedere specificaties een set deelconcepten. In de syllabus is de volgende opmerking hierover opgenomen (p. 9): "Bij ieder subdomein is per concept een opsomming van deelconcepten opgenomen waarop dit subdomein betrekking heeft. Deze deelconcepten geven aan tot op welk niveau en in welke mate van detail de kandidaat de stof moet beheersen. De deelconcepten hebben geen ander doel dan een niveauaanduiding: ze moeten noch gezien worden als een verplichte, noch als een volledige lijst van termen waarover vragen kunnen worden gesteld. In contexten kunnen nieuwe termen worden geïntroduceerd die in de context zelf worden toegelicht."

Bij 14 van de 76 vragen (18%) was sprake van biologische begrippen/kennis die nodig waren om de vraag te beantwoorden, die niet in de syllabus stonden<sup>21</sup> en die ook niet in de vraag werden toegelicht, zie voorbeeld 14. Aan één van die begrippen is zelfs een hele opgave gewijd: endosymbiose.

Voorbeeld 14 – 2016, opgave I vraag 4; 2017, opgave III, vraag 16, 17 en 20

Van vraag 4 van 2016 en de inleiding erop staan diverse gebruikte begrippen niet in de syllabus: synapsspleet, depolarisatie, postsynaptisch membraan. De vraag en deze begrippen sluiten aan op specificatie B5.1: bouw en werking van het zenuwstelsel en signaalverwerking.

<sup>21</sup> Depolarisatie, primaire productie, lymfocyt, allergie, endosymbiose, trilharen, ECG, gewasbescherming, resistentie, knock-down, eiwitprofiel, fosfor/fosfaat, stoltsel, infarct, embolie.

### 4.3.2 Dekking van de vaardigheden

Ook voor de vaardigheden is geanalyseerd in hoeverre ze in het examen terugkomen, zie tabel 4.10.

Tabel 4.10: *Aanwezigheid van vaardigheidssubdomeinen uit het examenprogramma in de vwo-examens biologie in 2016 en 2017*

Subdomein	2016	2017
A1 Informatievaardigheden gebruiken	18	14
A2 Communiceren	22	19
A5 Onderzoeken	4	3
A6 Ontwerpen	-	-
A7 Modelvorming	-	-
A8 Natuurwetenschappelijk instrumentarium	12	14
A9 Waarderen en oordelen	1	1
A11 Vorm-functie denken	2	-
A12 Ecologisch denken	1	4
A13 Evolutionair denken	-	2
A14 Systeemdenken	3	-
A15 Kennisontwikkeling en -toepassing	1	2
A16 Contexten	17	15

Vaardigheid A1 (doelgericht informatie zoeken, beoordelen, selecteren en verwerken) wordt veel getest, namelijk bij iedere vraag waarbij de kandidaat informatie moet halen uit andere tekst dan de vraag zelf. Vaardigheid A2 (adequaat schriftelijk, mondeling en digitaal in het publieke domein communiceren over onderwerpen uit het desbetreffende vakgebied) komt strikt genomen niet voor omdat er geen sprake is van het publieke domein, maar wordt afgezien daarvan in alle vragen getoetst, waarvoor een open antwoord met volzinnen vereist is (zie paragraaf 4.2.1.3).

Vaardigheid A5 (onderzoeken) komt zeven keer aan bod (zie paragraaf 4.2.4). De vaardigheden A6 (ontwerpen) en A7 (modelleren) niet.

Vaardigheid A8 (natuurwetenschappelijk instrumentarium) komt uitgebreid aan bod, het gaat in de meeste gevallen het interpreteren van schema's, diagrammen en tekeningen. De subvaardigheid technieken/apparaten komt niet aan bod. De andere vragen betreffen wiskundige vaardigheden zoals rekenen met kansen (2016, vraag 38; 2017, vraag 31 en 33) en rekenen met formules (2017, vraag 36), terwijl deze niet in de specificaties staan.

De vaardigheid waarderen en oordelen (A9) komt in elk examen een keer voor. De kandidaten moeten in beide gevallen argumenten geven om het duurzame karakter van bepaalde maatregelen te onderbouwen.

De biologische denkvaardigheden vorm-functie-denken (A11), ecologisch denken (A12), evolutionair denken (A13) en systeemdenken (A14) komen respectievelijk twee, vier, drie en twee keer voor. Het bepalen of een vraag een beroep doet op zo'n vaardigheid is niet eenvoudig, omdat er geen specificatie van in de syllabus staat, noch is er ergens anders een hanteerbare omschrijving van te vinden. Soms is het wel duidelijk, soms verre van, zie voorbeeld 15.

#### Voorbeeld 15

*Vorm-functie denken:* 2016, opgave III, vraag 15

De wand van de aorta is anders samengesteld dan die van pre-capillaire slagadertjes. Dat verschil in bouw heeft te maken met de functie.

- Waarom is het van belang voor de functie van de aorta dat de wand relatief veel elastische vezels heeft?
- Waarom is het van belang voor de functie van pre-capillaire slagadertjes dat de wand relatief veel glad spierweefsel bevat?

*Ecologisch denken:* 2017, opgave II, vraag 11

Er wordt wel beweerd dat deze werkwijze, in het kader van klimaatverandering door het versterkt broeikas effect, een duurzame vorm van landbouw bedrijven is.

- Noteer een argument dat iemand kan gebruiken die het met deze bewering eens is.
- Noteer een argument van iemand die het daarmee oneens is.

*Evolutionair denken:* 2017, opgave I, vraag 7

Leg uit waardoor het niet afmaken van de kuur resistentie van E. coli- bacteriën in de hand zal werken.

*Systeemdenken:* 2016, opgave I, vraag 5

Beschrijf hoe blootstelling van honingbijen aan een lage dosis imidacloprid een negatief effect kan hebben:

- op een individuele bij;
- en daardoor op de bijenpopulatie;
- en daardoor op het ecosysteem waar de bij deel van uitmaakt.

De vaardigheid m.b.t kennisontwikkeling en -toepassing (A15) is hier geïnterpreteerd als o.a. kennis over de methoden van de natuurwetenschappen. Daarover is in paragraaf 4.2.4 al gemeld dat er drie vragen zijn die aan de begrippen betrouwbaarheid en validiteit van onderzoek raken.

De vaardigheid contexten (A16) gaat over het gebruiken van biologische concepten in beroeps- en leefwereldcontexten. Dit gebeurt in alle vragen in een beroeps- of leefwereldcontext, waarin interactie tussen de vraag en de context optreedt.

Van de 76 vragen hebben er 26 (34%) het beheersingsniveau benoemen (laagste niveau), 47 (62%) het beheersingsniveau verklaren (middelste niveau) en 3 (4%) het beheersingsniveau argumenteren (hoogste niveau). Het aantal vragen van het hoogste beheersingsniveau dus veruit in de minderheid. De examens bevatten een aantal vragen waarin de kandidaat een of meer argumenten moet geven voor of tegen een bepaalde bewering of keuze. Wij beschouwen dit echter niet als argumenteren, omdat er geen afweging van argumenten gemaakt hoeft te worden. Het geven van argumenten is weliswaar een noodzakelijke voorwaarde voor argumenteren, maar niet een voldoende voorwaarde.

De beheersingsniveaus van de vragen zijn vergeleken met de voorgeschreven maximale beheersingsniveaus van de bijbehorende eindtermen. Bij 55 vragen (71%, 25 in 2016, 30 in 2017) blijkt sprake van een lager beheersingsniveau dan in de eindterm, in zes resp. acht gevallen zelfs twee niveaus lager. Zie voorbeeld 16.

Voorbeeld 16 – 2016 opgave VI, vraag 31

In vraag 31 moet de kandidaat aangeven in welke (van vier genoemde) delen van de luchtwegen zich beweeglijke trilhaarcellen bevinden. Dit is het laagste beheersingsniveau.

Bijbehorende eindterm B3 begeeft zich op het middelste en hoogste beheersingsniveau: De kandidaat kan met behulp van de concepten orgaan, fotosynthese, ademhaling, vertering, uitscheiding en transport ten minste in contexten op het gebied van gezondheid en voedselproductie **verklaren** op welke wijze de stofwisseling van organismen verloopt en **beargumenteren** op welke wijze stoornissen daarin kunnen ontstaan en op welke wijze deze kunnen worden aangepakt.

Overigens wordt in de syllabus over de beheersingsniveaus opgemerkt:

"Behalve de gebruikte handelingswerkwoorden geven ook de deelconcepten aan tot op welk niveau en in welke mate van detail de kandidaten de stof moeten beheersen. De moeilijkheidsgraad van een examenvraag wordt nader bepaald door de complexiteit van de contexten. Ook de in een vraag gebruikte examenwerkwoorden kunnen iets zeggen over het niveau van de vraag. Dit hoeft echter niet overeen te komen met de indeling in bovenstaande tabel. Zo kan een niveau 1-werkwoord binnen een complexe context een moeilijke vraag opleveren en kan een niveau 3-werkwoord in een recht toe recht aan vraag een makkelijke vraag opleveren."

***Vragen aan de Focusgroep***

Normering m.b.t. aansluiting op de syllabus:

Sluit het examen goed aan op het nieuwe examenprogramma en syllabus? Wat zijn voorbeelden van een goede aansluiting op de beoogde vernieuwing? Wat behoeft verbetering?

Aspecten:

- inhoudelijke aansluiting op examenprogramma inhoudelijke aansluiting op syllabus (ook in het licht van de toegevoegde alinea over deelconcepten) en het ontbreken daarvan aansluiting m.b.t. vaardigheden
- aansluiting m.b.t. beheersingsniveaus (ook in het licht van de toegevoegde alinea hierover)

# 5. Analyse natuurkunde havo

Berenice Michels, Jos Paus en Erik Woldhuis

Dit hoofdstuk bevat de analyse van de eerste reguliere havo examens natuurkunde (eerste tijdvak) die afgenomen zijn volgens de eisen van het vernieuwde natuurkundeprogramma. De examens zijn afgenomen in mei 2015 en mei 2016. De bijbehorende syllabi zijn beide vastgesteld in april 2014. De examens en bijbehorende correctievoorschrift zijn te downloaden via [www.examenblad.nl](http://www.examenblad.nl) de analysetabellen zijn opgenomen in een Excelbestand<sup>22</sup>.

## 5.1 Algemene informatie

Aan de hand van het analysekader zijn de examens natuurkunde (eerste tijdvak) uit 2015 en 2016 geanalyseerd. Beide examens bestaan uit 27 vragen, verdeeld over vijf clusters. Het totaal aantal te behalen punten is 77 in 2015 en 79 in 2016, wat het gemiddeld aantal punten per vraag op 2,9 brengt. In beide examens zijn de twee-, drie- en vierpuntsvragen in de meerderheid. Het 2015 examen heeft twee (meerkeuze) eenpuntsvragen, het 2016 examen heeft er drie. Beide examens hebben één vijfpuntsvraag. Beide examens bestaan voor het merendeel (22 vragen) uit open vragen. De gesloten vragen hebben verschillende aantallen opties, variërend van drie, vier of vijf tot veel grotere aantallen. Het puntenpercentage afkomstig van gesloten vragen is 9% en 6% (in 2015 resp. 2016).

De natuurkunde-examens bestaan uit clusters van vragen met elk een titel, die het onderwerp aangeeft. De titel beschrijft beknopt (in één of enkele woorden) het onderwerp van het cluster. De clusters bevatten verbindende *teksten* (losse alinea's voor of tussen vragen), *stamteksten* (teksten die direct voorafgaan aan een vraag) en *vragen* (de tekst vanaf het vraagnummer). Daarnaast zijn er *figuren* (wat schema's, tekeningen, foto's of diagrammen kunnen zijn). Beide examens bevatten tekst in een kader. In het 2015 examen betreft dit een contextbeschrijving, in het 2016 examen bevatten de kaders (technische) gegevens die nodig zijn voor de beantwoording van de vraag.

Beide examens bestaan uit vijf clusters, de meeste clusters bevatten vijf vragen (2015: vier keer vijf vragen, één keer zeven vragen; 2016: drie keer vijf vragen, twee keer zes vragen)

In deze analyse definiëren we een *opgave* als alle informatie binnen een cluster van vragen met dezelfde titel.

Voorbeeld 1: opbouw van een cluster vragen

opgave 2015: I

Het eerste cluster vragen in 2015 heeft als titel 'Mürrenbaan' en gaat over de kabelbaan naar het dorpje Mürren (Zwitserland). In deze analyse heet dit cluster 'opgave I', de opgave bestaat uit de vragen 1 t/m 5.

Deze opgave begint met een *verbindende tekst* ("Aan de rand van de Zwitserse Alpen ... weer af"), direct gevolgd door een *vraag* (vraag 1). Bij de tekst staan twee *figuren* (genummerd). Direct na figuur 2 begint de *stamtekst* van vraag 2.

<sup>22</sup> Desgewenst kan het bestand opgevraagd worden via de afdeling Advies en Onderzoek

De 27 opgaven sluiten in 2016 allemaal aan op een of meer inhoudelijke examensubdomeinen (zie paragraaf 5.3 In het 2015 examen sluiten twee opgaven (25 en 26) niet aan op een inhoudelijk domein, maar wel op een van de vaardigheidssubdomeinen.

De gemiddelde p-waarde van de vragen in dit examen is 58,7 (in 2015) resp. 56,3 (in 2016). In bijlage 5.1 staan de p-waardes voor alle vragen. De gemiddelde p-waarde ligt voor gesloten vragen lager dan voor open vragen (50,0 v. 60,2 in 2015; 39,3 vs. 59,3 in 2016).

## 5.2 Analyse op grond van vernieuwingskenmerken

De examens zijn geanalyseerd op de volgende vernieuwingskenmerken: de wisselwerking tussen concepten en contexten, de (wetenschappelijke) actualiteit en relevantie, afstemming en samenhang, natuurwetenschappelijke denk- en werkwijzen en het ontstaan en gebruik van natuurwetenschappelijke kennis.

### 5.2.1 Wisselwerking concepten en contexten

De natuurkunde-examens bestaan uit verschillende opgaven die geheel los van elkaar staan. Daarom nemen we een opgave als grootste analyse-eenheid waar het gaat om het werken met contexten en concepten.

#### 5.2.1.1 Toetsen in context

Per opgave (tien in totaal voor 2015 en 2016 samen) is geanalyseerd in hoeverre er een of meerdere contexten in voorkomen en of dit situaties of probleemstellingen betreft. In totaal zijn in het 2015 examen acht contexten geïdentificeerd en in het 2016 examen zeven. De meeste opgaves (zes) bestaan uit een context, drie opgaven bestaan uit twee contexten en één opgave bevat drie contexten. Alle contexten beschrijven een situatie, geen probleemstelling.

Voorbeeld 2: opgave 2016: III

Opgave 3 gaat over een frituurpan. Binnen deze opgave zijn drie contexten gedefinieerd. De eerste context gaat over de frituurpan zelf, waarop een neonlampje zit dat brandt als de frituurpan is ingeschakeld. De achterliggende vraag bij deze context is 'hoe werkt de frituurpan, inclusief het inschakelen van dat neonlampje?' De vragen 13-15 zijn aan deze context gekoppeld. De tweede context gaat over Twan die de frituurpan onderzoekt en ontdekt dat bij het inschakelen van de pan, de spanning daalt. De achterliggende vraag is 'hoe is die daling te verklaren'. Bij deze context hoort vraag 16. Ten slotte is er nog een derde context in deze opgave, die niet meer over Twans onderzoek gaat en ook niet over de werking van de frituurpan: door veroudering zal de weerstand van de nichroomdraad van het verwarmingselement in de frituurpan toenemen. Achterliggende vraag hierbij is: 'wat is het effect daarvan op de frituurpan?' Vraag 17 gaat over deze context.

In bijlage 5.2 is een overzicht opgenomen van alle contexten, zoals die voor deze analyse zijn gedefinieerd.

In eerste instantie zijn alle vragen onder een context geschaard. Het aantal vragen per context varieert. Twee contexten bevatten één vraag (in ieder examen een context), vijf contexten omvatten twee of drie vragen en zeven contexten omvatten vier of meer (maximaal zeven) vragen.

Vervolgens is per vraag gekeken of er daadwerkelijk sprake is van toetsen-in-context, dat wil zeggen dat er (A) een betekenisvolle interactie tussen vakinhoud en context is en (B) de context nodig is om de vraag te beantwoorden. Bij (A) wordt onderscheid gemaakt tussen twee vormen van betekenisvolle interactie: (1) de vakinhoud geeft betekenis aan de context, verheldert deze de context of – andersom – (2) de context helpt om de vakinhoud te verhelderen, om er betekenis aan te geven. De resultaten van deze analyse staan in tabel 5.1.



Tabel 5.1: Toetsvragen in context in de havo-examens natuurkunde in 2015 en 2016

Toetsvragen in context	2015 (N=27)	2016 (N=27)	Totaal
A) Betekenisvolle interactie	13 (48%)	18 (67%)	31 (57%)
A1) vakinhoud verheldert context	9 (33%)	14 (52%)	23 (43%)
A2) context verheldert vakinhoud	4 (15%)	2 (7%)	6 (11%)
A1&2) beide vormen van interactie	0	2 (7%)	2 (4%)
B) Context noodzakelijk	14 (52%)	19 (70%)	33 (61%)
A én B) Toetsvraag-in-context	10 (37%)	15 (56%)	25 (46%)
Geen toetsvraag-in-context	17 (63%)	12 (44%)	29 (54%)
Wel interactie, context niet nodig (wel A, geen B)	3 (11%)	3 (11%)	6 (11%)
Geen interactie, context wel nodig (geen A, wel B)	4 (15%)	4 (15%)	8 (15%)
Geen interactie, context niet nodig (geen A, geen B)	10 (37%)	5 (19%)	15 (28%)

In het 2015 examen is in ongeveer de helft van de vragen sprake van een betekenisvolle interactie tussen vakinhoud en context (meest van type 1, de vakinhoud wordt gebruikt om de context te begrijpen). Ook is in ongeveer de helft van de vragen de context noodzakelijk om de vraag te beantwoorden. In 2016 liggen deze cijfers hoger: in twee derde van de vragen heeft de vakinhoud een betekenisvolle interactie met de context (weer vooral van type 1) en in drie kwart van de vragen is de context nodig om de vraag te beantwoorden. Ook het aantal vragen waarbij aan beide voorwaarden is voldaan en waarbij er dus sprake is van toetsing-in-context, ligt in 2016 hoger dan in 2015 (vijftien, resp. tien). In totaal is er in 46% van de vragen sprake van toetsing-in-context.

Voorbeeld 3: toetsen in context

2016: III – vraag 13

De context gaat over vrachtwagenchauffeurs die last hebben van trillingen van de motor, die via de stoel worden doorgegeven. Als oplossing voor het probleem wordt de chauffeursstoel op een veersysteem geplaatst.

In vraag 13 moet de kandidaat d.m.v. het interpreteren van een grafiek uitleggen of het veersysteem de problemen verminderd. In deze vraag is sprake van betekenisvolle interactie tussen vakinhoud en context: het interpreteren van de grafiek geeft antwoord op een context-vraag. Ook is de context noodzakelijk om de vraag te beantwoorden. Vraag 13 is dus een voorbeeld van toetsing in context

2015: IV – vraag 20

Ook vraag 20 van 2016 is een voorbeeld van toetsing in context. De context gaat erover dat Kangoeroes bekend staan om hun enorme sprongen en sprongkracht. In vraag 20 moet de kandidaat een tabel over zwaarte- en veerenergie tijdens een kangoeroesprong invullen. De context van de springende kangoeroe wordt gebruikt om kennis over energiebehoud en –omzettingen te tonen. De vraag kan niet zonder de context worden beantwoord.

De meeste vragen waarbij geen sprake is van toetsen in context zijn vragen waarbij geen interactie tussen de context en de vakinhoud aanwezig is en waarbij de context ook niet noodzakelijk is om de vraag te beantwoorden. Bij deze vragen fungeert de aanwezige context als een soort kapstok om vragen over bepaalde natuurkundestof aan op te hangen. In een aantal vragen is wel sprake van interactie tussen de context en de inhoud, maar de context is daarbij uiteindelijk niet nodig om de vraag te beantwoorden. In beide examens komt dat bij drie vragen voor.

In beide gevallen betreft het een context waarbij de ‘verborgen vraag’ neerkomt op het afleiden van technische gegevens over een object (2015: kabelbaan; 2016: fontein) uit andere gegevens. De derde categorie vragen waarbij niet in context wordt getoetst betreft vragen waarbij de context weliswaar nodig is om gegevens uit te halen, maar waarbij de vraag geen bijdrage levert aan het begrip van de context, of andersom.

Voorbeeld 4: Geen toetsen in context

2016: III – vraag 14

De context gaat over vrachtwagenchauffeurs die last hebben van trillingen van de motor, die via de stoel worden doorgegeven. Als oplossing voor het probleem wordt de chauffeursstoel op een veersysteem geplaatst.

In vraag 14 worden de eigenfrequentie van het systeem, de veerconstante en de massa van de chauffeur gegeven en wordt de kandidaat gevraagd de massa van de stoel te berekenen. Deze vraag heeft geen interactie met de context (het gaat niet over gezondheidsschade en hoe het veersysteem dat oplost) en kan ook zonder de context beantwoord worden. Er is geen sprake van toetsing in context, de context fungeert als kapstok om een vraag over massa-veersystemen aan op te hangen.

2015: I – vraag 3

Vraag 3 van 2015 is een voorbeeld van een vraag waarin wel sprake is van interactie tussen de vakinhoud en de context, maar waarbij de context niet nodig is om de vraag te beantwoorden. De context gaat over Anoeck die met een GPS metingen heeft verricht in een kabelbaantje bij Mürren. Deze gegevens kunnen gebruikt worden om een aantal (technische) gegevens van de kabelbaan te achterhalen (verborgen vraag), zoals bijvoorbeeld de hellingshoek van het baantje in vraag 3. Echter, om de vraag te beantwoorden is de context niet nodig: de grafiek en de bijgeleverde gegevens volstaan, het is niet relevant dat deze in het kabelbaantje in Mürren zijn gemaakt.

2016: V – vraag 22

De context gaat over het (elektrisch) verwarmen van wissels (hoe het werkt en hoeveel energie het kost). In vraag 22 moet de kandidaat het vermogen van het verwarmingselement berekenen. Dit levert niet meer inzicht in de context en de context verheldert ook niet wat bedoeld wordt met het vermogen van een verwarmingselement. Maar de context is nodig om te weten dat het element uit twee linten bestaat.

Om te analyseren in hoeverre er sprake is van wendbaarheid, is gekeken naar examendomeinen die meer dan een keer getoetst worden in een examen<sup>23</sup>. Van deze domeinen is per examen gekeken in hoeverre ze in verschillende contexten terug komen. De resultaten staan in tabel 5.2.

<sup>23</sup> Het is lastig goed zicht te krijgen op wendbaarheid in een examen. Het gaat er dan namelijk om of leerlingen stof moeten toepassen in een andere context dan waarin zij de stof hebben aangeleerd, terwijl uit het examen niet blijkt in welke context de stof is aangeleerd (hetgeen sowieso per leerling en docent verschilt). Daarom is hier gekozen voor deze operationalisering die in ieder geval wendbaar gebruik *binnen* het examen meet.

Tabel 5.2: *Wendbaarheid - de verdeling van natuurkundige subdomeinen over verschillende contexten in de havo-examens natuurkunde in 2015 en 2016*

Subdomein	2015		2016		Fractie
	komt voor in ... vragen	verdeeld over ... contexten	komt voor in ... vragen	verdeeld over ... contexten	
B1 Informatieoverdracht	0	0	3	1	0,33
B2 Medische beeldvorming	7	1	5	2	0,25
C1 Kracht en beweging	7	4	5	3	0,58
C2 Energieomzettingen	4	3	7	2	0,45
D1 Eigenschappen van stoffen en materialen	3	2	2	1	0,60
G1 Gebruik van elektriciteit	5	3	7	3	0,50
H natuurkunde en technologie	0	0	0	0	nvt

Het subdomein informatieoverdracht komt alleen in het 2016 examen voor en daar in één context. Alle andere subdomeinen komen in beide examens voor, de meeste subdomeinen komen in ieder examen in meerdere contexten voor, m.u.v. medische beeldvorming in 2015 en eigenschappen van materialen in 2016. De fractie context/vraag (de mate waarin verschillende vragen over hetzelfde subdomein zich in verschillende contexten afspelen, max = 1) is gemiddeld 0,45.

### 5.2.1.2 Contexten in de examenprogramma's

In het examen van 2015 zijn zeven van de acht contexten te classificeren als maatschappelijk en/of toepassingsgericht. Alleen de context over de sprongkracht van kangoeroes is wat theoretischer. In het examen van 2016 zijn vijf contexten maatschappelijk / toepassingsgericht en twee contexten theoretisch / onderzoeksgericht.

Geen van de gebruikte contexten sluit aan bij een van de contextgebieden uit het examenprogramma.

### 5.2.1.3 Taligheid van het examen

In tabel 5.3 is een overzicht gegeven van het soort antwoorden dat op de examens van de kandidaten verwacht wordt, om een uitspraak te kunnen doen over de actieve taligheid van het examen (de mate waarin leerlingen antwoord moeten geven met behulp van een of meer volledige zinnen).

Tabel 5.3: *Taligheid van het examen - type antwoord dat gevraagd wordt in de havo-examens natuurkunde in 2015 en 2016*

soort antwoord	2015			2016		
	aantal vragen	aantal	gem. p-waarde	aantal vragen	aantal punten	gem. p-waarde
alle open vragen	23	70	60,2	23	74	59,3
berekening / bepaling	16	51	65,3	19	63	57,1
formule / vergelijking	1	4	70	1	4	94
grafisch	1	4	41	0	0	--
<b>tekstueel</b>	<b>5</b>	<b>11</b>	<b>45,6</b>	<b>3</b>	<b>7</b>	<b>62</b>

In beide examens moet het grootste deel van de vragen beantwoord worden met een berekening en/of (numerieke) bepaling: in 2015 betreft het 16 van de 23 open vragen, in het 2016 examen gaat het om negentien van de 23 vragen. Het aantal vragen dat met een of meer zinnen beantwoord moet worden is vijf in 2015 en drie in 2016. De relatieve moeilijkheidsgraad laat een wisselend beeld zien: in 2015 werd relatief goed gescoord op de berekeningen (p-waarde hoger dan de gemiddelde p-waarde van het examen), en slecht op de vragen die met zinnen beantwoord moeten worden. 2016 laat een omgekeerd beeld zien wat de relatieve p-waardes betreft.

Het totale examen omvat in 2015 ongeveer 2100 woorden<sup>24</sup> (het precieze aantal hangt af van het al dan niet meetellen van bijvoorbeeld kop- en voetteksten, vraagnummers, etc.), in 2016 ongeveer 1900<sup>25</sup>. De verhouding tussen vraagteksten, informatieteksten en losse contextteksten is voor iedere opgave geanalyseerd. De resultaten staan in tabel 5.4.

Tabel 5.4: *Taligheid van het examen - verdeling aantal woorden over verschillende tekstcategorieën in de havo-examens natuurkunde in 2015 en 2016*

opgave		aantal woorden	% vragen	% informatie	% losse context
<b>Gemiddeld</b>		<b>390</b>	<b>33</b>	<b>49</b>	<b>12</b>
15-I	Mürrenbaan	371	27	43	19
15-II	Samarium-153	420	35	49	5
15-III	Frituurpan	361	40	54	0
15-IV	Kangoeroesprongen	361	42	48	9
15-V	Soliton	466	27	62	6
16-I	Radiumbad	479	30	45	24
16-II	Fontein van Genève	359	33	47	9
16-III	Trillingen vrachtwagen	377	35	35	24
16-IV	Elektrische auto	283	28	63	6
16-V	Wisselverwarming	421	32	44	20

Hoewel de percentages per opgave verschillen, geldt voor alle opgaven dat de meeste woorden gebruikt worden in informatietekst, gevolgd door vraagteksten en daarna context. Gemiddeld zijn de percentages van deze drie soorten tekst: 49% informatietekst, 33% vraagtekst en 12% context.

<sup>24</sup> Ter vergelijking de gegevens van een aantal andere havo examens 2015-I (allemaal 3-uurs examens, aantal woorden van bronnenboekjes en vragenboekjes samengenomen): Nederlands: 6678 woorden; biologie: 5108 woorden; geschiedenis: 3588 woorden; scheikunde: 3388 woorden; economie: 3363 woorden; aardrijkskunde: 2882 woorden.

<sup>25</sup> Ter vergelijking de gegevens van een aantal andere havo examens 2016-I (allemaal 3-uurs examens, aantal woorden van bronnenboekjes en vragenboekjes samengenomen): Nederlands: 7250 woorden; biologie: 4872 woorden; geschiedenis: 3574 woorden; scheikunde: 3113 woorden; economie: 2949 woorden; aardrijkskunde: 2836 woorden.

### **Vragen aan de Focusgroep**

Normering in focusgroep m.b.t. wisselwerking tussen contexten en concepten:

Komt de wisselwerking tussen concepten en contexten voldoende tot zijn recht in dit natuurkunde examen? Wat zijn voorbeelden van een goede aansluiting op de beoogde vernieuwing? Wat behoeft verbetering?

Aspecten:

- contexten per opgave; vragen per context
- situatie v. probleemstelling
- type interactie en noodzaak van de context
- wendbaarheid
- soorten contexten (havo: vooral maatschappelijk of toepassingsgericht)
- contextgebieden

In hoeverre is de in het examen vereiste taalvaardigheid passend (geschikt, zinvol)?

- actieve taalvaardigheid: beantwoorden open vragen;
- passieve taalvaardigheid: lezen van teksten (totaal aantal woorden, verdeling over vraagtekst, infotekst en losse context).

## **5.2.2 (Wetenschappelijke) actualiteit en relevantie**

Vernieuwing van de inhoud betreft voor natuurkunde nieuwe inzichten m.b.t. informatieoverdracht (subdomein B1.6); medische beeldvorming (B2.4); materie (D1.2, D1.4-D1.6); zonnestelsel en heelal (E1)<sup>26</sup>, opwekking, transport en opslag van elektrische energie (G1.4 en G1.5) en de wisselwerking tussen natuurkunde en technologie (H). In het 2015 examen gaan twee vragen over D1.6 (spanning-rekdiagrammen en elasticiteitsmodulus) en een vraag over B2.4 (medische beeldvorming).

Het 2016 examen bevat een vraag over nieuwe stof (energiedichtheid). In totaal komt dus in 7% van de vragen (vier van de 54) een vorm van vakinhoudelijke actualiteit terug.

Vijf van de vijftien contexten betreffen actuele onderwerpen, waarvan de actualiteit ook in de tekst duidelijk wordt. Het gaat in 2015 om de contexten over de Mürrenbaan (I.1), Samarium-153 (II) en de Soliton (V), in 2016 om de Elektrische auto en Wisselverwarming.

Zoals aangegeven in de vorige paragraaf is in 43% van de vragen (23 van de 54) sprake van een type 1 interactie tussen vakinhoud en context. Dat wil zeggen dat de vakinhoud gebruikt wordt om de context te verhelderen, hetgeen bijdraagt aan de relevantie van de vragen.

Van zes van de vijftien contexten (40%) blijkt uit de tekst dat het gaat om relevante onderwerpen. In drie gevallen gaat het daarbij om individuele relevantie, in twee gevallen om maatschappelijke relevantie en in een geval om wetenschappelijke relevantie.

<sup>26</sup> Dit onderwerp is onderdeel van de verlichtingsmaatregel en is als zodanig pas onderdeel van het CE vanaf 2017

Voorbeeld 5: relevantie van contexten

2016: III

De context gaat over het tegengaan van trillingen in vrachtwagens, relevant voor de chauffeurs.

2016: V

Een maatschappelijk relevante context over de energiekosten van wisselverwarming.

2015: IV

De context gaat over kangoeroesprongen. 'De speciale bouw van hun achterpoten' maakt aannemelijk dat het wetenschappelijk interessant is.

**Vragen aan de Focusgroep**

Normering m.b.t. (wetenschappelijke) actualiteit en relevantie:

Komt de (wetenschappelijke) actualiteit en relevantie voldoende tot zijn recht in dit natuurkunde examen? Wat zijn voorbeelden van een goede aansluiting op de beoogde vernieuwing? Wat behoeft verbetering?

Aspecten:

- actualiteit vernieuwde natuurkundige inhoud in vragen
- actualiteit van de contexten
- aantal relevante vragen-in-context (type 1)
- relevantie van de contexten

**5.2.3 Afstemming en samenhang: intern en tussen de bètavakken**

Voor de interne samenhang is gekeken naar de mate waarin verschillende onderdelen van de natuurkunde binnen een context aan bod komen. Zie tabel 5.5.

Tabel 5.5: *Interne samenhang, subdomeinen per context in de havo-examens natuurkunde in 2015 en 2016*

context	B1	B2	C1	C2	D1	G1	H	# SD	# D
2015: I.1			x	x				2	1
2015: I.2			x		x			2	2: CD
2015: II		x						1	1
2015: III.1						x		1	1
2015: III.2						x		1	1
2015: III.3						x		1	1
2015: IV			x	x	x			3	2: CD
2015: V			x	x		x		3	2: CG
2016: I.1		x						1	1
2016: I.2		x						1	1
2016: II.1				x		x		2	2: CG
2016: II.2			x					1	1
2016: III	x		x					2	2: BC
2016: IV			x	x		x		3	2: CG
2016: V				x	x	x		3	3: CDG

Acht van de vijftien contexten (53%) gaan over meerdere subdomeinen uit het examenprogramma: vier gaan over twee subdomeinen en vier over drie subdomeinen. Zeven daarvan gaan ook over verschillende domeinen (zes keer twee domeinen, één keer drie domeinen). Wanneer een context over meerdere domeinen gaat, is mechanica (domein C) er daar altijd één van.

In de meeste vragen moet gebruik worden gemaakt van een bepaalde vorm van voorgeschreven wiskundige (voor)kennis. In 2015 betreft het 67% van de vragen, in 2016 78%. Hanteren van formules (56%) en aflezen van diagrammen (22%) zijn de meest voorkomende wiskundige activiteiten, gevolgd door het rekenen met verhoudingen (13%) en het omrekenen van eenheden (11%). Zie tabel 5.6.

Tabel 5.6: Externe samenhang, het gebruik van wiskundige voorkennis in de havo-examens natuurkunde 2015 en 2016

wiskundige voorkennis	2015	2016	totaal	%
formules hanteren	13	17	30	56%
aflezen diagrammen	7	5	12	22%
rekenen met verhoudingen	2	5	7	13%
eenheden omrekenen	3	3	6	11%
rekenen met procenten	1	2	3	6%
rekenen met wortels	1	1	2	4%
bepalen steilheid		2	2	4%
oppervlakte cirkel bepalen		1	1	2%
gebruik maken van sinus	1		1	2%
grafisch ontbinden vectoren	1		1	2%
toepassen van $x^n$	1		1	2%
tekenen raaklijn		1	1	2%

#### Vragen aan de Focusgroep

Normering m.b.t. afstemming en samenhang:

Komt de afstemming en samenhang (intern en tussen de bètavakken) voldoende tot zijn recht in dit natuurkunde examen? Wat zijn voorbeelden van een goede aansluiting op de beoogde vernieuwing? Wat behoeft verbetering?

Aspecten:

- interne samenhang
- wiskunde

#### 5.2.4 Natuurwetenschappelijke denk- en werkwijzen

In drie van de vijftien contexten wordt gerefereerd naar het doen van onderzoek (twee keer in 2015, één keer in 2016), in één context (in 2016) naar modelleren. In twee vragen in het 2015 examen (vraag 16 en vraag 22) moet de leerling een onderzoekdeelactiviteit uitvoeren: een conclusie trekken op grond van gegevens. In één vraag (2015 – 14) moet de kandidaat een ontwerp-deelactiviteit uitvoeren, namelijk het leggen van een verband tussen natuurwetenschappelijke kennis en de eigenschappen van een ontwerp. In 2016 komen geen vragen aan bod waarbij een leerling een deelactiviteit uit onderzoeken, ontwerpen of modelleren moet uitvoeren.

Voorbeeld 6: onderzoeken, ontwerpen en modelleren in contexten en vragen

2015: IV – vraag 22

De context gaat over de pezen van kangoeroes, die als een veer werkt. In de tekst wordt verwezen naar een onderzoek aan zo'n pees om het rendement te bepalen. In vraag 22 moet de kandidaat op grond van die verzamelde gegevens een conclusie trekken over het rendement van de pees.

2015 – vraag 14

In vraag 14 moet de kandidaat uit een aantal stroomschema's kiezen welk stroomschema de schakeling van een frituurpan zou kunnen zijn. Hier is sprake van het leggen van een verband tussen natuurkundige kennis en de gegeven eigenschappen van de frituurpan.

2016: II.2

In de context wordt verwezen naar een model waarmee de beweging van een waterdruppel in de straal van de fontein wordt bestudeerd. De kandidaat hoeft zelf geen deelactiviteit van de vaardigheid modelleren uit te voeren.

In het 2015 examen zitten elf vragen waarin de kandidaat moet redeneren. Dit zijn deels open vragen waarbij de kandidaat een redenering moet opstellen, deels gesloten vragen en deels berekeningen waarin voor bepaalde denkstappen een redenering nodig is. In drie van deze redeneringsvragen is sprake van het redeneren met natuurkundige verbanden. In 2016 moet de kandidaat in veertien van de 27 vragen redeneren, waarbij in drie gevallen sprake is van het redeneren met natuurkundige verbanden. Werken met beredeneerde schattingen en ordes van grootte komt in beide examens niet voor.

Voorbeeld 7: redeneren

2015 – vraag 10

Gegeven is de activiteit in de loop van een aantal dagen van een radioactief medicijn in een flesje met een bekend volume. De kandidaat moet bepalen hoeveel medicijn de dierenarts op een bepaalde dag moet inspuiten, gegeven de benodigde hoeveelheid per kg en de massa van het dier. Om deze vraag op te lossen moet de kandidaat een aantal redeneringsstappen zetten in zijn berekening.

2015 – vraag 23 (redeneren met natuurkundige verbanden)

In vraag 23 is sprake van een magnesiumdraad die gebruikt wordt voor wisselverwarming. De kandidaat moet aangeven (mk) welke combinatie van lengte en doorsnede van de draad het grootste vermogen geeft. Hiervoor moet de kandidaat redeneren met het verband tussen draadweerstand, lengte en dwarsdoorsnede van een draad.

**Vragen aan de Focusgroep**

Normering m.b.t. natuurwetenschappelijke denk- en werkwijzen:

Komt de natuurwetenschappelijke denk- en werkwijzen voldoende tot zijn recht in dit natuurkunde examen? Wat zijn voorbeelden van een goede aansluiting op de beoogde vernieuwing? Wat behoeft verbetering?

Aspecten:

- onderzoeken, ontwerpen, modelleren
- redeneren (algemeen en vakspecifiek)



### 5.2.5 Ontstaan en gebruik van natuurwetenschappelijke kennis

In beide examens zijn geen voorbeelden gevonden van vragen over het ontstaan van natuurwetenschappelijke kennis. Ook van het gebruik van natuurwetenschappelijke kennis (analytisch-kritisch denken en wisselwerking tussen natuurwetenschap, samenleving en technologie) zijn geen voorbeelden gevonden.

#### **Vragen aan de Focusgroep**

Normering m.b.t. ontstaan en gebruik van natuurwetenschappelijke kennis:

Komt het ontstaan en gebruik van natuurwetenschappelijke kennis voldoende tot zijn recht in dit natuurkunde examen? Wat zijn voorbeelden van een goede aansluiting op de beoogde vernieuwing? Wat behoeft verbetering?

Aspecten:

- ontstaan: vragen naar kennis óver natuurwetenschappelijke denk- en werkwijzen
- gebruik: vragen over, verwijzingen naar analytisch-kritisch denken, wisselwerking natuurwetenschap – samenleving – technologie.

### 5.3 Dekking van de syllabus

Eerst is de aansluiting van de vragen op de syllabus geanalyseerd. Het gaat daarbij zowel om inhoudelijke aansluiting (domeinen B t/m F) als om de vaardigheden (domein A). Per vraag is hiertoe gekeken welke natuurkundige kennis nodig is en welke handeling van de kandidaat verwacht wordt.

Op grond van de benodigde natuurkundige kennis is onderzocht bij welke specificatie van de syllabus de vraag behoort, op grond van de verwachte handeling zijn de benodigde vaardigheden vastgesteld.

#### 5.3.1 Dekking van de vakinhoud

In tabel 5.7 is de aansluiting van de vragen op de inhoudelijke (sub)domeinen van het examenprogramma weergegeven. Voor 2015 geldt: twee vragen (vraag 25 en 26) sluiten niet aan op een inhoudelijk subdomein en twee vragen (vraag 22 en 23) horen bij twee subdomeinen. Voor 2016: één vraag sluit niet aan op een inhoudelijk subdomein (vraag 16) en drie vragen horen bij twee subdomeinen (vraag 17, 19 en 26).

Tabel 5.7: Aanwezigheid van inhoudelijke subdomeinen uit het examenprogramma in de havo-examens natuurkunde in 2015 en 2016

Domein	Subdomein	2015		2016	
		vragen	punten	vragen	punten
B Beeld- en geluidstechniek	B1 Informatieoverdracht	-	-	3	7
	B2 Medische beeldvorming	7	17	5	18
C Beweging en energie	C1 Kracht en beweging	7	24	5	10
	C2 Energieomzettingen	4	13	6	20
D Materialen	D1 Eigenschappen van stoffen en materialen	4	13	2	6
G Meten en regelen	G1 Gebruik van elektriciteit	5	13	0	0
H Natuurkunde en technologie	Natuurkunde en technologie	-	-	7	21

NB: subdomein E1 is in 2015 en 2016 uitgesloten.

Voorbeeld 8: vaardigheidsvraag  
2016 – vraag 16

Gevraagd wordt om de actieradius van de Twizy bij gemiddeld energieverbruik te berekenen. Wat de actieradius is, staat in de stam van de vraag beschreven. Hiervoor moet de kandidaat het inzicht hebben dat de actieradius berekend kan worden door de opslagcapaciteit van de accu te delen door het energieverbruik per km. Dit sluit niet direct aan op een inhoudelijke specificatie van de syllabus, maar vereist dat de kandidaat kan rekenen met verhoudingen (A12.1) en redeneren met natuurkundige verbanden (A15.3)

In de syllabus staat ook dat het streven is dat “50% van het totaal aantal scorepunten dat door de kandidaat behaald kan worden, afkomstig is van vragen waarbij voor de beantwoording een expliciete berekening noodzakelijk is.”

Tabel 5.8 geeft een overzicht van de mate waarin de examens voldoen aan dit streven.

Tabel 5.8: *Aanwezigheid van expliciete berekeningen in de havo-examens natuurkunde in 2015 en 2016*

	vragen met expliciete berekening		punten voor expliciete berekening	
	aantal	percentage	aantal	percentage
2015	15	56	49	64
2016	19	70	63	80

### 5.3.2 Dekking van de vaardigheden

Ook voor de vaardigheden die in het CE getoetst kunnen worden is geanalyseerd in hoeverre ze in de examens terugkomen, zie tabel 5.9.

Tabel 5.9: *Aanwezigheid van vaardigheidssubdomeinen uit het examenprogramma in de havo-examens natuurkunde 2015 en 2016*

Subdomein	vragen 2015	vragen 2016
A1 Informatievaardigheden gebruiken	4	11
A2 Communiceren	5	3
A5 Onderzoeken	2	0
A6 Ontwerpen	1	0
A7 Modelvorming	0	0
A8 Natuurwetenschappelijk instrumentarium	16	8
A9 Waarderen en oordelen	0	0
A10 Kennisontwikkeling en -toepassing	0	0
A11 Technisch-instrumentele vaardigheden	0	0
A12 Rekenkundige en wiskundige vaardigheden	18	18
A13 Vaktaal	26	22
A15 Kwantificeren en interpreteren	4	1

Vaardigheid A1 (doelgericht informatie zoeken, beoordelen, selecteren en verwerken) wordt in 2015 vier keer getest, in 2016 elf keer. Het gaat hierbij om vragen waarbij de kandidaat informatie moet halen uit een tekst die niet in, of direct voor de vraag staat, of waarbij de kandidaat informatie in Binas moet opzoeken. Vaardigheid A2 (adequaat schriftelijk, mondeling en digitaal in het publieke domein communiceren over onderwerpen uit het desbetreffende vakgebied) komt strikt genomen niet voor omdat er geen sprake is van het publieke domein, maar wordt afgezien daarvan in alle vragen getoetst, waarvoor een open antwoord met volzinnen vereist is (zie paragraaf 5.2.1.3).

Vaardigheid A5 (onderzoeken) en A6 (ontwerpen) komen twee resp. één keer aan bod in 2015, zie paragraaf 5.2.4. Vaardigheid A8 (natuurwetenschappelijk instrumentarium) komt uitgebreid aan bod. Het gaat dan over het halen van informatie uit grafieken en tabellen (in het examen) of het interpreteren van schema's en tekeningen. In een vraag moet de kandidaat zelf een grafiek tekenen. De vaardigheden A12 en A13 komen veelvuldig aan bod. Vaardigheid A15 komt in 2015 vier keer voor, in 2016 twee keer, het gaat in alle gevallen om het redeneren met verbanden (zie paragraaf 5.2.4).

De vaardigheden modelvorming (A7), waarden en oordelen (A9), kennisontwikkeling en –toepassing (A10) en technisch-instrumentele vaardighedensysteemdenken (A11) komen in deze examens niet voor.

**Vragen aan de Focusgroep**

Normering m.b.t. dekking van de syllabus:

Sluit het examen goed aan op het nieuwe examenprogramma en syllabus? Wat zijn voorbeelden van een goede aansluiting op de beoogde vernieuwing? Wat behoeft verbetering?

Aspecten:

- inhoudelijke aansluiting op examenprogramma
- inhoudelijke aansluiting op syllabus (ook m.b.t. percentage punten / vragen met expliciete berekening)
- aansluiting m.b.t. vaardigheden



# 6. Analyse natuurkunde vwo

Erik Woldhuis en Jos Paus

Dit hoofdstuk bevat de analyse van de vernieuwingskenmerken in de eerste twee reguliere vwo-examens natuurkunde (eerste tijdvak) afgenomen volgens de eisen van het vernieuwde natuurkundeprogramma. De examens zijn afgenomen in mei 2016 en mei 2017. De bijbehorende syllabi zijn beide vastgesteld in april 2014. De syllabi, de examens en de bijbehorende correctievoorschriften zijn te vinden op [www.examenblad.nl](http://www.examenblad.nl), de analysetabellen zijn opgenomen in een Excelbestand<sup>27</sup>.

## 6.1 Algemene informatie

Aan de hand van het analysekader zijn de examens natuurkunde vwo (eerste tijdvak) van 2016 en 2017 geanalyseerd. Beide examens bestaan uit 25 vragen verdeeld over vijf clusters. Het totale aantal te behalen punten is 76 in 2016 en 73 in 2017, wat het gemiddeld aantal punten per vraag op 3,0 (2016) en 2,9 (2017) brengt. In beide examens zijn de driepuntsvragen in de meerderheid (40 % in 2016 en 48 % in 2017). Zie tabel 6.1.

Tabel 6.1: Aantallen vragen en punten in de vwo-examens natuurkunde in 2016 en 2017

Punten/vraag	Aantal vragen, percentage totaal			
	2016		2017	
1	2	8%	1	4%
2	5	20%	7	28%
3	10	40%	12	48%
4	6	24%	3	12%
5	2	8%	2	8%

De natuurkunde-examens bestaan uit clusters van vragen met elk een titel die het onderwerp aangeeft. De titel beschrijft beknopt (in één of enkele woorden) het onderwerp van het cluster. De clusters bevatten *verbindende teksten* (losse alinea's voor of tussen vragen), *stamteksten* (teksten die direct voorafgaan aan een vraag) en *vragen* (de tekst vanaf het vraagnummer). Daarnaast zijn er *figuren* (zoals schema's, tekeningen, foto's of diagrammen) en teksten in een kader (bronnen met achtergrondinformatie). Zie voorbeeld 1.

Voorbeeld 1: opbouw van een cluster vragen

2017 - opgave 4, protonenweegschaal

De vraag begint met een algemeen stukje tekst dat de context, een trillend nanobuisje dat als weegschaal kan functioneren, inleidt. Deze inleidende tekst is vergezeld van twee figuren.

Daarna volgt steeds per vraag een stukje tekst, soms ook met figuur, dat de informatie geeft die nodig is om de vraag die erop volgt te beantwoorden.

In deze analyse definiëren we een *opgave* als alle informatie binnen een cluster van vragen met dezelfde titel. Beide examens bestaan uit vijf opgaves met een variërend aantal vragen. Het aantal vragen per opgave is gegeven in tabel 6.2.

<sup>27</sup> Desgewenst kan dit bestand opgevraagd worden via de afdeling Advies en Onderzoek

Tabel 6.2: Aantal vragen per opgave in de vwo-examens natuurkunde in 2016 en 2017

aantal vragen/opgave	2016	2017
3	0	1
4	1	0
5	3	3
6	1	0
7	0	1

De gemiddelde p-waarde van de vragen in de examens is 56 (in 2016) resp. 60<sup>28</sup> (in 2017). Bijlage 6.1 bevat de p-waardes voor alle vragen.

## 6.2 Analyse op grond van vernieuwingskenmerken

Het examen is geanalyseerd op de volgende vernieuwingskenmerken: de wisselwerking tussen concepten en contexten, de (wetenschappelijke) actualiteit en relevantie, afstemming en samenhang, natuurwetenschappelijke denk- en werkwijzen en het ontstaan en gebruik van natuurwetenschappelijke kennis (zie het analysekader in de bijlage voor de achtergrond bij de gebruikte methode).

### 6.2.1 Wisselwerking concepten en contexten

De natuurkunde-examens bestaan uit verschillende opgaves die geheel los van elkaar staan. Daarom nemen we een opgave als grootste analyse-eenheid waar het gaat om het werken met contexten en concepten.

#### 6.2.1.1 Toetsen in context

Per opgave (tien in totaal voor 2016 en 2017 samen) is geanalyseerd in hoeverre er een of meerdere contexten in voorkomen en of dit situaties of probleemstellingen betreft. In zowel 2016 als 2017 zijn er zes contexten. Vrijwel alle opgaves bestaan uit één context (vier opgaves). In beide examens is er één opgave die in twee contexten is gesplitst (in beide examens is dat opgave 2); in beide gevallen wordt dit ook via een tussenkopje duidelijk gemaakt. In zowel 2016 als 2017 zat achter vier van de zes contexten een probleemstelling; soms impliciet, soms expliciet. De ander twee contexten worden dan als situatie aangemerkt.

Voorbeeld 2: meerdere contexten binnen een opgave

2016 - context II-1 en II-2

In het tekstkader van opgave 2 staat onder andere "Hierover gaat de haalbaarheidsstudie naar de 'ruimtelift': langs een lange kabel duizenden kilometers omhoog klimmen. Wat je nodig hebt is een strakke kabel en een slimme manier van klimmen." Hierin worden twee probleemstellingen geïntroduceerd. De opgave heeft vervolgens twee kopjes: **kabel** en **klimmen** die zich met de eerste en tweede probleemstelling bezighouden en dus het begin van hun respectievelijke contexten definiëren.

In bijlage 6.2 is een overzicht opgenomen van alle contexten zoals die voor deze analyse zijn gedefinieerd.

Alle vragen zijn onder een context geschaard. Het aantal vragen per context varieert tussen de twee en de vijf, zie tabel 6.3.

<sup>28</sup> Hierbij is vraag 3, die volgens een aanvulling op het correctievoorschrift bij alle kandidaten goed gerekend diende te worden en derhalve een p-waarde van 100 heeft, niet meegenomen. Als deze vraag wel wordt meegerekend, wordt de p-waarde 61. In de rest van deze analyse is deze vraag wel meegenomen omdat hij deel uitmaakt van de beoogde toets (bijvoorbeeld wat betreft de dekking van de syllabus)

Tabel 6.3: Aantal vragen per context in de vwo-examens natuurkunde in 2016 en 2017

aantal vragen/context	# contexten 2016	# contexten 2017
2	1	0
3	0	2
4	2	1
5	3	3

Vervolgens is per vraag gekeken of er daadwerkelijk sprake is van toetsen-in-context, dat wil zeggen dat er een betekenisvolle interactie tussen vakinhoud en context is. Er wordt onderscheid gemaakt tussen twee vormen van betekenisvolle interactie:

- type 1: De vakinhoud geeft betekenis aan de context, wordt gebruikt om een in de context relevante vraag te beantwoorden. Om dit te operationaliseren is gekeken of het gaat om een vraag die in de gegeven context relevant is.
- (type 2) de context helpt om de vakinhoud te verhelderen, om er betekenis aan te geven. Geeft het leerlingen een nieuwe blik op een vakbegrip?

Een vraag kan over beide vormen van betekenisvolle interactie tegelijk beschikken, één van beide of geen van beide. Een uitgebreidere uitleg over het verschil tussen deze twee type vragen, is te vinden in het analysekader. De resultaten van deze analyse staan in tabel 6.4.

Tabel 6.4: Toetsvragen in context in de vwo-examens natuurkunde in 2016 en 2017

Toetsvragen in context	2016 (N=25)	2017 (N=25)	Totaal
Betekenisvolle interactie	15 (60%)	19 (76%)	34 (68%)
<i>type 1) vakinhoud verheldert context</i>	15 (60%)	19 (76%)	34 (68%)
<i>type 2) context verheldert vakinhoud</i> <sup>29</sup>	1 (4%)	2 (8%)	3 (6%)
Geen interactie, toetsvraag niet in context	10 (40%)	6 (24%)	16 (32%)

Er is ook gekeken bij welke vragen de context nodig is voor het beantwoorden van de vraag. In beide examens was dat bij negen vragen (36%) het geval. Er was in al deze gevallen ook sprake van een betekenisvolle interactie met de context.

Voorbeeld 3: betekenisvolle interactie en context noodzakelijk

2017: opgave 3, vraag 14

In deze vraag wordt, onder andere, gevraagd in een bepaald model de de Broglie-golflengte van elektronen te berekenen en aan de hand daarvan te bepalen of Sirius B in dat model als quantumstelsel beschouwd moet worden. Omdat dit de hoofdvraag is van de probleemstelling, wordt de natuurkunde hier dus gebruikt om een voor de context relevante vraag te beantwoorden. Doordat hier expliciet een conclusie over de context getrokken moet worden, is de context ook noodzakelijk voor het beantwoorden van de vraag.

2016: opgave 5, vraag 22

Er wordt gevraagd waarom het wenselijk is dat een detector zo is gebouwd dat deze alleen straling die recht van onder komt, waarneemt. Om te kunnen bepalen wat wenselijk is, moet het gebruik van de detector, de context dus, worden meegenomen. Omdat optimale werking van de detector voor de achterliggende probleemstelling (Hoe kunnen we calcium-47 gebruiken om problemen met botten te onderzoeken?) relevant is, is er ook sprake van betekenisvolle interactie.

<sup>29</sup> In de focusgroep van de havo-examens is gebleken dat deze categorie als niet relevant wordt beschouwd. Voor de volledigheid is deze toch nog in deze tabel opgenomen. Merk op dat alle vragen met interactie van type 2 ook interactie van type 1 hebben in de bekeken examens.

Dat betekent dat er ook respectievelijk zes (2016) en tien (2017) vragen waren waar wel betekenisvolle interactie was met de context, maar waarbij deze context niet noodzakelijk was. Het gaat hier voornamelijk om vragen waarbij de output (conclusie, berekende waarde, etc.) relevant is voor de probleemstelling, maar de input (grafiek, waarde, schakelschema, etc.) geheel los van de context gezien kan worden. Volgens het analysekader is hier geen sprake van toetsen in context.

Voorbeeld 4: betekenisvolle interactie maar context niet noodzakelijk

2017: opgave 3, vraag 13

Hier wordt gevraagd de onderlinge afstand  $d$  tussen elektronen te berekenen gegeven het totale volume van Sirius B en de relatie  $V=d^3$ . De uitkomst van deze berekening is zeer relevant voor de context, en is bij de volgende vraag nodig om te vergelijken met de de Broglie-golflengte (zie voorbeeld 3). Echter, het berekenen van  $d$  kan uit de gegeven waarde en formule zonder referentie naar de context plaatsvinden.

2017: opgave 2, vraag 5

De geostationaire hoogte moet worden berekend. Dit is een zeer relevant gegeven als men een lift wil maken die een satelliet naar geostationaire hoogte moet brengen. Deze hoogte is echter overal op aarde en voor alle voorwerpen gelijk en staat dus geheel los van de context.

De derde categorie betreft vragen waarbij de vakinhoud geen bijdrage levert aan het begrip van de context, of andersom. Bij deze vragen is geen sprake van toetsen in context. Bij deze vragen fungeert de aanwezige context vaak als een aanknopingspunt om vragen over bepaalde natuurkundestof te kunnen stellen.

Voorbeeld 5: geen betekenisvolle interactie met context

2017: opgave 3, vraag 11

De probleemstelling van de context is of de grote compactheid van Sirius B quantummechanisch beschreven moet/kan worden. In vraag 11 moeten leerlingen de temperatuur van Sirius B berekenen uit het emissiespectrum. Er wordt op geen enkele andere plek in de opgave verwezen naar de temperatuur of het emissiespectrum van Sirius B of sterren in het algemeen. De temperatuur speelt geen rol in het beantwoorden van de probleemstelling.

2016: opgave 1, vraag 1

Er is een schakeling gegeven met een weerstand en een gekleurde LED. Gevraagd wordt wat de grootte is van de weerstand. Omdat er geen doel van de schakeling is gegeven, kan het antwoord van de vraag daar ook niet aan bijdragen.

Om te analyseren in hoeverre er sprake is van het toepassen van vakinhoud binnen verschillende contexten, is gekeken naar subdomeinen die in meer dan één context getoetst worden in een examen<sup>30</sup>. Van deze domeinen is per examen gekeken of ze in verschillende contexten terugkomen. In 2016 werden subdomein B2, C1, C2 en H in ten minste twee contexten getoetst. In 2017 waren dat subdomein B1, B2, C1, C2, E2 en H.

<sup>30</sup> In de focusgroep van de havo-examens is naar boven gekomen dat wendbaarheid op deze manier niet noodzakelijk en mogelijk zelfs niet wenselijk is (als het letterlijk om dezelfde stof gaat) in een examen. Voor de volledigheid worden de resultaten toch kort gepresenteerd.



### 6.2.1.2 Contexten in de examenprogramma's

In 2016 zijn drie van de zes contexten maatschappelijk/toepassingsgericht en de overige drie theoretisch/onderzoeksgericht. In 2017 waren dat er vier tegenover twee. In totaal gaat het dus om 42% theoretische/onderzoeksgerichte contexten. Hiermee hebben theoretische/onderzoeksgerichte contexten op de vwo-examens een grotere rol dan op de havo-examens, waar zij slechts 20% van het examen uitmaken.

In 2016 wordt examendomein C3, gravitatie, toegepast in de context van het heelal; de context die expliciet in het examenprogramma wordt genoemd.

### 6.2.1.3 Taligheid van het examen

In tabel 6.5 is een overzicht gegeven van het soort antwoorden dat op de examens van de kandidaten verwacht wordt, om een uitspraak te kunnen doen over de actieve taligheid van het examen (de mate waarin leerlingen antwoord moeten geven met behulp van een of meer volledige zinnen).

Tabel 6.5: *Taligheid van het examen – type antwoord dat gevraagd wordt in de vwo-examens natuurkunde 2016 en 2017*

Soort antwoord	2016			2017		
	aantal vragen	aantal punten	gem. p-waarde	aantal vragen	aantal punten	gem. p-waarde
<i>Totaal</i>	25	76	56,0	25	73	61,4
Tekstueel	14	39	48,6	12	33	58,8
Formules	0	0	-	2	5	50,0
Berekening	11	37	65,4	9	30	71,6
Grafisch	0	0	-	1	3	44,0
Letter	0	0	-	1	2	55,0

In beide examens zijn tekstuele antwoorden (één of meer volzinnen) de grootste categorie in zowel vragen (56% in 2016, 48% in 2017) als punten (51% in 2016, 45% in 2017). Het verschil is in punten wel kleiner dan in aantal vragen. Dit geeft aan dat vragen met een berekening als antwoord, gemiddeld genomen meer punten waard zijn dan vragen met tekst als antwoord. In beide examens zijn de vragen met de hoogste p-waarde, de vragen met een berekening als antwoord. Dit is tevens de enige categorie vragen die bovengemiddeld scoort. Op de havo-examens was de verdeling anders; daar werd bij respectievelijk 70% (2015) en 82% (2016) van de vragen een berekening gevraagd.

Het totale examen omvat in 2016 ongeveer 2850 woorden (het precieze aantal hangt af van het al dan niet meetellen van bijvoorbeeld kop- en voetteksten, vragnummers, etc.), in 2017 ongeveer 2825<sup>31</sup>. De verhouding tussen vraagteksten (nodig om de vraag te begrijpen), informatieteksten (nodig om de vraag te beantwoorden) en context-teksten (context en achtergrond) is voor iedere opgave geanalyseerd. De resultaten staan in tabel 6.6.

<sup>31</sup> Ter vergelijking de gegevens van een aantal andere vwo-examens 2017-I (allemaal 3-uurs examens, alles van bronnenboekjes, vragenboekjes en uitwerkbijlagen samengenomen): Nederlands: 6956 woorden; geschiedenis: 4462 woorden; biologie: 4073 woorden; scheikunde: 3135 woorden; economie: 2780 woorden; aardrijkskunde: 2588 woorden.

Tabel 6.6: *Taligheid van het examen - verdeling aantal woorden over verschillende tekstcategorïen in de vwo-examens natuurkunde 2016 en 2017*

Opgave		aantal woorden	% vragen <sup>32</sup>	% informatie	% context
<b>Gemiddeld</b>		<b>568</b>	<b>28</b>	<b>54</b>	<b>14</b>
16-I	Gekleurde LED's	330	32	60	6
16-II	Ruimtelift?	790	22	56	19
16-III	Vliegen	566	18	73	7
16-V	Trillingen binnen een molecuul	569	37	33	25
16-V	Onderzoek van bot met calcium-47	464	28	49	19
17-I	Zonvolgsysteem	331	21	58	11
17-II	Cessna	755	20	75	2
17-III	Sirius B als quantumstelsel	600	33	44	21
17-IV	Protonenweegschaal	542	22	70	8
17-V	Inwendige bestraling	477	42	25	27

Hoewel de percentages per opgave verschillen, geldt voor vrijwel alle opgaven dat de meeste woorden gebruikt worden in informatietekst, gevolgd door vraagteksten en daarna context. Gemiddeld zijn de percentages van deze drie soorten tekst: 54 % informatietekst, 28 % vraagtekst en 14 % context<sup>33</sup>. Op de havo-examens was de verdeling ongeveer hetzelfde, maar zij bevatten, met ongeveer 2000 woorden, aanzienlijk minder tekst.

#### **Vragen aan de Focusgroep**

Normering m.b.t. wisselwerking tussen concepten en contexten:

Komt de wisselwerking tussen concepten en contexten voldoende tot zijn recht in dit natuurkunde examen? Wat zijn voorbeelden van een goede aansluiting op de beoogde vernieuwing? Wat behoeft verbetering?

Aspecten:

- contexten per opgave; vragen per context
- situatie v. probleemstelling
- interactie en noodzaak van de context
- soorten contexten
- contextgebieden

In hoeverre is de in het examen vereiste taalvaardigheid passend (geschikt, zinvol)?

Aspecten:

- actieve taalvaardigheid: beantwoorden open vragen
- passieve taalvaardigheid: lezen van teksten

<sup>32</sup> het % van het aantal woorden dat gebruikt wordt voor deze categorie (per opgave).

<sup>33</sup> Het feit dat deze getallen niet optellen tot 100% komt door afrondingsverschillen en het feit dat een gedeelte van de tekst instructie tekst is ("ga verder op de volgende pagina")

## 6.2.2 (Wetenschappelijke) actualiteit en relevantie

Vernieuwing van vakinhoud betreft voor natuurkunde nieuwe inzichten m.b.t. medische beeldvorming (B2), astrofysica (E2), quantumwereld (F1) en natuurwetten en modellen (H). Deze onderwerpen komen in respectievelijk zes (2016) en vijf (2017) vragen voor, wat neer komt op 22% van het totale aantal vragen.

In vijf van de twaalf contexten wordt de actualiteit ook in de tekst duidelijk gemaakt. Het gaat in 2016 om de twee contexten over de ruimtelift en het botonderzoek met calcium-40 en in 2017 om de zonnepanelen en de protonenweegschaal.

Van de twaalf contexten is van vier uit de tekst af te leiden dat ze maatschappelijk relevant zijn (ruimtelift, en twee medische contexten) en van drie dat ze wetenschappelijk relevant zijn (getal van Strouhal, modellen voor waterstofjodide en Sirius B).

Zoals aangegeven in de vorige paragraaf is in een groot deel van de vragen interactie tussen vakinhoud en context. Dat wil zeggen dat de vakinhoud gebruikt wordt om de context te verhelderen of de context noodzakelijk is bij het beantwoorden van de vragen. Dit draagt bij aan de relevantie van de vragen. Als dit criterium wordt meegenomen, zijn, op twee contexten na (gekleurde LED's, krachten bij een Cessna), alle contexten relevant.

### Voorbeeld 5: relevantie van contexten

#### 2017: context V

Er wordt in deze context gesproken over "Radioactieve straling kan gebruikt worden om tumoren te bestrijden". Zo wordt de maatschappelijke relevantie duidelijk gemaakt.

#### 2017: context III

In de kadertekst staat: "Het was met de toenmalige stand van de wetenschap niet te begrijpen hoe zo'n object kon bestaan." Hiermee wordt duidelijk gemaakt dat het om een echt bestaande wetenschappelijke vraag gaat en dat de opgave dus wetenschappelijk relevant is. (Het noemen van jaartallen en 'toenmalig' geeft ook aan dat de context niet actueel is)

### ***Vragen aan de Focusgroep***

Normering m.b.t. (wetenschappelijke) actualiteit en relevantie:

Komt de (wetenschappelijke) actualiteit en relevantie voldoende tot zijn recht in dit natuurkunde examen? Wat zijn voorbeelden van een goede aansluiting op de beoogde vernieuwing? Wat behoeft verbetering?

Aspecten:

- vernieuwing van de vakinhoud
- actualiteit van de contexten
- relevantie van de contexten

### 6.2.3 Samenhang: intern en tussen de bètavakken

Voor de interne samenhang (de binnen het vak natuurkunde) is gekeken naar de mate waarin verschillende onderdelen van de natuurkunde binnen een context aan bod komen. Zie tabel 6.7

Tabel 6.7: *Interne samenhang – subdomeinen per context in de vwo-examens natuurkunde 2016 en 2017*

Context	B1	B2	C1	C2	C3	D1	E2	F1	H
2016-I						x	x		
2016-II.1			x		x				x
2016-II.2			x	x					
2016-III	x		x						x
2016-IV	x	x		x			x	x	x
2016-V		x							
2017-I						x			
2017-II.1			x	x	x				
2017-II.2			x	x					
2017-III		x					x	x	x
2017-IV	x	x	x						
2017-V		x							x

Tien van de twaalf contexten gaan over meerdere subdomeinen uit het examenprogramma. Domein B2 (medische beeldvorming) domein C1 (kracht en beweging) en domein H (natuurwetten en modellen) komen het meeste terug.

In ongeveer twee derde van de vragen moet gebruik worden gemaakt van een bepaalde vorm van voorgeschreven wiskundige (voor)kennis. Hanteren van formules (42%) en rekenen met verhoudingen (16%) zijn de meest voorkomende wiskundige activiteiten, zie tabel 6.8.

Tabel 6.8: *Externe samenhang – gebruik van wiskundige voorkennis in de vwo-examens natuurkunde 2016 en 2017*

Wiskundige voorkennis	2016	2017	totaal	%
Formules hanteren	10	11	21	42
Rekenen met verhoudingen	5	3	8	16
Aflesen van diagrammen	3	3	6	12
Redeneren met evenredigheden	5		5	10
Toepassen van logaritmische, exponentiele en goniometrische functies	3	1	4	8
Formules substitueren	3	1	4	8
Eenheden afleiden	1	1	2	4
Bepalen steilheid	2		2	4
Oppervlakte en omtrek bepalen		1	1	2
Grafisch ontbinden vectoren		1	1	2
Oppervlakte onder grafiek bepalen	1		1	2
Rekenen in rechthoekige driehoeken		1	1	2
Volume balk of cilinder bepalen		1	1	2

Een aantal wiskundige activiteiten staat wel in de syllabus maar kwam in deze examens niet aan de orde, bijvoorbeeld differentiëren, coördinaattransformaties en het tekenen van een grafiek bij een meetserie.

### **Vragen aan de Focusgroep**

Normering m.b.t. samenhang:

Komt de samenhang (intern en tussen de bètavakken) voldoende tot zijn recht in dit natuurkunde examen? Wat zijn voorbeelden van een goede aansluiting op de beoogde vernieuwing? Wat heeft verbetering?

Aspecten:

- interne samenhang
- wiskunde

### **6.2.4 Natuurwetenschappelijke denk- en werkwijzen**

We kijken hier naar de aanwezigheid binnen de contexten en binnen de bevroegde activiteit. Drie van de twaalf contexten gaan over ontwerpen (de ruimtelift en het zonnepaneel), in drie contexten wordt gerefereerd aan het doen van onderzoek (het getal van Strouhal, Sirius B en de protonenweegschaal), en in vier contexten komt expliciet een modelstudie aan de orde; tweemaal een computermodel (ruimtelift, Cessna) en tweemaal een mentaal model (waterstofjodide en Sirius B).

Voor de vragen geldt dat in respectievelijk zeventien (2016) en zestien (2017) vragen natuurwetenschappelijke denk- en werkwijzen voorkomen. Dit is meestal het vakspecifieke 'redeneren met verbanden' (in vijftien vragen) of het algemene 'redeneren' (in dertien vragen). Modelleervaardigheden komen in zeven vragen aan de orde, onderzoek en ontwerp beiden in één. Andere vakspecifieke denkwijzen die in de examens voorkomen zijn schaalwetten, symmetrie, ordes van grootte en redeneren met algemene principes; allemaal één keer.

Voorbeeld 6: natuurwetenschappelijke denk- en werkwijzen in contexten en vragen

2016 – context IV, vraag 19 (modelstudie)

In de inleiding van de vraag staat: "Kijkt men echter naar het spectrum van waterstofjodide, dan blijkt dat geen continu spectrum maar een lijnenspectrum te zijn: om dat te begrijpen is een quantumfysisch model nodig!" Wat aangeeft dat de context hier een modelstudie behelst. In vraag 19 wordt leerlingen vervolgens gevraagd te beargumenteren waarom bepaalde modellen het beschreven gedrag niet kunnen verklaren.

2016- context I, vraag 2 (redeneren met verbanden)

De leerling moet beredeneren of een grotere of kleinere weerstand gekozen moet worden als een LED vervangen wordt door een LED van een andere kleur. Daarvoor moet de leerling onder andere redeneren met de verdeling van spanning in een serieschakeling en het verband tussen stroomsterkte, spanning en weerstand.

### **Vragen aan de Focusgroep**

Normering m.b.t. natuurwetenschappelijke denk- en werkwijzen:

Komen de natuurwetenschappelijke denk- en werkwijzen voldoende tot hun recht in dit natuurkunde examen? Wat zijn voorbeelden van een goede aansluiting op de beoogde vernieuwing? Wat heeft verbetering?

Aspecten:

- onderzoeken, ontwerpen, modelleren
- redeneren (algemeen en vakspecifiek)

## 6.2.5 Ontstaan en gebruik van natuurwetenschappelijke kennis

In 2016 gaat één van de vragen over kennis over de werkwijze modelleren (vraag 19); in 2017 zijn daar geen vragen over. Wel gaat, in zowel 2016 als 2017, één van de zes contexten over het verkrijgen van wetenschappelijk kennis door het gebruik van modellen.

Van het gebruik van natuurwetenschappelijke kennis (analytisch-kritisch denken en wisselwerking tussen natuurwetenschap, samenleving en technologie) zijn geen voorbeelden gevonden.

### **Vragen aan de Focusgroep**

Normering m.b.t. ontstaan en gebruik van natuurwetenschappelijke kennis:

Komt het ontstaan en gebruik van natuurwetenschappelijke kennis voldoende tot zijn recht in dit natuurkunde examen? Wat zijn voorbeelden van een goede aansluiting op de beoogde vernieuwing? Wat behoeft verbetering?

Aspecten:

- ontstaan
- gebruik

## 6.3 Dekking van de syllabus

De aansluiting van de vragen op de syllabus is geanalyseerd op zowel inhoudelijke aansluiting (domeinen B t/m H) als op het gebied van vaardigheden (domein A). Per vraag is hiertoe gekeken welke natuurkundige kennis nodig is en welke handeling van de kandidaat verwacht wordt. Op grond van de benodigde natuurkundige kennis is onderzocht bij welke specificatie van de syllabus de vraag behoort, op grond van de verwachte handeling zijn de benodigde vaardigheden vastgesteld.

### 6.3.1 Dekking van de vakinhoud

In tabel 6.9 is de aansluiting van de vragen op de inhoudelijke (sub)domeinen van het examenprogramma weergegeven. Voor 2016 geldt dat één vraag (vraag 11) niet aansluit op een inhoudelijk subdomein en dat tien vragen horen bij twee of meer subdomeinen. Voor 2017 geldt ook dat één vraag niet aansluit op een inhoudelijk subdomein (vraag 13) en vijf vragen horen bij twee subdomeinen. In beide examens worden alle subdomeinen in ten minste één vraag getoetst.

Tabel 6.9: *Aanwezigheid van inhoudelijke domeinen en subdomeinen uit het examenprogramma in de vwo-examens natuurkunde in 2016 en 2017*

Domein	subdomein	2016		2017	
		# vragen	totaal <sup>34</sup>	# vragen	totaal
B Golven	B1	3	8	2	10
	B2	6		8	
C Beweging en Wisselwerking	C1	7	9	7	8
	C2	3		2	
	C3	2		1	
D Lading en Veld	D1	4	4	3	3
E Straling en Materie	E2	3	3	1	1
F Quantumwereld en Relativiteit	F1	3	3	2	2
H Natuurwetten en Modellen	H	4	4	3	3

<sup>34</sup> Dit kan lager uitvallen dan de som van de subdomeinen omdat er opgaven zijn die meerdere subdomeinen van hetzelfde domein afdekken. Zo is er in 2016 bijvoorbeeld één vraag (16) waarin zowel B1 als B2 aan de orde komen.

### 6.3.2 Dekking van de vaardigheden

Ook voor de vaardigheden die in het CE getoetst kunnen worden is geanalyseerd in hoeverre ze in de examens terugkomen, zie tabel 6.10.

Tabel 6.10: *Aanwezigheid van vaardigheidssubdomeinen uit het examenprogramma in de vwo-examens natuurkunde in 2016 en 2017*

Aantal vragen per subdomein	2016	2017
A1 informatievaardigheden gebruiken	14	15
A2 Communiceren	14	12
A5 Onderzoeken	0	1
A6 Ontwerpen	1	0
A7 Modelvorming	3	4
A8 Natuurwetenschappelijk instrumentarium	18	21
A9 Waarderen en oordelen	0	0
A10 Kennisontwikkeling en -toepassing	0	0
A11 Technisch-instrumentele vaardigheden	3	2
A12 Rekenkundige en wiskundige vaardigheden	17	16
A13 Vaktaal	7	6
A15 Kwantificeren en interpreteren	11	8

Vaardigheid A1 (doelgericht informatie zoeken, beoordelen, selecteren en verwerken) wordt in 2016 veertien en in 2017 vijftien keer getest. Het gaat hierbij om vragen waarbij de kandidaat informatie in Binas moet opzoeken of informatie moet halen uit een andere bron, meestal een diagram of schema. Vaardigheid A2 (adequaat schriftelijk, mondeling en digitaal in het publieke domein communiceren over onderwerpen uit het desbetreffende vakgebied) komt strikt genomen niet voor omdat er geen sprake is van het publieke domein, maar wordt afgezien daarvan in alle vragen getoetst, waarvoor een open antwoord met volzinnen vereist is (zie paragraaf 6.2.1.3).

Vaardigheid A7 (modelleren) komt een aantal keer aan bod (zie ook paragraaf 6.2.4); A5 (onderzoeken) en A6 (ontwerpen) een enkele keer. Vaardigheid A8 (natuurwetenschappelijk instrumentarium) komt uitgebreid aan bod, het betreft het halen van informatie uit grafieken en tabellen (in het examen), het interpreteren van schema's en tekeningen, en het correct omgaan met significantie. De vaardigheid A12 (rekenkundige en wiskundige vaardigheden) en A15 (kwantificeren en interpreteren, dat onder andere redeneren met verbanden bevat) worden ook veelvuldig getoetst.

Veel aspecten van domein A11 (technisch-instrumentele vaardigheden) zijn lastig te toetsen in een CE-setting, maar in beide examens gaan twee vragen over computermodelleren, een voor de natuurkunde relevante ICT-toepassing. Ook ging in 2016 één vraag (vraag 22) over een technisch-natuurkundig aspect van een (medische) detector. Het onderdeel 'formuletaal' van domein A13 (vaktaal) komt ook regelmatig terug.

Zowel A9 (Waarderen en oordelen) als A10 (Kennisontwikkeling en -toepassing) komen in de examens van 2016 en 2017 niet terug.

### Voorbeeld 7: Vaardigheidsvragen

2016 – vraag 5, vaktaal

In deze vraag moet een leerling drie formules combineren om een nieuwe formule te maken. Hiermee vereist deze vraag veel meer vaardigheid met het hanteren van formuletaal (als onderdeel van A13, vaktaal) dan een vraag waarin enkel gegevens in een formule ingevuld dienen te worden.

2017 – vraag 2, natuurwetenschappelijk instrumentarium

Bij deze vraag moeten leerlingen eerst een schakelschema interpreteren (en berekeningen uitvoeren met gegevens uit de tekst) om de grootte van de weerstand van een LDR te bepalen, vervolgens kan in een grafiek worden afgelezen wat de bijbehorende lichtsterkte is. Hier wordt dus op twee plekken gebruik gemaakt van vaardigheden uit A8, natuurwetenschappelijk instrumentarium

In de syllabus staat ook dat het streven is dat “50% van het totaal aantal scorepunten dat door de kandidaat behaald kan worden, afkomstig is van vragen waarbij voor de beantwoording een expliciete berekening noodzakelijk is.”

In tabel 6.11 staat een overzicht van de mate waarin de examens voldoen aan dat streven.

Tabel 6.11: *Aanwezigheid van expliciete berekeningen in de vwo-examens natuurkunde in 2016 en 2017*

	Vragen met expliciete berekening		Punten voor expliciete berekening	
	aantal	percentage	aantal	percentage
2016	12	48	40	53
2017	12	48	41	56

### ***Vragen aan de Focusgroep***

Normering m.b.t. aansluiting op de syllabus

Sluit het examen goed aan op het nieuwe examenprogramma en syllabus? Wat zijn voorbeelden van een goede aansluiting op de beoogde vernieuwing? Wat behoeft verbetering?

Aspecten:

- inhoudelijke aansluiting op syllabus
- aansluiting m.b.t. vaardigheden



# 7. Analyse scheikunde havo

Jeroen Sijbers en Wout Ottevanger

Dit hoofdstuk bevat de analyse van de vernieuwingskenmerken in de eerste twee reguliere havo-examens scheikunde (eerste tijdvak) afgenomen volgens de eisen van het vernieuwde scheikundeprogramma. De examens zijn afgenomen in mei 2015 en mei 2016. De bijbehorende syllabi zijn beide vastgesteld in april 2014.

De syllabi, de examens en de bijbehorende correctievoorschriften zijn te vinden op [www.examenblad.nl](http://www.examenblad.nl), de analysetabellen zijn opgenomen in een Excelbestand<sup>35</sup>.

## 7.1 Algemene informatie

Aan de hand van het analysekader zijn de examens scheikunde havo (eerste tijdvak) uit 2015 en 2016 geanalyseerd. De examens bestaan uit 35 (2015) resp. 33 (2016) vragen verdeeld over zes clusters (in beide examens). Het totaal aantal te behalen punten is 77 in zowel 2015 als 2016, wat het gemiddeld aantal punten per vraag op 2,2 (2015) en 2,3 (2016) brengt. In beide examens zijn de tweepuntsvragen in de meerderheid (80 % in 2015 en 70 % in 2016).

In 2015 zijn er zeven driepuntsvragen (20%) en 28 tweepuntsvragen (80%). Het 2016 examen bevat 1 eenpuntsvraag (3%), 23 tweepuntsvragen, zes driepuntsvragen (18 %) en drie vierpuntsvragen (9 %). Alle vragen zijn open vragen.

De scheikunde-examens bestaan uit clusters van vragen met elk een titel, die het onderwerp aangeeft. De titel beschrijft beknopt (in één of enkele woorden) het onderwerp van het cluster. De clusters bevatten verbindende *teksten* (losse alinea's voor of tussen vragen), *stamteksten* (teksten die direct voorafgaan aan een vraag) en *vragen* (de tekst vanaf het vraagnummer). Daarnaast zijn er *figuren* (wat schema's, tekeningen, structuurformules of diagrammen kunnen zijn). Beide examens bevatten daarnaast ook teksten in een kader.

In deze analyse definiëren we een *opgave* als alle informatie binnen een cluster van vragen. Beide examens bestaan dus uit zes opgaves met een variërend aantal vragen (2016: twee keer vier vragen, één keer vijf vragen, twee keer zes vragen, één keer acht vragen, 2015: twee keer vier vragen en één keer vijf, één keer zes, één keer zeven, één keer acht vragen).

Voorbeeld 1: opbouw van een cluster vragen

Opgave 2015: II

Het tweede cluster vragen in 2015 heeft als titel 'Vocht in de vloer' en gaat over het storten van een betonnen vloer. In deze analyse heet dit cluster 'opgave II', de opgave bestaat uit de vragen 6 t/m 13.

Deze opgave begint met een *verbindende tekst* ("Betonnen vloeren worden ... bestaat"), direct gevolgd door een stukje *stamtekst* en een vraag (vraag 6). Bij de tekst staan twee *figuren* (genummerd) en een stukje tekst in een kader.

In 2015 examen sluiten drie opgaven (2, 10 en 12) niet aan op een inhoudelijk domein, maar wel op een van de vaardigheidssubdomeinen.

<sup>35</sup> Desgewenst kan dit bestand opgevraagd worden via de afdeling Advies en Onderzoek

Bij vraag 2 gaat het om domein A12, redeneren in termen van structuur-eigenschappen en bij vraag 12 gaat het om domein A8, natuurwetenschappelijk instrumentarium. In 2016 sluiten alle opgaves aan op een of meer inhoudelijke examensubdomeinen (zie paragraaf 7.3.1).

De gemiddelde p-waarde van de vragen in de examens is 51,9 (in 2015) resp. 53,4 (in 2016). Bijlage 7.1 bevat de p-waardes voor alle vragen.

## 7.2 Analyse op grond van vernieuwingskenmerken

Het examen is geanalyseerd op de volgende vernieuwingskenmerken: de wisselwerking tussen concepten en contexten, de (wetenschappelijke) actualiteit en relevantie, afstemming en samenhang, natuurwetenschappelijke denk- en werkwijzen en het ontstaan en gebruik van natuurwetenschappelijke kennis (zie het analysekader in de bijlage voor de achtergrond bij de gebruikte methode).

### 7.2.1 Wisselwerking concepten en contexten

De scheikunde-examens bestaan uit verschillende opgaves die geheel los van elkaar staan. Daarom nemen we een opgave als grootste analyse-eenheid waar het gaat om het werken met contexten en concepten.

#### 7.2.1.1 Toetsen in context

Per opgave (twaalf in totaal voor 2015 en 2016 samen) is geanalyseerd in hoeverre er één of meerdere contexten in voorkomen en of dit situaties of probleemstellingen betreft. In beide examens zijn zeven contexten geïdentificeerd. In totaal zijn er dus veertien contexten binnen twaalf opgaven. De meeste opgaven (tien) bestaan uit één context, twee opgaven bestaan uit twee contexten. Acht contexten beschrijven een situatie en zes contexten een probleemstelling.

Voorbeeld 2: contexten binnen een opgave

Opgave 2015: I

Opgave 1 gaat over een mayonaise. Binnen deze opgave zijn twee contexten gedefinieerd. De eerste context gaat over de chemische samenstelling van mayonaise. Er is geen achterliggende vraag bij deze context. Er worden drie beschrijvende vragen gesteld (vraag 1-3). De tweede context gaat over het vervangen van vet in mayonaise zonder dat de producteigenschappen van mayonaise veranderen. De achterliggende vraag is 'Is maltodextrine geschikt als vervanger?' Bij deze context horen vraag 4 en 5. De eerste context gaat over het product mayonaise de tweede context gaat over productontwikkeling.

In bijlage 7.2 is een overzicht opgenomen van alle contexten zoals die voor deze analyse zijn gedefinieerd.

Alle vragen zijn onder een context geschaard. Het aantal vragen per context varieert. Iedere context bevat meerdere vragen. Drie contexten bevatten twee vragen, vijf contexten omvatten drie tot vijf vragen en vijf contexten omvatten zes tot acht vragen. In zowel het examen van 2015 als in het examen van 2016 is er één context met acht vragen. In 2015 gaat het om de context over de betonnen vloer en in 2016 gaat het over de context over het recyclen van loodaccu's.

Vervolgens is per vraag gekeken of er een betekenisvolle interactie tussen vakinhoud en context is. Er wordt onderscheid gemaakt tussen twee vormen van betekenisvolle interactie: type 1 (de vakinhoud geeft betekenis aan de context en verheldert die) of type 2 (de context helpt om de vakinhoud te verhelderen, om er betekenis aan te geven). Daarnaast is er gekeken of de context noodzakelijk is bij het beantwoorden van de vraag. In het analysekader zijn deze factoren gedefinieerd als afzonderlijke karakteristieken. Echter, in deze analyse is er een andere definitie van type 2 gebruikt in vergelijking tot de analyses van biologie en natuurkunde.

De in deze analyse gebruikte definitie luidt: "vragen waarbij de context door de leerling gebruikt worden om het antwoord op een vakinhoudelijk vraag te vinden, waardoor de context helpt om de vakinhoud te verhelderen". De resultaten van deze analyse staan in tabel 7.1.

Tabel 7.1: *Toetsvragen in context in de havo-examens scheikunde in 2015 en 2016*

Toetsvragen in context	2015 (N=35)	2016 (N=33)	Totaal
Betekenisvolle interactie	35 (100%)	30 (91%)	65 (96%)
<i>type 1) vakinhoud verheldert context</i>	21 (60%)	24 (73%)	44 (65%)
<i>type 2) context verheldert vakinhoud</i>	14 (40%)	6 (18%)	21 (31%)
Geen interactie, toetsvraag niet in context	0 (0%)	3 (9%)	3 (4%)

In het 2015 examen is in alle vragen sprake van een betekenisvolle interactie tussen vakinhoud en context (de meeste vragen zijn van type 1, de vakinhoud wordt gebruikt om de context te verhelderen, 60%). In 2016 heeft de vakinhoud bij 91% van de vragen een betekenisvolle interactie met de context (weer vooral van type 1). In totaal is er in 96% van de vragen sprake van toetsing-in-context (totaal van type 1 en type 2).

Een totaal aantal van 21 vragen zijn type 2-vragen. Vraag 28 uit het 2016 examen is hiervan een voorbeeld. Type 2-vragen zijn in deze analyse ook de vragen waarbij de context noodzakelijk is om het antwoord op de vraag te kunnen geven.

Voorbeeld 3: context verheldert vakinhoud (type 2)

2016: V- vraag 28

Opgave vijf behandelt een onderzoek van een professor. De eerste vijf vragen verhelderen de context voor de leerling. In de laatste vraag is het de bedoeling dat een leerling de stelling van de professor motiveert met vakinhoud. De context van dit onderzoek en de informatie uit de vorige vragen is noodzakelijk om de stelling te kunnen beargumenteren. De context verheldert in dit geval de vakinhoud.

Bij het grootste gedeelte van de toetsvragen die in context gesteld worden is er sprake van een context die de vakinhoud verheldert (type 1). In deze gevallen is er sprake van interactie tussen de context en de inhoud. De context geeft vaak de relevantie voor het stellen van de vraag. Voorbeelden hiervan zijn hieronder te vinden.

Voorbeeld 4: vakinhoud verheldert context (type 1)

2015: III - vraag 16

In deze opgave wordt de chemie achter een biologische context duidelijker. Door het beantwoorden van de vragen krijgt de leerling inzicht in het afweermechanisme van een bombardeerkever. Binnen de eerste vier vragen bij deze opgave is dus duidelijk sprake van een type 1 interactie tussen context en concept. De vakinhoud verheldert de context. In vraag 14 gaat over een redoxreactie die plaats vindt binnen de kever. De relevantie van de aanwezigheid van waterstofperoxide in de kever wordt duidelijk door de rol van deze stof als oxidator. De vakinhoud verheldert dus het proces dat plaats vindt in de kever. De context is niet noodzakelijk voor het beantwoorden van de vraag.

2016: IV - vraag 16

De context in deze vraag gaat het recyclen van loodaccu's. Door het beantwoorden van de afzonderlijke vragen krijgen leerlingen een beeld van dit proces en de mogelijkheden om dit proces duurzaam in te richten. In de tweede vraag moeten de leerlingen berekenen hoeveel lood er in een accu zit. Het antwoord op deze vraag verheldert de context, doordat het antwoord een idee geeft van de relevantie van het recyclen.

De vragen waarbij geen sprake is van toetsen in context zijn vragen waarbij geen interactie tussen de context en de vakinhoud aanwezig is. Bij deze vragen fungeert de aanwezige context als een aanknopingspunt om vragen over bepaalde scheikundestof te stellen. Het voelt vaak alsof deze contexten 'er aan de haren zijn bijgesleept'. In het 2016 examen zijn drie van dit soort vragen te vinden. In 2015 zijn bieden alle vragen een betekenisvolle interactie met hun context.

Voorbeeld 5: geen interactie tussen context en toets

2016: I – vraag 1&2

In deze vraag wordt gestart met een krantenbericht over een potvis. Deze context is niet meer dan een aanleiding om een stof te behandelen die voor een parfum gebruikt wordt. Deze stof is namelijk in december 2012 gevonden in de maag van deze potvis. Beide vragen die in deze context gesteld worden gaan over het betreffende stof. Echter zowel de context als de vakinhoud worden er niet duidelijker gemaakt. Er is dus geen interactie.

2016: II – vraag 5

Vraag 5 van 2016 is een voorbeeld van een vraag waarin de wisselwerking tussen vakinhoud en context niet aanwezig is. De context beschrijft de werking van een airbag. Deze vraag gaat over een indeling van het gas Argon in het periodiek systeem der elementen. Omdat dat de airbag voor een gedeelte gevuld is met argon wordt deze vraag hier gesteld, maar de vraag draagt niet bij aan een beter begrip over de werking van de airbag. De vraag kan dan ook heel goed zonder de context beantwoord worden.

2016: IV – vraag 18

De context in deze vraag gaat het recyclen van loodaccu's. Door het beantwoorden van de afzonderlijke vragen krijgen leerlingen een beeld van dit proces en de mogelijkheden om dit proces duurzaam in te richten. In vraag 18 moet de kandidaat de reactiewarmte van een chemische reactie berekenen. Deze reactiewarmte geeft echter geen inzicht in het proces dat gebruikt wordt om het lood uit de accu's te zuiveren. Vraag 18 is dus een voorbeeld van toetsing zonder wisselwerking tussen concept en context.

Om te analyseren in hoeverre er sprake is van het toepassen van vakinhoud binnen verschillende contexten, is gekeken naar examendomeinen die meer dan een keer getoetst werden in een examen. Van deze domeinen is per examen gekeken in hoeverre ze in verschillende contexten terugkomen. De resultaten staan in tabel 7.2.

Tabel 7.2: *Wendbaarheid - de verdeling van scheikundige subdomeinen over verschillende contexten in de havo-examens scheikunde in 2015 en 2016*

Subdomein	2015		2016		Fractie
	komt voor in ... vragen	verdeeld over ... contexten	komt voor in ... vragen	verdeeld over ... contexten	
B1 Deeltjesmodellen	5	2	5	4	0,6
B3 Bindingen en eigenschappen	3	3			1
C1 Chemische processen	7	4	6	4	0,7
C2 Chemische rekenen	7	4	7	5	0,6
C3 Energieberekeningen	2	1	3	3	0,83
C8 Classificatie van reacties	1	1	2	2	1
E1 Kenmerken van innovatieve processen			6	3	0,5

Een aantal subdomeinen komen in beide examens in meerdere contexten voor. B3 komt alleen meerdere keren voor in 2015 en E1 meerdere keren in 2016. De fractie context/vraag (de mate waarin verschillende vragen over hetzelfde subdomein zich in verschillende contexten afspelen, max = 1) is gemiddeld 0,7 voor deze examendomeinen. Hoe dichter bij nul deze waarde ligt hoe meer verschillende vragen er per context worden getoetst.

### 7.2.1.2 Contexten in de examenprogramma's

Relevantie en actualiteit zijn twee speerpunten in Nieuwe Scheikunde (Commissie Vernieuwing Scheikunde, 2003). Deze uit zich binnen het examen met name in de contexten. In het examen van 2015 zijn twee van de zeven contexten te classificeren als maatschappelijk, namelijk de overstap naar duurzame energie en gezonde voeding. De andere contexten zijn met name gericht op technologie, bijvoorbeeld technologieën benodigd voor productontwikkeling. De context over de chemische afweer is wat meer onderzoeksggericht. In het examen van 2016 zijn twee contexten maatschappelijk, drie contexten technologie en één context is onderzoeksggericht. Deze laatste gaat over een onderzoek naar het metabolisme van een bacteriesoort. In de technologische contexten staan producten centraal, namelijk airbags, luchtverfrissers, accu's en een innovatieve batterij. In beide examens worden geen beroepsgerichte contexten benoemd. Echter, omdat er wel veel technologie benoemd wordt, zouden er redelijk makkelijk beroepsgerichte contexten toegevoegd kunnen worden. De gebruikte contexten sluiten voor het grootste gedeelte aan bij de contextgebieden die in het examenprogramma worden benoemd, zoals duurzaamheid, voedselproductie en nieuwe materialen.

### 7.2.1.3 Taligheid van het examen

In tabel 7.3 is een overzicht gegeven van het soort antwoorden dat op de examens van de kandidaten verwacht wordt om een uitspraak te kunnen doen over de actieve taligheid van het examen: de mate waarin leerlingen antwoord moeten geven met behulp van een of meer volledige zinnen.

Tabel 7.3: *Taligheid van het examen – type antwoord dat gevraagd wordt in de havo-examens scheikunde in 2015 en 2016*

Soort antwoord	2015			2016		
	aantal vragen	aantal punten	gem. p-waarde	aantal vragen	aantal punten	gem. p-waarde
Alle open vragen	35	77	51,9	33	77	53,4
Berekening	7	18	50,9	8	20	54,3
Structuurformules en/of reactievergelijking	6	12	62,5	8	20	52,8
Grafisch	3	7	67,7	2	6	54,5
Tekstueel	16	34	45,75	12	25	47,8
Overig	3			3		

In beide examens wordt een groot deel van de vragen beantwoord met een of meer volzinnen: in 2015 betreft het zestien van de 35 open vragen, in het 2016 examen gaat het om twaalf van de 33 vragen. De relatieve moeilijkheidsgraad laat een coherent beeld zien: in zowel 2015 en 2016 werd relatief goed gescoord met berekeningen, structuurformules en reactievergelijkingen en grafische antwoorden (p-waarde hoger dan de gemiddelde p-waarde van het examen), en minder goed op de vragen die tekstueel beantwoord moeten worden.

Het totale examen omvat in 2015 ongeveer 3094 woorden<sup>36</sup> (het precieze aantal hangt af van het al dan niet meetellen van bijvoorbeeld kop- en voetteksten, vraagnummers, etc.), in 2016

<sup>36</sup> Ter vergelijking de gegevens van een aantal andere havo-examens 2015-I (allemaal drie-uurs examens, aantal woorden van bronnenboekjes en vragenboekjes samengenomen): Nederlands: 6678 woorden;

ongeveer 3057<sup>37</sup>. De verhouding tussen vraagteksten, informatieteksten en contextteksten is voor iedere opgave geanalyseerd. De resultaten staan in de tabel hieronder.

Tabel 7.4: Taligheid van het examen - verdeling aantal woorden over verschillende tekstcategorieën in de havo-examens scheikunde in 2015 en 2016

opgave		aantal woorden	% vraag <sup>38</sup>	% informatie	% context
<b>Gemiddeld</b>		<b>496</b>	<b>27</b>	<b>49</b>	<b>20</b>
15-I	Mayonaise	429	20	42	29
15-II	Vocht in de vloer	713	22	65	10
15-III	Bombardeerkever	472	32	46	17
15-IV	Rijden op mierenzuur	542	35	54	8
15-V	Monoethyleenglycol	382	19	70	6
15-VI	Twaron	556	23	58	8
16-I	Amber	404	26	40	33
16-II	Groene airbag	398	27	43	27
16-III	de fotonenboer	593	20	38	40
16-IV	Loodaccu's recyclen	690	36	39	23
16-V	Zuurstofmakende methaangoochelaar	412	36	48	15
16-VI	Traanfilm	362	26	43	26

Hoewel de percentages per opgave verschillen, geldt voor alle opgaven dat de meeste woorden gebruikt worden in informatietekst, gevolgd door vraagteksten en daarna context. Gemiddeld zijn de percentages van deze drie soorten tekst: 49% informatietekst, 27% vraagtekst en 20% context.

biologie: 5108 woorden; geschiedenis: 3588 woorden; natuurkunde: 2100 woorden; economie: 3363 woorden; aardrijkskunde: 2882 woorden.

<sup>37</sup> Ter vergelijking de gegevens van een aantal andere havo-examens 2016-I (allemaal drie-uurs examens, aantal woorden van bronnenboekjes en vragenboekjes samengenomen): Nederlands: 7250 woorden; biologie: 4872 woorden; geschiedenis: 3574 woorden; natuurkunde: 1900 woorden; economie: 2949 woorden; aardrijkskunde: 2836 woorden.

<sup>38</sup> Het % van het aantal woorden binnen een opgave dat gebruikt wordt voor deze categorie.

### **Vragen aan de Focusgroep**

Normering m.b.t. wisselwerking tussen contexten en concepten:

Komt de wisselwerking tussen concepten en contexten voldoende tot zijn recht in dit scheikunde examen? Wat zijn voorbeelden van een goede aansluiting op de beoogde vernieuwing? Wat behoeft verbetering?

Aspecten:

- contexten per opgave; vragen per context
- situatie v. probleemstelling
- type interactie en noodzaak van de context

*Is elke type interactie even belangrijk?*

- wendbaarheid
- soorten contexten
- taligheid

*In hoeverre is de in het examen vereiste taalvaardigheid passend (geschikt, zinvol)?*

*Actieve taalvaardigheid: beantwoorden open vragen (p-waardes, de manier waarop de vragen gesteld zijn).*

*Passieve taalvaardigheid: lezen van teksten (totaal aantal woorden, verdeling over vraagtekst, infotekst en losse context).*

### **7.2.2 (Wetenschappelijke) actualiteit en relevantie**

Vakinhoudelijke actualiteit is in het analysekader gedefinieerd als zijnde de nieuwe onderwerpen in het examenprogramma (het gaat dus niet per se over actuele onderwerpen of nieuwe inzichten). Het betreft voor scheikunde micro-meso-macro (A12), nieuwe materialen (B4 & B5), substitutiereacties (C1.9), energieberekeningen (C3 1/5), balansen en kringlopen (C7 1&2), groene chemie (F1), duurzaamheid en de brandstofcel (F3 1&4).

In het 2015 examen komen dertien vragen voor die gaan over nieuwe onderwerpen (37%). Het gaat hier om micro-meso-macro (twee keer), energieberekeningen (drie keer), brandstofcel (twee keer), duurzaamheid (twee keer), industriële processen (=groene chemie, drie keer) en nieuwe materialen (één keer). Het 2016 examen bevat vier vragen over energieberekeningen, twee vragen over nieuwe materialen en een vraag over meso-micro-macro en groene chemie. In totaal komt dus in 24% van de vragen (acht van de 33) een vorm van vakinhoudelijke actualiteit terug.

Actualiteit en relevantie worden verder geanalyseerd op context-niveau. In zeven van de twaalf contexten wordt de actualiteit ook in de tekst duidelijk gemaakt. Het gaat in 2015 om de contexten vocht in de vloer, rijden op mierenzuur en monoethyleenglycol. In 2016 gaat het om amber, groene airbag, de fotonenboer, loodaccu's recycelen.

Zoals aangegeven in de vorige paragraaf is in de meeste vragen sprake van interactie tussen vakinhoud en context. Dat wil zeggen dat de vakinhoud gebruikt wordt om de context te verhelderen (of andersom), hetgeen bijdraagt aan de relevantie van de vragen. De contexten zijn over het algemeen dus zeer relevant.

In dertien van de veertien contexten blijkt uit de tekst dat het gaat om relevante onderwerpen. Het gaat hierbij om individuele, maatschappelijke relevantie en technologische relevantie.

Voorbeeld 5: relevantie van contexten

2015: I

De context is relevant voor individu's als gebruiker van het product mayonaise. In de context wordt dit benoemd: "we dopen .... Mayonaise".

2015: IV

Een maatschappelijk relevante context over een duurzame energievoorziening.

2015: VI

De context gaat over technologische innovaties op het gebied van kunstvezels door een Nederlands bedrijf.

**Vragen aan de Focusgroep**

Normering m.b.t. (wetenschappelijke) actualiteit en relevantie:

Komt de (vakinhoudelijke) actualiteit en relevantie voldoende tot zijn recht in dit scheikunde examen? Wat zijn voorbeelden van een goede aansluiting op de beoogde vernieuwing? Wat behoeft verbetering?

Aspecten:

- de vernieuwde scheikundige inhoud in de vragen
- actualiteit van de contexten
- relevantie door type 1 vraag
- relevantie van de contexten

**7.2.3 Samenhang: intern en tussen de bètavakken**

Voor de interne samenhang is gekeken naar de mate waarin verschillende onderdelen van de scheikunde binnen een context aan bod komen. Zie tabel 7.5.

Tabel 7.5: *Interne samenhang – subdomeinen per context in de havo-examens scheikunde in 2015 en 2016*

context	B1	B2	B3	B4	B5	C1	C2	C3	C6	C7	C8	D1	D3	E1	F1	F3	G1	G2
2015-I.1	x		x														x	
2015-I.2							x											
2015-II.1	x					x	x											
2015-III.1			x			x	x	x										
2015-IV.1						x	x										x	
2015-V.1									x						x			
2015-VI.1			x			x	x				x		x					
2016-I.1		x												x				
2016-I.2							x											
2016-II.1	x					x	x	x			x			x				
2016-III.1	x					x	x									x		
2016-IV.1	x					x	x	x		x		x			x			x
2016-V.1	x					x	x	x										
2016-VI.1						x					x			x			x	

Elf van de twaalf contexten gaan over meerdere subdomeinen uit het examenprogramma.

Uitzondering hierop is context 2015-I.2 en 2016-I.2. In deze context wordt alleen het onderdeel



chemisch rekenen getoetst, maar in alle andere contexten worden verschillende onderdelen van de scheikunde getoetst. Domein B (bindingen) domein C (chemische processen) komen het meeste terug. In alle contexten wordt ofwel domein B ofwel domein C getoetst.

Kijken we naar de samenhang met andere vakken, dan zien we in een aantal vragen dat de leerling gebruik moet maken van een bepaalde vorm van wiskundige kennis. Dit zijn de vragen waarin het domein C2 (chemisch rekenen) wordt getoetst. In 2015 betreft het zes van de 35 vragen en in 2016 vijf van de 33. Het gaat met name om het rekenen met verhouding, het omrekenen van eenheden en het rekenen met procenten. In een vraag in het examen van 2015 moet de leerling een meetwaarde aflezen. Daarnaast is er samenhang met biologie te vinden binnen de biologische context van 2015-III, waar de leerling in vraag achttien enzymwerking moet herkennen aan de hand van een energiediagram.

#### **Vragen aan de Focusgroep**

Normering m.b.t. afstemming en samenhang:

Komt de afstemming en samenhang (intern en tussen de bètavakken) voldoende tot zijn recht in dit scheikunde examen? Wat zijn voorbeelden van een goede aansluiting op de beoogde vernieuwing? Wat behoeft verbetering?

Aspecten:

- interne samenhang
- met andere vakken

#### **7.2.4 Natuurwetenschappelijke denk- en werkwijzen**

In twee van de twaalf contexten wordt gerefereerd naar het doen van onderzoek (een keer in 2015, een keer in 2016), in een context (in 2015) naar ontwerpen. Er is geen referentie naar modelleeractiviteiten. Kijken we naar de bevroegde activiteiten dan is er in het examen van 2015 een vraag die linkt aan natuurwetenschappelijke denk- en werkwijzen (vraag 12). In deze vraag moet de leerling een onderzoekdeelactiviteit uitvoeren: een meetwaarde aflezen en hieruit een conclusie trekken. Er komen in 2015 geen ontwerp- of modelleeractiviteiten voor. In 2016 komen geen vragen aan bod waarbij een leerling een dergelijke (deel)activiteit als onderzoeken, ontwerpen of modelleren moet uitvoeren.

Voorbeeld 6: onderzoeken, ontwerpen in contexten en vragen

2015 V – vraag 30 (context)

In deze context wordt er verwezen naar het ontwerpen van een nieuw proces. De leerling benoemt in de vraag 30 twee uitgangspunten die gehanteerd worden in de groene chemie en in het voordeel uitvallen van het duurzame proces.

2016 V.1 (context)

In deze context wordt verwezen naar onderzoek van de Nijmeegse wetenschapper prof. Mike Jetten die een bacteriesoort die zuurstof vrijmaakt uit stikstofoxiden, om daar vervolgens methaan mee te verbranden, ontdekte. De leerling wordt vervolgens bevroegd over dit onderzoek.

2015: IV – vraag 12

Deze context gaat over het uitharden van een cement. Door het aflezen van een meetwaarde moet de leerling achterhalen of het massapercentage aan water in het beton laag genoeg is om de vloer te kunnen leggen. De leerling wordt meegenomen in het onderzoek naar de hoeveelheid water in het cement.

Beide examens vragen om redeneringen waarbij gebruik moet worden gemaakt van chemische kennis. In het 2015 examen zitten veertien vragen waarin de kandidaat moet redeneren. Dit zijn deels open vragen, waarbij de kandidaat een redenering moet opstellen. In 2016 moet de kandidaat in veertien van de 27 vragen redeneren.

Voorbeeld 7: redeneren

2015 – vraag 19

In vraag 19 moet de leerling beredeneren dat de verzamelblaas van de bombardeerkever meer waterstofperoxide bevat dan nodig is voor de reactie met hydrochinon. Dit kan een leerling beredeneren uit de gegevens die in de context beschreven staan. De leerling kan dit oplossen door twee redenering stappen te zetten. De eerste stap gaat om het verschil tussen massa en chemische hoeveelheid, om vervolgens deze te kunnen vergelijken.

2016 – vraag 30

In vraag 30 moet de leerling met behulp van begrippen op microniveau verklaren waardoor de polysacharideketens een groot waterbindend vermogen geven aan mucinemoleculen. De leerling zou door het begrip "microniveau" moeten weten dat hij/zij naar de structuurformule moet kijken. Vervolgens beredeneert de leerling dat de OH-groepen uit het molecuul waterstofbruggen kunnen vormen met water.

**Vragen aan de Focusgroep**

Normering m.b.t. natuurwetenschappelijke denk- en werkwijzen:

Komt de natuurwetenschappelijke denk- en werkwijzen voldoende tot zijn recht in dit scheikunde examen? Wat zijn voorbeelden van een goede aansluiting op de beoogde vernieuwing? Wat heeft verbetering?

Aspecten:

- onderzoeken, ontwerpen, modelleren
- redeneren (algemeen en vakspecifiek)

### 7.2.5 Ontstaan en gebruik van natuurwetenschappelijke kennis

In beide examens zijn geen voorbeelden gevonden van vragen over het ontstaan van natuurwetenschappelijke kennis. Ook van het gebruik van natuurwetenschappelijke kennis (analytisch-kritisch denken en wisselwerking tussen natuurwetenschap, samenleving en technologie) zijn geen voorbeelden gevonden.

**Vragen aan de focusgroep**

Normering m.b.t. ontstaan en gebruik van natuurwetenschappelijke kennis:

Komt het ontstaan en gebruik van natuurwetenschappelijke kennis voldoende tot zijn recht in dit scheikunde examen? Wat zijn voorbeelden van een goede aansluiting op de beoogde vernieuwing? Wat heeft verbetering?

Aspecten:

- ontstaan: vragen naar kennis over natuurwetenschappelijke denk- en werkwijzen gebruik: vragen over, verwijzingen naar analytisch-kritisch denken, wisselwerking natuurwetenschap – samenleving – technologie.

### 7.3 Dekking van de syllabus

De aansluiting van de vragen op de syllabus is geanalyseerd op zowel inhoudelijke aansluiting (domeinen B t/m G) als op het gebied van de vaardigheden (domein A). Per vraag is hiertoe gekeken welke scheikundige kennis nodig is en welke handeling van de kandidaat verwacht wordt. Op grond van de benodigde scheikundige kennis is onderzocht bij welke specificatie van de syllabus de vraag behoort, op grond van de verwachte handeling zijn de benodigde vaardigheden vastgesteld.

#### 7.3.1 Dekking van de vakinhoud

In tabel 7.6 is de aansluiting van de vragen op de inhoudelijke (sub)domeinen van het examenprogramma weergegeven. Voor 2015 geldt: drie vragen sluiten niet aan op een inhoudelijk subdomein en een vraag (vraag 1) hoort bij twee subdomeinen. Voor 2016 geldt: alle vragen sluiten aan op een inhoudelijk subdomein en vijf vragen horen bij twee subdomeinen (vraag 1, 7, 21, 22, 31). Een aantal subdomeinen is niet getoetst: zeven in 2015 en zes in 2016. Er zijn drie subdomeinen die in zowel 2015 als 2016 niet getoetst worden (B4, B5 en C7).

Tabel 7.6: Aanwezigheid van inhoudelijke domeinen en subdomeinen uit het examenprogramma in de havo-examens scheikunde in 2015 en 2016

Aantal vragen per domein	Subdomein	2015	totaal	2016	totaal
B Kennis van stoffen en materialen	B1	5	8	5	6
	B2	0		1	
	B3	3		0	
	B4	0		0	
	B5	0		0	
C Kennis van chemische processen en kringlopen	C1	7	18	6	18
	C2	7		7	
	C3	2		3	
	C6	1		0	
	C7	0		1	
	C8	1		2	
D Ontwerpen en experimenten in de chemie	D1	0	1	1	1
	D3	1		0	
E Innovatieve ontwikkelingen in de chemie	E1	0	0	6	6
F Processen in de chemische industrie	F1	3	6	3	4
	F3	3		1	
G Maatschappij en chemische technologie	G1	1	1	2	3
	G2	0		1	

Vraag 2, 10 en 12 in 2015 zijn vaardigheidsvragen en sluiten niet aan op een inhoudelijk domein. Bij vraag 2 en 10 gaat het om domein A12, redeneren in termen van structureigenschappen en bij vraag 12 gaat het om domein A8, natuurwetenschappelijk instrumentarium. Hieronder is een voorbeeld gegeven van een vraag die alleen aansluit op een vaardigheidsdomein

Voorbeeld 8: vaardigheidsvraag (A8)

2015: IV – vraag 12

Deze context gaat over het uitharden van een cement. Door het aflezen van een meetwaarde moet de leerling achterhalen of het massapercentage aan water in het beton laag genoeg is om de vloer te kunnen leggen.

### 7.3.2 Dekking van de vaardigheden

Ook voor de vaardigheden die in het CE getoetst kunnen worden is geanalyseerd in hoeverre ze in de examens terugkomen, zie tabel 7.7.

Tabel 7.7: Aanwezigheid van vaardigheidssubdomeinen uit het examenprogramma in de havo-examens scheikunde in 2015 en 2016

Aantal vragen per subdomein	2015	2016
A1 informatievaardigheden gebruiken*	21	27
A1 informatievaardigheden gebruiken**	5	8
A2 Communiceren	16	12
A5 Onderzoeken	1	0
A6 Ontwerpen	0	0
A7 Modelleren	0	0
A8 Natuurwetenschappelijk instrumentarium	10	8
A9 Waarderen en oordelen	0	0
A10 Toepassen van concepten uit de biologie of natuurkunde	1	1
A11 Redeneren in termen van context-concept	35	33
A12 Redeneren in termen van structureigenschappen	2	3
A13 Redeneren over systemen, verandering en energie	6	5
A14 Redeneren in termen van duurzaamheid	5	4
A15 Redeneren over ontwikkelen van chemische kennis	0	0

Vaardigheid A1 (doelgericht informatie zoeken, beoordelen, selecteren en verwerken) is voor dit onderzoek in twee categorieën opgedeeld. In de eerste definitie (\*) is gekeken of de leerlingen informatie moeten gebruiken uit tekst die niet in of direct voor de vraag staat. Bij de tweede definitie (\*\*) gaat het om het gebruik maken van het tabellenboek Binas om de vraag te kunnen beantwoorden. Vaardigheid A2 (adequaat schriftelijk in het publieke domein communiceren over onderwerpen uit het desbetreffende vakgebied) komt strikt genomen niet voor omdat er geen sprake is van het publieke domein, maar wordt afgezien daarvan in alle vragen getoetst waarvoor een open antwoord met volzinnen vereist is (zie paragraaf 7.2.1.1).

Vaardigheid A5 (onderzoeken) komt een keer aan bod in 2015, zie paragraaf 7.2.4. Vaardigheid A8 (natuurwetenschappelijk instrumentarium) komt uitgebreid aan bod, het gaat dan met name over rekenvaardigheden. De vaardigheid A11 komt veelvuldig aan bod, omdat bijna alle vragen in context worden getoetst. De vaardigheid A10 en A13 zijn moeilijker te beoordelen, omdat deze termen vrij breed geformuleerd zijn. In de meest brede definitie voldoen alle vragen aan deze eindtermen. In de analyse is onder A10 specifiek gekeken naar concepten uit de biologie en natuurkunde, welke ook onder dit domein vallen. Vaardigheid A12 en A14 zijn vernieuwingen van het programma. A12 wordt in 2015 twee keer getoetst en in 2016 drie keer met een gemiddelde p-waarde van 36,2 (n=5). Deze is lager dan de gemiddelde p-waarde van alle vragen. Duurzaamheid komt in 2015 vijf keer voor en in 2016 vier keer.

De vaardigheden ontwerpen (A6), modelvorming (A7), waarderen en oordelen (A9), kennisontwikkeling en –toepassing (A15) komen in deze examens niet voor.

### ***Vragen aan de Focusgroep***

Normering m.b.t. validiteit

Sluit het examen goed aan op het nieuwe examenprogramma en syllabus? Wat zijn voorbeelden van een goede aansluiting op de beoogde vernieuwing? Wat heeft verbetering?

Aspecten:

- inhoudelijke aansluiting op syllabus:
- aansluiting m.b.t. vaardigheden:
- aansluiting per vraag



# 8. Analyse scheikunde vwo

Jeroen Sibbers en Wout Ottevanger

Dit hoofdstuk bevat de analyse van de vernieuwingskenmerken in de eerste reguliere vwo-examens scheikunde (eerste tijdvak) die afgenomen zijn volgens de eisen van het vernieuwde scheikundeprogramma. De examens zijn afgenomen in mei 2016 en mei 2017. De bijbehorende syllabi zijn beide vastgesteld in april 2014. De syllabi, de examens en de bijbehorende correctievoorschrift zijn te downloaden via [examenblad.nl](http://examenblad.nl), de analysetabellen zijn opgenomen in een Excelbestand<sup>39</sup>.

## 8.1 Algemene informatie

Aan de hand van het analysekader zijn de examens scheikunde vwo (eerste tijdvak) uit 2016 en 2017 geanalyseerd. De examens bestaan uit 23 (2016) resp. 28 (2017) vragen verdeeld over vier clusters. Het totaal aantal te behalen punten is 69 in 2016 en 67 in 2017, wat het gemiddeld aantal punten per vraag op 3,0 (2016) en 2,4 (2017) brengt. In beide examens zijn de tweepuntsvragen in de meerderheid (43 % in 2016 en 61 % in 2017).

In tabel 8.1 is de verdeling van de hoeveelheid punten over de vragen heen te vinden (aantal punten/vragen). Alle vragen zijn open vragen.

Tabel 8.1: *Aantal vragen en punten in de vwo-examens scheikunde in 2016 en 2017*

Punten/vragen	Aantal vragen			
	2016		2017	
1	-	-	1	4%
2	10	43%	17	61%
3	6	26%	8	29%
4	4	17%	2	7%
5	3	13%	-	-

De scheikunde-examens bestaan uit clusters van vragen met elk een titel, die het onderwerp aangeeft. De titel beschrijft beknopt (in één of enkele woorden) het onderwerp van het cluster. De clusters bevatten verbindende *teksten* (losse alinea's voor of tussen vragen), *stamteksten* (teksten die direct voorafgaan aan een vraag) en *vragen* (de tekst vanaf het vraag-nummer). Daarnaast zijn er *figuren* (wat schema's, tekeningen, foto's of diagrammen kunnen zijn).

In deze analyse definiëren we een *opgave* als alle informatie binnen een cluster van vragen met dezelfde titel. Beide examens bestaan uit vier opgaves met een variërend aantal vragen. Het aantal vragen per opgave is gegeven in tabel 8.2.

<sup>39</sup> Desgewenst kan dit bestand opgevraagd worden via de afdeling Advies en Onderzoek

Tabel 8.2: Aantal vragen per opgave in de vwo-examens scheikunde in 2016 en 2017

aantal vragen/opgave	aantal opgaves 2016	aantal opgaves 2017
4	1	0
5	1	0
6	0	2
7	2	0
8	0	2

Voorbeeld 1: opbouw van een cluster vragen

opgave 2017: III

Het derde cluster van vragen in 2017 heeft als titel 'Polymeren maken de chip' en gaat over het maken van een fotogevoelige laag op computerchips. In deze analyse heet dit cluster 'opgave III', de opgave bestaat uit de vragen 15 t/m 20.

Deze opgave begint met een *verbindende tekst* ("Een computer wordt..... uv-licht"), direct gevolgd door een stukje stamtekst en een *vraag* (vraag 15). Bij de tekst staat een *figuur*, twee structuurformules en een aantal reactievergelijkingen.

In 2016 examen sluit één vraag (4) niet aan op een inhoudelijk domein, maar op een van de vaardigheidssubdomeinen. Bij vraag 4 gaat het om domein A5, onderzoeken. Ook in 2017 sluit er een vraag niet aan een inhoudelijk examensubdomein. Het betreft hier vraag 12 waarbij het subdomein A8, waarbij het gaat om natuurwetenschappelijk instrumentarium (zie paragraaf 8.3.1).

De gemiddelde p-waarde van de vragen in de examens is 55 (in 2016) resp. 56 (in 2017). In bijlage 8.1 staan de p-waardes voor alle vragen.

## 8.2 Analyse op grond van vernieuwingskenmerken

Het examen is geanalyseerd op de volgende vernieuwingskenmerken: de wisselwerking tussen concepten en contexten, de (wetenschappelijke) actualiteit en relevantie, afstemming en samenhang, natuurwetenschappelijke denk- en werkwijzen en het ontstaan en gebruik van natuurwetenschappelijke kennis (zie het analysekader in de bijlage voor de achtergrond bij de gebruikte methode).

### 8.2.1 Wisselwerking concepten en contexten

De scheikunde-examens bestaan uit verschillende opgaven die geheel los van elkaar staan. Daarom nemen we een opgave als grootste analyse-eenheid waar het gaat om het werken met contexten en concepten.

#### 8.2.1.1 Toetsen in context

Per opgave (acht in totaal voor 2016 en 2017 samen) is geanalyseerd in hoeverre er één of meerdere contexten in voorkomen en of dit situaties of probleemstellingen betreft. In 2016 zijn er negen contexten geïdentificeerd en in 2017 zes. De meeste opgaves bestaan uit één (drie opgaves) of twee contexten (vier opgaves) en er is één opgave met vier contexten (opgave 2016:I). Negen contexten beschrijven een probleem, vijf contexten een situatie (waarvan vier in het examen van 2016).



Voorbeeld 2: meerdere contexten binnen een opgave

opgave 2016: III

Opgave III gaat over biogas. Binnen deze opgave zijn twee contexten gedefinieerd. De eerste context gaat over de verschillende processtappen in de productie van biogas. Er worden met name beschrijvende vragen gesteld (vraag 10-14). In de tweede context wordt ingezoomd op een fenomeen dat plaatsvindt binnen het productieproces, namelijk de remming van methaanvormende bacteriën en zijn daarom als aparte contexten gedefinieerd, waarbij in de derde context een experiment wordt beschreven.

In bijlage 8.2 is een overzicht opgenomen van alle contexten zoals die voor deze analyse zijn gedefinieerd.

Alle vragen zijn onder een context geschaard. Het aantal vragen per context varieert. Niet iedere context bevat meerdere vragen. In 2016 bevatten drie contexten maar één vraag en in 2017 gaat het over één context waarin maar één vraag wordt getoetst. Zoals te zien is in tabel 8.3 is er veel variatie in de hoeveelheid vragen per context. In 2016 bevatten de contexten over het algemeen minder vragen dan in 2017. Er is één context in 2017 met acht vragen.

Tabel 8.3: Aantal vragen per context in de vwo-examens scheikunde in 2016 en 2017

aantal vragen/context	aantal contexten 2016	aantal contexten 2017
1	3	1
2	2	1
3	0	0
4	4	0
5	0	1
6	0	2
7	0	0
8	0	1

Vervolgens is per vraag gekeken of er een betekenisvolle interactie tussen vakinhoud en context is (zie ook analysekader). Er wordt onderscheid gemaakt tussen twee vormen van betekenisvolle interactie: type 1 (de vakinhoud geeft betekenis aan de context en verheldert die) of type 2 (de context helpt om de vakinhoud te verhelderen, om er betekenis aan te geven). Daarnaast is er gekeken of de context noodzakelijk is bij het beantwoorden van de vraag. In het analysekader zijn deze factoren gedefinieerd als afzonderlijke karakteristieken. Echter, in deze analyse is er uiteindelijk een andere definitie van type 2 gebruikt in vergelijking tot de analyses van biologie en natuurkunde. De in deze analyse gebruikte smallere definitie luidt: "vragen waarbij de context door de leerling gebruikt worden om het antwoord op een vakinhoudelijk vraag te vinden, waardoor de context helpt om de vakinhoud te verhelderen". De resultaten van deze analyse staan in tabel 8.4.

Tabel 8.4: Toetsvragen in context in de vwo-examens scheikunde in 2016 en 2017

Toetsvragen in context	2016 (N=23)	2017 (N=28)	Totaal
Betekenisvolle interactie	20 (87%)	28 (100%)	48 (94%)
<i>type 1) vakinhoud verheldert context</i>	16 (70%)	23 (82%)	39 (76%)
<i>type 2) context verheldert vakinhoud</i>	4 (17%)	5 (18%)	9 (12%)
Geen interactie, toetsvraag niet in context	3 (13%)	0 (0%)	3 (25%)

In het 2017 examen is in alle vragen sprake van een betekenisvolle interactie tussen vakinhoud en context (de meeste vragen zijn van type 1, waarbij de leerling de vakinhoud inzet om de context te begrijpen). In 2016 liggen deze cijfers anders: bij 87% van de vragen heeft de vakinhoud een betekenisvolle interactie met de context. In totaal is er in 94% van de vragen sprake van toetsing-in-context. Bij een klein gedeelte van de toetsvragen die in context gesteld worden is er sprake van een context die de vakinhoud verheldert (type 2). (Zie voorbeeld 3).

Voorbeeld 3: context verheldert vakinhoud (type 2)

2017: I- vraag 3

In deze vraag is de context nodig om de vakinhoud te kunnen begrijpen. Binnen de context gaat het over een onderzoek naar de rol van specifieke groepen binnen het molecuul en de keuze voor een vervanging van het ene aminozuur voor het andere aminozuur. De leerling past wat hij weet over dit onderzoek toe, om de chemische verschillen tussen de groepen te kunnen relateren aan de context.

2016: IV - vraag 22

In deze vraag is de context het zuiveren van silicium door een beschreven proces. De leerling weet door deze context dat de concentratie van de verschillende elementen in het vast silicium zo klein mogelijk dient te zijn (=het zuiveren van silicium). De benodigde vakinhoud is inzicht in de betekenis van de evenwichtsconstante. Door de vakinhoud toe te passen op de context, kan de leerling beredeneren van welk element het meeste wordt verwijderd. De context is hier noodzakelijk om de vraag op te kunnen lossen en verheldert de vakinhoud.

Bij de meeste vragen is er sprake van vakinhoud die de context verheldert (type 1-vraag). Het gaat hier om 76 % van de vragen (zie voorbeeld 4). Door de vraag te beantwoorden krijgt de lezer meer inzicht in de context. Denk bijvoorbeeld aan een scheikundige verklaring van een bepaald proces of verschijnsel.

Voorbeeld 4: vakinhoud verheldert context (type 1)

2016: II – vraag 6

Deze vraag gaat over het snijden van ijzer door middel van snijbranders. Om ijzer te kunnen snijden is een zeer hoge temperatuur nodig. In vraag 6 gaat de leerling de temperatuursverhoging berekenen. De context van de vraag maakt de vakinhoud hier relevant en de vakinhoud verheldert dus de context. Het berekenen van de temperatuursverhoging is in dit geval verhelderend omdat dit maakt dat het ijzer gesneden kan worden.

2017: I- vraag 6

In deze context ontdekken de leerlingen aan de hand van de vragen hoe de structuur van het enzym samenhangt met de eigenschappen (structuur-eigenschap relaties). In vraag 6 berekenen de leerling het percentage moleculen met een bepaalde groep aan de hand van de pH. De werking van het enzym hangt af van de pH. Dat maakt deze berekening relevant in deze context. De berekening laat zien in welke vorm van het molecuul het enzym optimaal functioneert.

De derde categorie betreft vragen waarbij de vakinhoud geen bijdrage levert aan het begrip van de context, of andersom. Dit betreft drie vragen in het examen van 2016. Bij deze vragen is geen sprake van toetsen in context. Bij deze vragen fungeert de aanwezige context vaak als een aanknopingspunt om vragen over bepaalde scheikundestof te kunnen stellen. Het voelt vaak alsof deze contexten 'er aan de haren zijn bijgesleept'. In het 2016 examen zijn drie van dit soort vragen te vinden. In 2017 zijn er geen voorbeelden.

Voorbeeld 5: geen interactie tussen context en toets

2016: I – vraag 1

In deze vraag wordt gestart met een uitleg over de relevantie van Muskus en de belangrijkste geurstof hierin. Deze context is niet meer dan een aanleiding om een kenmerk van deze geurstof te bevragen (namelijk spiegelbeeldisomeren). Zowel de context als de vakinhoud worden er niet duidelijker door gemaakt. Er is dus geen interactie.

2016: III – vraag 11

In vraag 11 geven de leerlingen de reactievergelijking van een hydrolyse van een eiwitfragment. De interactie met context is erg zwak. In de context wordt de hydrolyse-stap die nodig is voor de productie van biogas wel benoemd, maar er is geen relatie tussen het in de vraag genoemde eiwitfragment en de context.

2016: IV – vraag 18

Vraag 18 test de kennis van de leerlingen over dipool-dipoolbindingen. De rol van deze vraag is vooral een inleiding op vraag 19. De leerling wordt door deze vraag vooral op het juiste pad gebracht. Pas in vraag 19 wordt de relatie tussen vakinhoud (dipoolmoment) en context duidelijk.

Om te analyseren in hoeverre er sprake is van het toepassen van vakinhoud binnen verschillende contexten, is gekeken naar examendomeinen die meer dan een keer getoetst werden in een examen. Van deze domeinen is per examen gekeken in hoeverre ze in verschillende contexten terug komen. Verschillende subdomeinen, met name van domein B en C (stoffen en materialen in de chemie/ chemische processen en behoudswetten) worden in veel van de verschillende contexten getoetst. Dit geldt in 2016 voor de subdomeinen B1, B3, C1 en C5. In 2017 geldt dit voor B3, C1, C2, C6 en F2. Alleen B3 en C1 zijn in beide examens wendbaar getoetst.

### 8.2.1.2 Contexten in de examenprogramma's

Relevantie en actualiteit zijn twee speerpunten in Nieuwe Scheikunde (Commissie Vernieuwing Scheikunde, 2003). Deze uiten zich binnen het examen met name in de contexten. In het examen van 2016 is één van de negen contexten te classificeren als maatschappelijk, namelijk de overstap naar een duurzame energievoorziening. Het examen bevat ook een wetenschappelijke context waarin een experiment wordt beschreven. De overige contexten zijn met name gericht op producten en productieprocessen. Ten slotte is één context te classificeren als beroepsgericht. Deze context gaat over het bewerken van ijzer dat wordt gebruikt voor spoorlijnen.

In het examen van 2017 zijn er twee contexten als maatschappelijk en drie als onderzoeksgericht te classificeren. De maatschappelijke contexten zijn gerelateerd aan vraagstukken over duurzame ontwikkeling, namelijk duurzame productie van chemicaliën en waterstof als alternatieve energie bron. In de onderzoeksgerichte contexten wordt onderzoek expliciet genoemd. De zesde context staat in het teken van de productie van computerchips. Deze context is te classificeren als beroepsgericht of technologisch.

Het grootste gedeelte van de contexten (elf van de vijftien) sluiten aan bij de drie contextgebieden die in het examenprogramma expliciet worden benoemd, namelijk duurzaamheid, nieuwe materialen en levende organismen. Contexten die wel in het examenprogramma worden benoemd en niet terugkomen zijn geneesmiddelen, voeding, voedselproductie en transport van stoffen in het lichaam.

### 8.2.1.3 Taligheid van het examen

In tabel 8.5 is een overzicht gegeven van het soort antwoorden dat op de examens van de kandidaten verwacht wordt, om een uitspraak te kunnen doen over de actieve taligheid van het examen: de mate waarin leerlingen antwoord moeten geven met behulp van een of meer volledige zinnen.

Tabel 8.5: *Taligheid van het examen – type antwoord dat gevraagd wordt in de vwo-examens scheikunde in 2016 en 2017*

Soort antwoord	2016			2017		
	aantal vragen	aantal punten	gem. p-waarde	aantal vragen	aantal punten	gem. p-waarde
<i>Totaal</i>	23	69	54,7	28	67	56,0
Tekstueel	8	17	44,3	12	25	51,6
Structuurformules en/of reactievergelijking	5	15	74,0	8	19	65,1
Berekening	7	26	50,6	5	15	53,2
Grafisch	3	11	60,0	2	5	57,3
Overig	0	0	0,0	1	3	63,0

In beide examens moet het grootste deel van de vragen beantwoord worden met een of meer volzinnen, maar er is wel een verschil. In 2016 betreft het acht van de 23 open vragen (30 %), in het 2017 examen gaat het om twaalf van de 28 vragen (40 %).

De relatieve moeilijkheidsgraad laat een coherent beeld zien: in zowel 2016 als 2017 werd relatief goed gescoord met structuurformules, reactievergelijkingen en grafische antwoorden (p-waarde hoger dan de gemiddelde p-waarde van het examen), en slecht op de vragen die tekstueel beantwoord moeten worden. Iets lager dan gemiddeld werd er op de berekeningen gescoord.

Het totale examen omvat in 2016 ongeveer 2950 woorden (het precieze aantal hangt af van het al dan niet meetellen van bijvoorbeeld kop- en voetteksten, vraagnummers, etc), in 2017 ongeveer 3135<sup>40</sup>. De verhouding tussen vraagteksten, informatieteksten en contextteksten is voor iedere opgave geanalyseerd. De resultaten staan in tabel 8.6.

Tabel 8.6: *Taligheid van het examen - verdeling aantal woorden over verschillende tekstcategorieën in de vwo-examens scheikunde in 2016 en 2017*

Opgave		aantal woorden	% vragen <sup>41</sup>	% informatie	% context
<b>Gemiddeld</b>		<b>748</b>	<b>24</b>	<b>54</b>	<b>20</b>
16-I	Nitromusks	595	30	39	29
16-II	Heet	599	22	65	10
16-III	Biogasfabricage uit afval	821	23	43	32
16-IV	99,999% zuiver silicium	935	11	55	28
17-I	PAL	797	29	49	20
17-II	Waterstofopslag in carbazool	609	36	58	6
17-III	Polymeren maken de chip	706	19	60	17
17-IV	Chemicaliën uit biomassa	919	18	65	15

<sup>40</sup> Ter vergelijking de gegevens van een aantal andere vwo examens 2017-I (allemaal drie-uurs examens, alles van bronnenboekjes, vragenboekjes en uitwerkbijlagen samengenomen): Nederlands: 6956 woorden; geschiedenis: 4462 woorden; biologie: 4073 woorden; natuurkunde: 3032 woorden; economie: 2780 woorden; aardrijkskunde: 2588 woorden.

<sup>41</sup> het percentage van het aantal woorden dat gebruikt wordt voor deze categorie (per opgave).

Hoewel de percentages per opgave verschillen, geldt voor alle opgaven dat de meeste woorden gebruikt worden in informatietekst, gevolgd door vraagteksten en daarna context. Gemiddeld zijn de percentages van deze drie soorten tekst: 54 % informatietekst, 24 % vraagtekst en 20 % context.

### **Vragen aan de Focusgroep**

Normering m.b.t. de wisselwerking tussen contexten en concepten:

Komt de wisselwerking tussen concepten en contexten voldoende tot zijn recht in dit scheikunde examen? Wat zijn voorbeelden van een goede aansluiting op de beoogde vernieuwing? Wat behoeft verbetering?

Aspecten:

- contexten per opgave; vragen per context
- situatie v. probleemstelling
- type interactie en noodzaak van de context
- wendbaarheid
- soorten contexten (vwo: vooral maatschappelijk of wetenschappelijk)
- contextgebieden

In hoeverre is de in het examen vereiste taalvaardigheid passend (geschikt, zinvol)?

- actieve taalvaardigheid: beantwoorden open vragen
- passieve taalvaardigheid: lezen van teksten (totaal aantal woorden, verdeling over vraagtekst, infotekst en losse context)

## **8.2.2 Vakinhoudelijke actualiteit en relevantie**

Vakinhoudelijke actualiteit (in deze analyse gedefinieerd als de nieuwe onderwerpen in het examenprogramma) betreft voor scheikunde nieuwe inzichten m.b.t. micro-meso-macro (A12), deeltjesmodellen (schillen, lewis, mesomerie) (B1 1/3 & 12/13), nieuwe materialen (B4 1&2, E1.1), VSEPR(B4.3)(Valentie-Schil-Elektronen-Paar-Repulsie), behoudswetten en kringlopen (C3), reactiemechanisme (C4 3/5), reactiewarmtes (C6 3&4), polymerisatiereacties (D3 2&3), groene Chemie(F2 1/3)(atoomefficiëntie/E-factor), duurzaamheid (F3 1&4), energieomzettingen (G3 1&2).

In het 2016 examen komen vier vragen voor die gaan over nieuwe onderwerpen (20%). Het gaat hierbij om E-factor, lewisstructuur, vormingswarmte en VSEPR. Het 2017 examen bevat ook vier vragen over nieuwe onderwerpen. Het gaat hier om micro-meso-macro (één keer), nieuwe materialen (twee keer), energieomzettingen (één keer) en lewisstructuur (één keer). In totaal komt dus in 14% van de vragen (vier van de 28) een vorm van vakinhoudelijke actualiteit terug.

In drie van de vijftien contexten wordt de actualiteit ook in de tekst duidelijk gemaakt. Het gaat in 2016 om de contexten over biogas en in 2017 om de context chemicaliën uit biomassa. Zoals aangegeven in de vorige paragraaf is in een groot deel van de vragen interactie tussen vakinhoud en context. Dat wil zeggen dat de vakinhoud gebruikt wordt om de context te verhelderen. Dit draagt bij aan de relevantie van de vragen.

Van veertien van de vijftien contexten (93%) is uit de tekst af te leiden dat het gaat om relevante onderwerpen. Het gaat daarbij in de meeste gevallen om relevantie voor het individu als gebruiker van het beschreven product of proces. Daarnaast zien we ook een aantal keer de maatschappelijke relevantie en wetenschappelijke relevantie terugkomen.

Voorbeeld 5: relevantie van contexten

2017: IV

Er wordt in deze context gesproken over chemicaliën uit biomassa, om "het gebruik van aardolie terug te dringen". Uit de tekst is af te leiden dat nu vaak aardolie wordt gebruikt en verandering nodig is.

2016: I

Deze context is relevant als gebruiker van parfum. Over muskus wordt gezegd dat het een geur is die onderdeel uitmaakt van vrijwel alle parfums.

2016: IV en 2017:III

Bij deze vragen wordt het product benoemd waar de vragen relevant voor zijn, namelijk computerchips.

**Vragen aan de Focusgroep**

Normering m.b.t. de (wetenschappelijke) actualiteit en relevantie:

Komt de (wetenschappelijke) actualiteit en relevantie voldoende tot zijn recht in dit scheikunde examen? Wat zijn voorbeelden van een goede aansluiting op de beoogde vernieuwing? Wat behoeft verbetering?

Aspecten:

- actualiteit vernieuwde scheikundige inhoud in vragen
- actualiteit van de contexten
- aantal relevante vragen-in-context
- relevantie van de contexten

### 8.2.3 Samenhang: intern en tussen de bètavakken

Voor de interne samenhang (de samenhang binnen het vak scheikunde) is gekeken naar de mate waarin verschillende onderdelen van de scheikunde binnen een context aan bod komen. Zie tabel 8.7. De grijsgemaakte kolommen geven aan dat het betreffende subdomein in geen enkele context binnen het betreffende examen is getoetst.

Tabel 8.7: *Interne samenhang – subdomeinen per context in de vwo-examens scheikunde in 2016 en 2017*

Context	B1	B2	B3	B4	C1	C2	C3	C4	C5	C6	D1	D3	E1	E2	F1	F2	F3	G1	G2	G3
2016-I.1														x						
2016-I.2																x				
2016-I.3	x																			
2016-I.4									x											
2016-II									x	x										
2016-III.1	x				x	x												x		
2016-III.2					x				x											
2016-IV.1			x	x	x										x					
2016-IV.2			x						x				x							
2017-I.1			x	x	x	x			x									x		
2017-II.1						x				x										
2017-II.2						x				x						x				x
2017-III.1	x		x		x								x	x						
2017-IV.1					x			x												
2017-IV.2	x				x	x						x			x	x				

Elf van de vijftien contexten gaan over meerdere subdomeinen uit het examenprogramma. Uitzonderingen zijn de contexten die horen bij opgave I uit het examen van 2016. In deze contexten wordt maar één onderdeel getoetst; in alle andere contexten worden verschillende onderdelen van de scheikunde getoetst. Domein B (bindingen) en domein C (chemische processen) komen het meeste terug. In een deel van de contexten komt zowel domein B als domein C terug. Vier van de zes contexten in 2017 toetsen vier of meer subdomeinen. Twee contexten toetsen zes subdomeinen. In 2016 worden in zeven van de negen contexten minder dan vier subdomeinen getoetst. Er is hierin dus een groot verschil tussen de beide examens.

Kijken we naar de samenhang tussen verschillende vakken, dan vinden we in 2016 vooral samenhang met wiskunde (zeven vragen) en in 2017 met biologie (twee vragen) en wiskunde (zes vragen). In deze vragen moet gebruik worden gemaakt van een bepaalde vorm van voorgeschreven wiskundige (voor)kennis. Dit zijn met name de vragen waarin het domein C2 (chemisch rekenen) wordt getoetst. Het gaat met name op het rekenen met verhouding, het omrekenen van eenheden en het rekenen met procenten. Daarnaast is er samenhang met biologie te vinden binnen de biologische context van 2017-I, waar de leerling in vraag 4 en 5 over DNA-coderingen wordt bevraagd.

#### **Vragen aan de Focusgroep**

Normering m.b.t. samenhang:

Komt de samenhang (intern en tussen de bètavakken) voldoende tot zijn recht in dit scheikunde examen? Wat zijn voorbeelden van een goede aansluiting op de beoogde vernieuwing? Wat behoeft verbetering?

Aspecten:

- interne samenhang
- andere vakken

#### **8.2.4 Natuurwetenschappelijke denk- en werkwijzen**

We kijken hier naar de aanwezigheid van natuurwetenschappelijk denk- en werkwijzen binnen de contexten en binnen de bevraagde activiteit. In vijf van de vijftien contexten wordt gerefereerd naar het doen van onderzoek (twee keer in 2016, drie keer in 2017), in geen enkele context naar ontwerp- of modelleeractiviteiten. Kijken we naar de bevraagde activiteiten dan zijn er in beide examens vragen die de leerling toetsen op natuurwetenschappelijke denk- en werkwijzen (vraag 4 in 2016 en vragen 3 en 12 in 2017). In deze vragen moet de leerling onderzoekdeelactiviteiten uitvoeren: een onderzoeksopzet bedenken (2016:4), procedurele kennis bij een onderzoek toepassen (2017:3) of grafieken interpreteren (2017:12). Er komen in 2016 en 2017 geen ontwerp- of modelleeractiviteiten voor.

Voorbeeld 6: onderzoeken, ontwerpen in contexten en vragen

2016 – vraag 4 (onderzoeksactiviteit)

In deze context wordt er verwezen naar een hypothese. De leerling bedenkt hoe hij deze hypothese zou kunnen onderzoeken en bij welke uitkomst de hypothese zou worden bevestigd. Dit vergt creativiteit en procedurele kennis over de rol die hypothese vervullen bij het doen van onderzoek.

2017- vraag 3 (onderzoeksactiviteit)

In deze context moet een leerling begrijpen dat bij een vergelijking van onderzoeksobjecten alle omstandigheden zo gelijk mogelijk dienen te worden gehouden. In dit geval wordt de structuur van een eiwit onderzocht en specifiek de rol van een bepaalde groep. Om dit te kunnen doen dient een aminozuur met een zo gelijk mogelijke structuur te worden gebruikt. Het gaat hier om procedurele kennis, die nodig is bij het doen van onderzoek.

2017: IV.2 (context)

Uit de context: "Een Nederlandse onderzoeker heeft in zijn proefschrift een vervolgonderzoek gepubliceerd. Hij heeft onderzocht of uit het onzuivere glutaminezuur twee belangrijke bulkchemicaliën kunnen worden geproduceerd." Vervolgens gaat de leerling met deze context aan de slag.

In de beide examens worden om redeneringen gevraagd. In het 2016 examen zitten zeven vragen waarin de kandidaat moet redeneren. Dit zijn open vragen, waarbij de kandidaat een redentatie moet opstellen. In 2017 moet de kandidaat in tien vragen redeneren. In het A domein wordt redeneren met name vermeld in de termen A12 t/m A15.

Voorbeeld 7: redeneren

2017 – vraag 20

Aan de hand van de twee in de stamtekst uitgelegde grootheden, bouwt een redentatie op over het effect van de concentraties op deze grootheden (etsnelheid en selectiviteit).

2016 – vraag 19

Het gaat hier om een redentatie waarin de leerling laat zien de relatie tussen de molecuulstructuur en een stoffeigenschap (kookpunt) te begrijpen.

**Vragen aan de Focusgroep**

Normering m.b.t. natuurwetenschappelijke denk- en werkwijzen:

Komt de natuurwetenschappelijke denk- en werkwijzen voldoende tot zijn recht in dit scheikunde examen? Wat zijn voorbeelden van een goede aansluiting op de beoogde vernieuwing? Wat behoeft verbetering?

Aspecten:

- onderzoeken, ontwerpen, modelleren
- redeneren



### 8.2.5 Ontstaan en gebruik van natuurwetenschappelijke kennis

In beide examens zijn geen voorbeelden gevonden van vragen over het ontstaan van natuurwetenschappelijke kennis. Ook van het gebruik van natuurwetenschappelijke kennis (analytisch-kritisch denken en wisselwerking tussen natuurwetenschap, samenleving en technologie) zijn geen voorbeelden gevonden.

#### **Vragen aan de Focusgroep**

Normering m.b.t. ontstaan en gebruik van natuurwetenschappelijke kennis:

Komt het ontstaan en gebruik van natuurwetenschappelijke kennis voldoende tot zijn recht in dit scheikunde examen? Wat zijn voorbeelden van een goede aansluiting op de beoogde vernieuwing? Wat heeft verbetering?

Aspecten:

- ontstaan: vragen naar kennis óver natuurwetenschappelijke denk- en werkwijzen
- gebruik: vragen over, verwijzingen naar analytisch-kritisch denken, wisselwerking natuurwetenschap – samenleving – technologie.

### 8.3 Dekking van de syllabus

De aansluiting van de vragen op de syllabus is geanalyseerd op zowel inhoudelijke aansluiting (domeinen B t/m F) als op vaardigheden (domein A). Per vraag is hiertoe gekeken welke scheikundige kennis nodig is en welke handeling van de kandidaat verwacht wordt. Op grond van de benodigde scheikundige kennis is onderzocht bij welke specificatie van de syllabus de vraag behoort, op grond van de verwachte handeling zijn de benodigde vaardigheden vastgesteld.

#### 8.3.1 Dekking van de vakinhoud

In tabel 8.8 is de aansluiting van de vragen op de inhoudelijke (sub)domeinen van het examenprogramma weergegeven. Voor 2016 geldt: één vraag (vraag 4) sluit niet aan op een inhoudelijk subdomein en vier vragen horen bij twee subdomeinen. Voor 2017: één vraag sluit niet aan op een inhoudelijk subdomein (vraag 12) en vier vragen horen bij twee subdomeinen. In zowel het examen van 2016 als 2017 wordt een aantal subdomeinen niet getoetst (grijs gearceerd).

Tabel 8.8: Aanwezigheid van inhoudelijke domeinen en subdomeinen uit het examenprogramma in de vwo-examens scheikunde in 2016 en 2017

Domein	subdomein	2016		2017	
		aantal vragen	totaal	aantal vragen	totaal
B Stoffen en materialen in de chemie	B1	2	6	2	6
	B2	0		0	
	B3	3		3	
	B4	1		1	
C Chemische processen en behoudswetten	C1	4	14	7	15
	C2	1		4	
	C3	0		0	
	C4	0		1	
	C5	6		1	
	C6	3		2	
D Ontwikkelen van chemische kennis	D1	0	0	0	1
	D3	0		1	
E Innovatieve en chemisch onderzoek	E1	1	2	2	3
	E2	1		1	
F Industriële processen	F1	1	2	1	3
	F2	1		2	
	F3	0		0	
G Maatschappij, chemie en technologie	G1	2	2	2	3
	G2	0		0	
	G3	0		1	

### 8.3.2 Dekking van de vaardigheden

Ook voor de vaardigheden die in het CE getoetst kunnen worden is geanalyseerd in hoeverre ze in de examens terugkomen, zie tabel 8.9.

Tabel 8.9: Aanwezigheid van vaardigheidssubdomeinen uit het examenprogramma in de vwo-examens scheikunde in 2016 en 2017

Aantal vragen per subdomein	2016	2017
A1 informatievaardigheden gebruiken	16	16
A2 Communiceren	8	12
A5 Onderzoeken	1	2
A6 Ontwerpen	0	0
A7 Modelleren	0	0
A8 Natuurwetenschappelijk instrumentarium	14	10
A9 Waarderen en oordelen	0	0
A10 Toepassen van chemische concepten	0	3
A11 Redeneren in termen van context-concept	21	28
A12 Redeneren in termen van structureigenschappen	2	2
A13 Redeneren over systemen, verandering en energie	0	6
A14 Redeneren in termen van duurzaamheid	0	3
A15 Redeneren over ontwikkelen van chemische kennis	0	0

Vaardigheid A1 (doelgericht informatie zoeken, beoordelen, selecteren en verwerken) wordt zowel in 2016 als in 2017 zestien keer getest. Het gaat hierbij om vragen waarbij de kandidaat informatie moet halen uit een tekst die niet in of direct voor de vraag staat of waarbij de kandidaat informatie in Binas moet opzoeken.

Voorbeeld 8: vaardigheidsvraag

2017 – vraag 12

In deze vraag gaan de leerlingen aan de hand van vier grafieken beredeneren wat de snelheidsbepalende stap is. Dit vereist een juist gebruik maken van de informatie uit de tekst en het kunnen interpreteren van de grafieken.

Vaardigheid A2 (adequaat schriftelijk, mondeling en digitaal in het publieke domein communiceren over onderwerpen uit het desbetreffende vakgebied) komt strikt genomen niet voor omdat er geen sprake is van het publieke domein, maar wordt afgezien daarvan in alle vragen getoetst, waarvoor een open antwoord met volzinnen vereist is (zie paragraaf 8.2.1.3). Vaardigheid A5 (onderzoeken) komt aan bod ( zie ook paragraaf 8.2.4). A6 en A7 komen niet aan bod. Vaardigheid A8 (natuurwetenschappelijk instrumentarium) komt uitgebreid aan bod, het gaat dan over het halen van informatie uit grafieken en tabellen (in het examen) of het interpreteren van schema's en tekeningen of het uitvoeren van een berekening. De vaardigheid A11 wordt veelvuldig getoetst. Dit komt namelijk tot uiting in alle vragen waarin in context getoetst worden (zie paragraaf 8.2.1.1).

Vaardigheid A12 is een van de vernieuwingen van het examenprogramma en komt zowel in 2016 als in 2017 twee keer terug (zie voorbeeld 9 hieronder). Het gaat hierbij om het redeneren tussen structuur en eigenschap. De p-waardes van de vragen waarin A12 getoetst wordt zijn gemiddeld 26 (lager dan gemiddeld).

Het subdomein A13 is op verschillende manieren te interpreteren. In de analyse is gekozen om te kijken naar de vragen waarbij sprake is van het redeneren in termen van systemen (systemen). Zowel A13 als A14 komen in het examen van 2016 niet terug. Ook de vaardigheden waarderen en oordelen (A9) en kennisontwikkeling (A15) komen in deze examens niet voor.

Voorbeeld 9: Redeneren in termen van structuur-eigenschappen

2017 – vraag 18

In deze vraag moet een leerling op molecuulniveau een verklaring geven voor de oplosbaarheid (eigenschap) van een bepaalde stof. Het gaat hier om een verklaring op basis van de structuurformule.

### **Vragen aan de Focusgroep**

#### Normering

Sluit het examen goed aan op het nieuwe examenprogramma en syllabus? Wat zijn voorbeelden van een goede aansluiting op de beoogde vernieuwing? Wat behoeft verbetering?

#### Aspecten:

- inhoudelijke aansluiting op syllabus
- aansluiting m.b.t. vaardigheden

#### Specifiek t.b.v. scheikunde:

- Voldoet de gekozen interpretatie van subdomein A13 aan de bedoelingen van dit subdomein?
- Is het aantal subdomeinen dat twee jaar achter elkaar niet wordt getoetst reden tot zorg?
- Betekent het aantal niet getoetste onderdelen dat de syllabus overladen is?
- Wordt het vakspecifiek redeneren zoals beschreven in A12 op de juiste manier getoetst?
- Zijn de lage p-waardes van de vragen, waarin A12 wordt getoetst, reden tot zorg?

# 9. Focusgroepverslag biologie havo

## Aanwezigen 21 november 2017

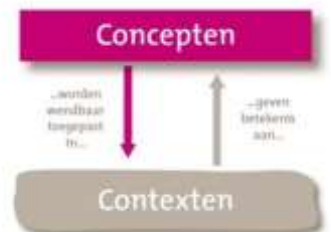
- Kerst Boersma (CVBO)
- Lieke Kievits (docent, lid CVBO)
- Linda Visser (pilotdocent)
- Nora Walsarie Wolff (docent)
- Jacqueline Wooning (CvTE)
- Wilmad Kuiper (SLO, voorzitter)
- Herman Schalk (SLO)
- Ange Taminiau (SLO)
- Annette Koopmans (SLO, verslag)

## Wisselwerking tussen concepten en contexten

***Komt de wisselwerking tussen contexten en concepten voldoende tot zijn recht in deze biologie-examens?***

### Contexten

- In de definitie van context in het analysekader is sprake van problemen en situaties. De CVBO heeft contexten beschreven als handelingspraktijken. De relatie concepten-contexten: het plaatje is precies wat volgens de CVBO eigenlijk vanuit concepten niet kan. De handelingspraktijk ontbreekt in het plaatje. En daarnaast moet je concept en context niet uit elkaar halen. Concepten hebben alleen betekenis binnen een context, concepten buiten een context (zoals in het plaatje) zijn betekenisloos.
- Recontextualiseren is essentieel voor de CVBO, maar komt niet voor in het analysekader en (dus) ook niet in de analyse.



Deze zaken zorgen voor een vertekening in de resultaten. Namelijk:

- Tabel 3.3 *Contexten die worden aangemerkt als handelingspraktijken met hun kenmerken*: er is dus eigenlijk minder gebruik gemaakt van contexten zoals bedoeld door de CVBO, dat blijkt vanuit de analyseresultaten. Resultaten in tabel 3.3 zijn een correcte weergave (daar gaat het over handelingspraktijken). De analyses in tabel 3.2, waar contexten als problemen en situaties worden geanalyseerd, schetsen een te positief beeld. Er kan wel gewerkt worden met probleemstellingen, maar dan wel binnen een handelingspraktijk.
- In de analyse is bewust de ruimere opvatting genomen van contexten. Ook bij leraren bestaan verschillende opvattingen. Contexten worden vaak alleen gebruikt als een kapstok om de vragen aan op te hangen.
- Samenvattend: eigenlijk komt wisselwerking onvoldoende uit de verf, want niet alles is context wat als context wordt benoemd.

### Wendbaarheid (tabel 3.4)

- De weergave van tabel 3.4: *Wendbaarheid* geeft aanleiding tot verwarring. Sommige subdomeinen zijn veel groter dan andere. Ze bevatten veel meer concepten, waardoor meer vragen daarover niets zegt over het wendbaar toepassen van concepten. Wendbaarheid zou daarom eigenlijk op conceptniveau moeten worden geanalyseerd.
- In hoeverre is wendbaarheid binnen een examen te toetsen? Tijd is hierbij de beperkende factor. Wendbaarheid binnen één examen is niet het doel om te toetsen.
- Dit ervaren leraren en leerlingen als overladen:
  - Concepten toetsen die niet in syllabus staan
  - Contexten gebruiken die niet binnen genoemde contextgebieden vallen; op zich toetst dit juist de wendbaarheid. Probleem hierbij is alleen dat docenten denken dat ze dan nog meer moeten aanleren. (Opmerking: in het examenprogramma wordt gesproken van: 'tenminste... bepaalde contexten'. Deze omschrijving is bedoeld om richting te geven, en het verschil havo/vwo te duiden.)
  - En alles wat leidt tot 'aan de veilige kant blijven' veroorzaakt overladenheid.

### Contextgebieden (tabel 3.5):

- Het gebruik van contextgebieden is in 2016 beter gespreid dan in 2015.
- In het havo-examen zouden vooral Beroeps- en leefwereldcontexten worden gebruikt. Dit is in 2016 beter gelukt dan in 2015.
- In een examen kan niet alles getoetst worden; daarom is het goed dat het per jaar wisselt welke context(gebied)en er gebruikt worden, over de jaren heen is het beeld dan wel in balans.
- Kanttekening: sommige contexten zijn als wetenschappelijk betiteld, terwijl het een beroepsgerichte context is. Als voorbeeld wordt de analiste bij het kweken van een resistent aardappelras genoemd. Hoewel dit dus de praktijk van een beroep is, is de vraagstelling wetenschappelijk.
- Moet elke context een handelingspraktijk zijn? Dat levert voor het maken van het examen problemen op. Er is een voorkeur om met minder contexten te werken en deze wel goed uit te werken om de stof breed te kunnen bevragen.
- De gemiddelde docent zal het niet opvallen of de context een handelingspraktijk is en voor hen is de wisselwerking (concept-context) waarschijnlijk voldoende uit de verf gekomen.

### Taligheid van het examen

#### *In hoeverre is de in het examen vereiste taalvaardigheid passend?*

- Het biologie-examen havo heeft niet te veel woorden en is niet te lang. Opgemerkt wordt dat als je al iets wilt zeggen over veranderingen in aantal woorden, het dan niet volstaat om naar de meest recente examens te kijken, dan zou je meerdere jaren terug moeten kijken. Omdat het aantal woorden niet als probleem ervaren wordt is dit echter niet relevant nu.
- Het aantal woorden vergelijken met andere vakken zegt niet alles. Dit hangt soms ook samen met aard van het vak en de bijbehorende contexten of redeneringen. Er zijn allerlei mogelijke oorzaken, die niet alleen afhangen van manier van toetsen. Soms wordt een tekst gebruikt om een nieuwe context in te leiden. Dit is wel een worsteling, want wat weten leerlingen al en wat moet je uitleggen? Past het bij wat al in syllabus staat of is meer uitleg nodig?
- In sommige opgaven zitten overbodige tekstblokken. Daarmee belast je leerlingen onnodig en je toetst taligheid i.p.v. biologische kennis. Gebruik zo mogelijk plaatjes (een plaatje zegt meer dan 1000 woorden...), zoals bijvoorbeeld bij de Biobag een goede keuze was geweest.
- Tijdgebrek: laatste jaren hoort men daar weinig klachten over.
- Bij contexten is taal wel nodig; ook vaktaal. Hoort er wel bij.

- Vermijd ouderwetse woorden, zeker bij havo ('verknocht' wordt als voorbeeld genoemd, al is dat niet uit deze examens). Ook staan er soms overbodige termen in, bijvoorbeeld de term 'scintillons', de naam van speciale organellen bij zeevonken. De vraag die op deze info volgt gaat over een reactie die in die organellen plaatsvindt, maar daarvoor is de naam eigenlijk niet relevant.
- Scholen trainen leerlingen op goed formuleren van antwoorden. Dit kan punten opleveren. Goed om te leren formuleren, dit zou een basisvaardigheid moeten zijn. Belangrijk is dat er een goede balans is in vragen met veel formulering/taal en meerkeuze en die balans is nu wel goed.
- Daarnaast is winst te behalen bij het antwoordmodel; soms is het krijgen van wel of geen punten afhankelijk van de formulering. Voor goed geformuleerde antwoorden zouden punt(en) gehaald moeten kunnen worden.

### **(Wetenschappelijke) actualiteit en relevantie**

***Komt de (wetenschappelijke) actualiteit en relevantie voldoende tot zijn recht in dit biologie-examen?***

- Examens van de afgelopen jaren tonen fris en actueel, en dat vinden de leerlingen ook. Kijk uit voor versimpeling. Het hoeft niet alleen over nieuwe dingen te gaan. Bestaande zaken kunnen ook actueel zijn.

### **Afstemming en samenhang: intern en tussen de bètavakken**

***Komt de afstemming en samenhang (intern en tussen de bètavakken) voldoende tot zijn recht in dit biologie-examen?***

- In vraag 38-2016 wordt gevraagd naar de hoeveelheid P. P komt niet voor in de syllabus (N wel). Sommige chemische kennis wordt bekend verondersteld om een biologisch probleem op te lossen; dat is niet per se een knelpunt. Al lijkt dat in de genoemde vraag geen biologisch maar een chemisch probleem opgelost moet worden.
- Kennis/voorkennis uit andere vakken of het SE mag als bekend verondersteld worden, maar moet geen toetsdoel zijn.

### **Ontstaan en gebruik van natuurwetenschappelijke kennis**

***Komen de natuurwetenschappelijke denk- en werkwijzen voldoende tot hun recht in dit biologie-examen?***

De eindtermen die gelinkt zijn aan het indalen van ANW zijn in het examen niet echt terug te vinden. Waarschijnlijk zal het ook in het onderwijs weinig aandacht krijgen.

### **Aansluiting op de syllabus**

***Sluit het examen goed aan op het nieuwe examenprogramma en syllabus?***

#### **Vakinhoud**

- In de examens komen concepten voor die niet in de syllabus staan. Voor sommige concepten geldt dat ze in de onderbouw worden aangeboden of in Binas te vinden zijn. Binas is niet bedoeld om de CE-stof uit te breiden, daarnaast is Binas voor havo én vwo.
- Soms worden synoniemen gebruikt voor concepten die wel in de syllabus staan. Graag het concept uit de syllabus gebruiken.
- Sommige concepten horen wel in de syllabus thuis (zoals koolstofassimilatie).
- Aantal concepten horen in de vwo-stof thuis (zoals populatiegrootte) Advies: syllabi havo en vwo nog eens goed naast elkaar leggen.

- De examens bevatten weinig menskunde en veel ecologie. Dat is niet altijd (vaak niet) in lijn met wat wordt onderwezen, wat leerlingen soms als frustrerend ervaren.
- Wat betreft de relatieve dekking van de subdomeinen: die verschillen erg in grootte, maar aantallen concepten zeggen ook niet alles. Het tellen is dus moeilijk te interpreteren.

### **Vaardigheden**

- Er worden weinig redeneringen gevraagd. De meningen zijn verdeeld of die er meer in zouden moeten. Leerlingen worden opgeleid in kritisch redeneren en denkstapjes maken in contexten. Dat is nu nodig in bijna de helft van de vragen. Dat lijkt behoorlijk; het moet substantieel zijn en blijven.
- Het zijn vaak ook wel erg lastige vragen om na te kijken, het antwoordmodel mag duidelijker. Oplossing: als bepaalde elementen of woorden nodig zijn in het antwoord, dan moet je die ook afzonderlijk kunnen scoren. Maak het antwoordmodel zo specifiek mogelijk. Je wilt eigenlijk scoren of de leerling het begrepen heeft, maar dat is vaak heel lastig vast te stellen.
- Argumenten noemen is in de analyse terecht niet als redeneren beoordeeld.
- Een aantal vaardigheden is niet naar voren gekomen in het examen. Die komen op den duur wel aan bod in het CE. Aan modelvorming en ontwerpen wordt gewerkt. De vraag is of het ook in het onderwijs aan bod komt. Wanneer het in de toekomst in het CE wordt getoetst zal het ook meer druk leggen op het lesprogramma? Overladenheid speelt wel een rol.
- Vraag van CvTE: moeten vaardigheden altijd in toetsen gekoppeld zijn aan een inhoudelijk domein? Of mogen vaardigheden uit subdomein A 5/6/7 ook 'los' getoetst worden?  
Reactie: vaardigheden moeten wel relevant zijn binnen de context. Maar hoeft niet per se een inhoudelijk concept te toetsen. Dus het eerstgenoemde principe kan wat losgelaten worden (gebeurt inmiddels al).
- Volgens de analyse zijn er geen vragen op het hoogste beheersingsniveau. De analyse is gebaseerd op handelingswerkwoorden en op taalgebruik. De meeste docenten ervaren veel nieuwe contexten, maar weinig tot geen inzichtvragen.

### **Conclusies**

De examens waren goed:

- van lengte
- m.b.t. actualiteit
- in de balans open vragen / meerkeuzevragen.

De examens zouden beter kunnen:

- in de wisselwerking context-concept door het onjuist gebruik van contexten
- m.b.t. spreiding van vaardigheden
- m.b.t. redeneer- en inzichtvragen

### **Aanbevelingen m.b.t.:**

- Contexten: *less is more*: beter minder contexten en deze goed uitwerken.
- Taal: bekijk de teksten kritisch, verwijder overbodige tekstgedeelten en gebruik waar mogelijk (ook) figuren
- Syllabus: streef naar een evenwichtiger dekking van subdomeinen, begrippen en vaardigheden
- Hogere orde denkvaardigheden (inzichtvragen): streven om deze (meer) in CE opnemen
- Vaardigheden: probeer ook de lastig, maar niet onmogelijk, te toetsen vaardigheden op te nemen in het CE.



# 10. Focusgroepverslag biologie vwo

## Aanwezigen 27 november 2017

- Nora Walsarie-Wolff (docente biologie)
- Dennis See (pilotdocent biologie)
- Jacqueline Wooning (CvTE)
- Kerst Boersma (CVBO)
- Herman Schalk (SLO)
- Ange Taminiau (SLO)
- Wilmad Kuiper(SLO)
- Elvira Folmer (SLO)

## Wisselwerking concepten en contexten

- Toelichting vanuit de CVBO. Twee bezwaren genoemd vanwege gevolgen voor opbrengst:
  1. Er wordt wel vermeld dat de CVBO alleen handelingspraktijken als contexten ziet maar dat de analyse toch ook situaties en problemen als contexten beschouwt. Die begrippen blijven door elkaar lopen. Een situatie of probleemstelling alleen is voor de CVBO geen context. Probleemstelling en situaties spelen zich af in handelingspraktijken. Een handelingspraktijk bedt probleemsituaties in. In de visie van de CVBO bevat het examen dus veel minder contexten dan de analyse vermeldt.
  2. Recontextualiseren komt niet voor in analysekader en analyse en ook niet in het examen. Redenering in het analysekader is dat concepten en contexten echt van elkaar gescheiden kunnen worden. Voor de CVBO geldt dat niet: concepten en contexten zijn altijd aan elkaar verbonden. In verschillende handelingspraktijken zullen concepten verschillende betekenissen hebben.
- Wat is dan wendbaar toepassen van een concept? Dat kan nog steeds, het hangt er echter van af wat je verstaat onder verschil. Er zijn concepten die echt van betekenis veranderen in verschillende handelingspraktijken, er zijn er ook die niet veranderen. Bijvoorbeeld het begrip 'gedrag': de betekenis daarvan lijkt dezelfde te blijven in verschillende handelingspraktijken.
- Conclusie: het analysekader (probleemstelling/situatie) doet onvoldoende recht aan de concept-contextbenadering bij de CVBO. De rapportage levert daarmee deels een vertekend beeld. Tabel 4.3 vindt Kerst in essentie een bruikbaar deel van de analyse en dat doet dan recht aan de visie van de CVBO.
- Dat wat de CVBO wilde is niet volledig in methoden, bij docenten en bij de leerlingen terecht gekomen. CvTE is zich er wel van bewust, maar het is soms gekunsteld om in opgaven een deelnemer op te nemen. Er wordt opgemerkt dat sommige contexten eenvoudig aan te passen zijn tot een handelingspraktijk. Jacqueline vraagt deze ideeën door te geven. Niet alle contexten zijn handelingspraktijken in examens, deels zijn ze probleemstellingen of situaties. Soms is er voor leerlingen ook geen behoefte aan handelingspraktijken, soms is dat voor leerlingen wel behulpzaam.
- Ondanks het feit dat de CVBO niet alle 'contexten' die in de analyse onderscheiden zijn als een context beschouwt, worden de meeste contexten gewaardeerd.

- Opgave Bloedtransfusie: twee contexten waarvan één een handelingspraktijk. Meerdere contexten in een opgave is oké, maar daarna weer teruggaan naar de eerste context is wel lastig voor leerlingen. Leerlingen ervaren dat als 'van de hak op tak', ze raken de draad kwijt en weten niet meer waar het over gaat. Je zou dan een verhaallijn moeten gebruiken die leerlingen ervaren als een doorlopend verhaal waar wel contextwisselingen in op kunnen treden. Het moet alleen geen boek worden, dat examen.
- Bedoeling van de context in een examen is dat alle vragen ook over die context gaan en dat is niet altijd zo. Het is ook onmogelijk om alle vragen zo te maken dat de context noodzakelijk is voor die vragen gezien het feit dat je in een examen een syllabus af moet dekken. Er wordt geprobeerd dat zo goed mogelijk te doen. Niet zo erg dat er af en toe een vraag buiten de context valt, maar moet wel een goede balans. Was 10 en 11 keer zo in 2016 en 2017. Gaat wel om hoe die vragen zijn verdeeld over de opgaven. Als dat netjes is verdeeld dan is het acceptabel. Zeven achter elkaar (zoals in 2017) is bijvoorbeeld niet acceptabel. Je hebt ook reproductievragen nodig; begrip toetsen zonder toepassing. Nora en Dennis vinden een kwart van de vragen wel veel, Jacqueline vindt het acceptabel. Kerst geeft aan dat het een andere manier van denken vraagt over de functie van vakinhoud om de dingen om je heen te begrijpen en je kunt niet verwachten dat dat gelijk door is vertaald in het examen, dat kost tijd. Dat kost tien tot vijftien jaar. Het is mooi dat we tenminste goede voorbeelden in examens hebben. Op zich op dit moment niet slecht, maar zou mooi zijn als het aantal vragen waarvoor de context niet noodzakelijk is kleiner wordt.
- Type contexten (tabel 4.4): het is een poging om iets van wendbaarheid te laten zien, maar je kan in die analyse best gaten schieten. Kun je wendbaarheid wel toetsen in een examen? Dan zou je expliciet moeten vragen te recontextualiseren, dat kan, maar of je dat moet willen is de vraag; waarschijnlijk niet.
- Tabel 4.5 (categorieën contexten): verdeling over categorieën. Bij vwo ligt het voor de hand dat je met name wetenschappelijke contexten aanbiedt. Ook goed dat je beroepscontexten aanbiedt. Verdeling best prima. Verschil 16 en 17 beroepscontexten is erg groot maar wellicht toeval. Overall prima verdeling.
- Tabel 4.5 (contextgebieden): veel voeding in 2016, drie in 2017 niet. Pakt volgend jaar wellicht ook weer anders uit. Hoeft niet op gestuurd te worden, wordt niet als een probleem gezien.

### **(Wetenschappelijke) actualiteit en relevantie**

- Actualiteit is goed verzorgd in beide examens. Was ook altijd al goed in de examens.

### **Afstemming en samenhang binnen en tussen bètavakken**

- Interne samenhang: blij met vragen over systeemdenken, daarmee kun je samenhang binnen biologie laten zien. Ook contexten over meerdere subdomeinen is daarvoor een goede manier en daar is voldoende sprake van.
- Tussen bètavakken: domein A wel, maar meer niet. In de syllabus staat wel de vereiste voorkennis van andere vakken. Heeft niets te maken met samenhang/afstemming tussen vakken. Als je het er niet in stopt komt het er ook niet uit. Roept wel de vraag of je die voorkennis apart moet willen toetsen; nee, het is verwachte voorkennis en meer niet.

## Natuurwetenschappelijke denk- en werkwijzen, ontstaan en gebruik van natuurwetenschappelijke kennis en taligheid examens

- Aantal woorden bij vwo geen probleem (aantal woorden moet in 2017 ook rond de 4300 zijn). Lay-out van sommige vragen kan wel beter. Er wordt bij de beschrijving van contexten nauwelijks gewerkt met alinea's of iets dergelijks. Voor dyslecten erg lastig. De contextbeschrijving op bladzijde 9 in examens 2017 loopt helemaal achter elkaar door. Door daar alinea's in te onderscheiden kun je leerlingen wel helpen. Vergelijk de tekst in het kader op bladzijde 8.
- Is alle informatie die in een examen staat nodig? Algemeen advies: wees kien op begrippen die er niet direct toe doen en laat die weg. Het is geen begrijpend lezen.
- Taal goed op vwo-niveau.
- Vragen waarin het hoogste niveau van beargumenteren wordt gevraagd zijn er maar beperkt: bij 55 vragen blijkt sprake van een lager beheersingsniveau dan in de eindterm. Dat is veel.
- Actieve taligheid; beantwoording van open vragen. Hoge aantal open vragen prima voor vwo, maar stelt wel hoge eisen aan het correctiemodel. Wel belangrijk punt om nog eens naar te kijken.

## Dekking van de syllabus

- Tabel 9 (inhoud): De grootte van de subdomeinen verschilt waardoor de tabel niet zo heel veel zegt. Je moet wel streven naar een beetje balans over die subdomeinen.
- Tabel 11 (vaardigheden): ontwerpen en modelvorming zit er niet in. Het aanleren van een bepaald programma waarmee je een model kunt maken kost veel tijd. Nora weet niet of het haalbaar is. Het werken met modellen vindt ze belangrijk, maar er is een verschil tussen modellen bouwen en met modellen werken. Zoals nu geformuleerd staat gaat het over modellen bouwen (in de syllabus). Hoe het er nu staat in de syllabus toetsen dat gaat niet. Modelvorming omvat ook meer dan computer modeling. Je zou wel naar de docenten moeten communiceren wat er wordt bedoeld. Het is wel onderdeel van het SE, maar niet haalbaar zoals het in de syllabus staat. Zit ook weinig in de methodes. Conclusie: zit niet in het CE en wordt ook weinig aandacht aan besteed in het onderwijs zelf. De syllabus is met weinig praktijkervaring in het hoofd vastgesteld. Spanning tussen CE, de syllabus en het onderwijs. Discussie over de syllabus lijkt hier op zijn plek. Bij natuurkunde wordt wel serieus gemodelleerd. Bij biologie moeten leerlingen die geen natuurkunde in hun hebben het dan nog leren.
- Argumenteren mager; waardelen en oordelen (p. 20). Het vragen naar een argument ergens voor is nog niet hetzelfde als argumenteren/een argumentering opzetten (dat zijn meestal driepunsvragen en die zitten weinig in deze examens).
- Bij 14 van de 76 vragen was sprake van biologische begrippen die nodig waren om de vraag te beantwoorden, die niet in de syllabus stonden. Wees kien op begrippen die niet nodig zijn. De syllabus is bedoeld als voorbereiding op het examen dus dat moet wel consistent zijn met het examen. Moet die syllabus een lesboek worden, dat is het niet. Je beschrijft wat ze moeten kunnen en daar vallen dan nog meer dingen onder. Je kunt ook niet volledig zijn. Moet je er dan wat uit gaan halen om de schijn tegen te gaan dat het wel compleet is? Je kunt wel begrippen buiten de syllabus gebruiken maar leg ze dan voor leerlingen uit in de tekst. Zo zou het ook moeten zijn. Syllabus moet in principe richtinggevend zijn maar niet dekkend. Dat wat in Binas staat en niet in de syllabus moet niet het toetsdoel zijn.



# 11. Focusgroepverslag natuurkunde havo

## Aanwezigen 18 april 2017

- Chris van Weert (IOBT)
- Jacqueline Wooning (CvTE)
- Kees Hooyman (pilotdocent)
- Karsten Köhler (pilotdocent)
- Yvonne Dietzenbacher (niet-pilotdocent)
- Wilmad Kuiper (SLO, voorzitter)
- Jos Paus (SLO)
- Erik Woldhuis (SLO)
- Elvira Folmer (SLO, verslag)

## Wisselwerking concepten en contexten

***Komt de wisselwerking tussen concepten en contexten voldoende tot zijn recht in de natuurkunde examens?***

### Belangrijkste conclusies

- In de analyse is uitgegaan van contexten zoals gepropageerd door de vernieuwingscommissies vanuit een didactische optiek: een context is een situatie met achterliggende probleemstelling/situatie/vraag (zie bijlage 5.2). In de examens worden contexten uitsluitend gepresenteerd als situaties. Dit is een verenging van het begrip context. Hierbij dient wel te worden opgemerkt dat het gebruik van contexten in examens wat anders is dan het gebruik van contexten in de lessen.
- Er is ruimte voor verbetering van het examen en dat zou kunnen door leerlingen aan te zetten om zelf achter de probleemstelling te komen bij een vraag die gesteld wordt.
- Grosso modo: grote waardering voor deze havo-examens in vergelijking met de centrale examens van vóór de vernieuwing. Havo past heel erg bij wat leerlingen aan het doen zijn en wat ze gaan doen. Geen theezakjesmodel meer, echt een havo-examen geworden, sterk verbeterd

### Overige opmerkingen

- Er is discussie over A2 in de tabel 5.1: *context verheldert vakinhoud*. Je zou A dan niet moeten splitsen in A1 en A2. Beperk het tot A *betekenisvolle interactie* en B *context noodzakelijk*. Opvallend verschil hier tussen 2015 en 2016. De vernieuwingscommissie (bij monde van Chris) is niet gelukkig met het centraal examen 2015, daar waar het gebruik van contexten betreft. Over het centraal examen 2016 is men op dit punt meer tevreden. Bij 2015 zijn in een laat stadium nog noodoperaties uitgevoerd, waaronder een opgavewissel. CvTE vindt 2016 ook een beter examen. 19% bij 2016 *context niet nodig* is wel netjes. Chris vindt dat alle vragen wel gekoppeld moeten zijn aan de geschetste situatie. Jacqueline geeft aan dat dat niet het kwaliteitscriterium is van CvTE. Dat het in het kader van consistentie van een examenvraag geen eis is, vindt Chris vreemd. In de constructieopdracht staat dat het streven is dat voor elke vraag de context relevant moet zijn (in de praktijk is dit vaak moeilijk te verenigen met de eis dat er een goede spreiding over de subdomeinen moet zijn). Volgens Jacqueline kan een subvraag toetstechnisch nog steeds goed zijn ook als deze los staat van de gegeven context.

- Wendbaarheid: tabel 5.2. Er is discussie over de definitie van wendbaarheid. Is het zinvol te kijken naar wendbaarheid binnen één examen? In de zin van dat een domein in verschillende contexten binnen hetzelfde examen voorkomt? CvTE heeft juist als uitgangspunt dat daarvan geen sprake moet zijn in het examen. CvTE wil voorkomen dat een en hetzelfde domein meerdere malen aan de orde komt.
- Leuk aan het examen is dat er diverse contexten en interactievormen langs komen. Dat verrijkt het examen. Vroeger was het vaak alleen maar 'bereken', nu veel meer 'leg uit'.

### **(Wetenschappelijke) actualiteit en relevantie**

***Komt de (wetenschappelijke) actualiteit en relevantie voldoende tot zijn recht in deze natuurkunde examens?***

#### **Belangrijkste conclusies**

- Actualiteit: in deze examens is nog te weinig aandacht voor de nieuwe onderwerpen. Domein B2 (nieuwe technieken medische beeldvorming) en H (natuurkunde en technologie) zitten er te weinig in. Wat je met domein H kunt in de examens vergt nadere doordinking. Kees merkt in dit kader op dat sommige nieuwe elementen (bijvoorbeeld D1) vaag zijn waardoor je er eigenlijk niet zoveel mee kan.
- Relevantie: in 2015 allemaal dingen die leerlingen nog wel in hun eigen omgeving terug kunnen vinden. Interessant en herkenbaar voor leerlingen. Die mening wordt gedeeld voor beide examens. Kortom: relevantie komt goed tot zijn recht.

### **Afstemming en samenhang binnen en tussen bètavakken**

***Komt de afstemming en samenhang (intern en tussen de bètavakken) voldoende tot zijn recht in deze natuurkunde examens?***

- Afstemming tussen bi/sk is er gekomen door een deel van domein A 'eensluitend' te maken. Afstemming na/wi is er niet vanwege het faseverschil in de tijd waarin de programma's ontwikkeld zijn.
- De ambitie bij de vakvernieuwing was hoger, maar heeft geen weerslag gevonden in het examenprogramma. Het examen is daarvan een afspiegeling. Je kunt je wel afvragen of er niet meer gedaan zou moeten worden met de afstemming tussen natuurkunde en wiskunde.

### **Natuurwetenschappelijke denk- en werkwijzen**

***Komen de natuurwetenschappelijke denk- en werkwijzen voldoende tot hun recht in deze natuurkunde examens?***

- In 2016 komen deelactiviteiten uit onderzoeken, ontwerpen, modelleren niet voor, dat is wel erg weinig. Het zou er altijd in moeten zitten. Er liggen daarvoor genoeg aanknopingspunten in de syllabus.
- Er is in ieder geval op het punt van onderzoeken meer mogelijk dan nu, daar ligt wel een uitdaging om dat ieder jaar meer voor het voetlicht te krijgen in het CE.

### **Ontstaan en gebruik van natuurwetenschappelijke kennis.**

***Komen het ontstaan en gebruik van natuurwetenschappelijke kennis voldoende tot hun recht in deze natuurkunde examens?***

- Dit betreft domein A10: kennisontwikkeling en toepassing. Daarvan staat geen nadere specificatie in de syllabus. Het is daarom moeilijk hierover een oordeel te geven.

## **Taligheid van het examen**

### ***In hoeverre is de in deze examens vereiste taalvaardigheid passend?***

- Beperkte taligheid door het gebruik van situaties in plaats van contexten. De situaties zijn zeer feitelijk beschreven.
- De gebruikte teksten zijn passend; leerlingen hebben hier geen moeite mee.
- Er zouden wel meer open redeneervragen opgenomen kunnen worden. Dat is voor leerlingen en voor docenten (vanwege het beoordelen) moeilijker maar een kwestie van oefenen. Laten we zeggen in iedere opgave één open redeneervraag, dan zit je op ongeveer vijf vragen waarbij een tekst als antwoord is vereist.

## **Dekking van de syllabus**

### ***Sluiten deze examens goed aan op de nieuwe examenprogramma's en syllabi?***

- De examens sluiten goed aan bij de programma's en syllabi. Daar waar dat minder goed is (kleine inconsistenties) heeft dat niet tot problemen geleid.
- Er zit wel een spanning ten aanzien van de aandacht voor vaardigheden en het domein H in het examen.
- De opmerking in de syllabus "Bij het maken van het centraal examen wordt ernaar gestreefd dat 50% van het totaal aantal scorepunten dat door de kandidaat behaald kan worden, afkomstig is van vragen waarbij voor de beantwoording een expliciete berekening noodzakelijk is " wordt verschillend geïnterpreteerd door CvTE en SLO. CvTE kijkt naar de verdeling van scorepunten, SLO naar vragen. Er zal moeten worden uitgezocht welke interpretatie volgens het veld wenselijk is.





# 12. Focusgroepverslag natuurkunde vwo

## Aanwezigen 14 november 2017

- Kees Hooyman (pilotdocent)
- Merijn van der Meer (niet-pilotdocent)
- Lodewijk Koopman (niet-pilotdocent)
- Chris van Weert (IOBT)
- Jacqueline Wooning (CvTE)
- Wilmad Kuiper (SLO, voorzitter)
- Jos Paus (SLO)
- Erik Woldhuis (SLO)
- Maud Heijnen (SLO, verslag)

## Wisselwerking concepten en contexten

*Komt de wisselwerking tussen concepten en contexten voldoende tot zijn recht in deze natuurkunde examens?*

### Conclusies

- De wisselwerking tussen concepten en contexten is een belangrijk vernieuwingsaspect. Men vindt dat binnen een substantieel deel van het examen ruimte moet zijn voor deze wisselwerking. Deze examen doen daartoe een poging maar als je kijkt naar kwaliteit van de contexten is er ruimte voor verbetering. Hier worden de volgende opmerkingen over gemaakt:
  - Soms is een context die wordt gebruikt in deze examens verwarrend, omdat de context inconsistent/niet realistisch is, zoals bij opgave 3 uit het examen van 2017 (voorbeeld 3/4, paragraaf 6.3.1.1). In deze opgave zouden de leerlingen die de context serieus nemen in de war kunnen raken, terwijl de leerlingen die zich niks van de context aantrekken makkelijk scoren.
  - Verder moet het kringetje/de cyclus rond zijn bij een probleemstelling als context: er moet aan leerlingen gevraagd worden betekenis te geven aan wat in de slotvraag berekend is. Dat gebeurt nu te weinig. Op het moment dat je dit niet doet, is het verhaal er omheen niet nodig, zoals bij opgave 3 uit het examen van 2017 (voorbeeld 3/4, paragraaf 6.3.1.1).
  - Leerlingen moeten in de gaten hebben waar het over gaat en dit moet je belonen. De interactie tussen concept en context kun je niet los zien van dat wat er uiteindelijk beoordeeld wordt. Dit moet in de vraagstelling doorklinken en leerlingen moeten daarvoor beloond worden.
  - Contexten die niet noodzakelijk zijn, moeten worden vermeden in de examens.

### Overige opmerkingen

- De volgende opmerking uit de focusgroep analyse CE natuurkunde havo 2015 en 2016 geldt ook voor de focusgroep analyse CE natuurkunde vwo 2016 en 2017: Er is discussie over type A2 in tabel 6.4. Je zou A dan niet moeten splitsen in type A1 en A2. Beperk het tot A *betekenisvolle interactie* en B *context noodzakelijk*.
- Er is discussie over de vraag of bij de analyse van de wisselwerking tussen concepten en contexten in de examens de correctievoorschriften hadden moeten worden betrokken. Chris vindt dat de interpretatie van de vraag in het correctievoorschrift ligt, dus dat je de interactie tussen concepten en contexten in het examen niet los kan zien van het correctievoorschrift. Jacqueline vindt dat je deze interactie als het goed is uit de vraag zou moeten kunnen halen, omdat je in het correctievoorstel niets mag eisen dat niet gevraagd is.

### **(Wetenschappelijke) actualiteit en relevantie**

***Komt de (wetenschappelijke) actualiteit en relevantie voldoende tot zijn recht in deze natuurkunde examens?***

#### Conclusie

- Actualiteit en relevantie komt voldoende tot zijn recht. Er zijn een aantal suggesties gedaan om dit in de toekomst nog te vergroten.

### Overige opmerkingen

- Men vindt dat de actualiteit of relevantie voor de leerlingen niet herkenbaar hoeft te zijn in de examenopgaven. Wel moeten vakgenoten dit zien. Chris geeft aan dat het hier gaat om de terugkoppeling naar de klas, ook wel de loop naar het onderwijs. In het examen moeten (wetenschappelijke) actualiteit en relevantie zichtbaar zijn om leraren te stimuleren dit te gebruiken in hun lessen.
- Kees vindt de examens een groot NT-gehalte hebben en weinig NG, terwijl er veel leerlingen zijn met een NG-profiel (die geneeskunde willen gaan studeren). Een nuancering van Jacqueline na de focusgroep: van de 17165 examenkandidaten in 2017 had 10289 een dubbelprofiel NG/NT, 3152 een NT-profiel en 3341 een NG-profiel.

### **Afstemming en samenhang binnen en tussen bètavakken**

***Komt de afstemming en samenhang (intern en tussen de bètavakken) voldoende tot zijn recht in deze natuurkunde examens?***

#### Conclusies

- De afstemming en samenhang (intern en tussen de vakken natuurkunde en wiskunde) komt voldoende tot zijn recht in deze natuurkunde examens:
  - interne samenhang: De meeste vragen gaan over meerdere subdomeinen. In de vwo-examens zie je dit meer terug dan bij de havo-examens. Men is het erover eens dat dit ook past op het vwo.
  - wiskunde: Dat bij ongeveer twee derde van de vragen in het vwo gebruik moet worden gemaakt van wiskunde kennis wekt geen verbazing. En de wiskunde die in het examen zit, heb je minimaal nodig om vaardig te kunnen zijn in de natuurkunde.

### Overige opmerkingen

- Omdat samenhang met andere bètavakken niet in het examenprogramma is opgenomen en dus ook niet in de syllabus, komt het niet voor in de examens. Een aantal docenten geeft aan dat het mooi was geweest als het wel in het examenprogramma had gezeten.

## **Natuurwetenschappelijke denk- en werkwijzen**

***Komen de natuurwetenschappelijke denk- en werkwijzen voldoende tot hun recht in deze natuurkunde examens?***

### **Conclusies**

- Men vindt dat de natuurwetenschappelijke denk- en werkwijzen (onderzoeken, ontwerpen, modelleren, redeneren) weinig aan de orde komen in de examens (zie paragraaf 6.4.2). Dat zou beter kunnen. Wel vinden de docenten dat deze vaardigheden per definitie verbonden moeten zijn met de vakinhoud in de examens.

### **Overige opmerkingen**

- Jacqueline merkt op dat examenmakers zich beperkt voelen door de volgende zin in het examenprogramma: "Het centraal examen heeft betrekking op de (sub)domeinen B1, B2, C1, C2, C3, D1, D2, E2, F1 en H in combinatie met de vaardigheden uit domein A." De docenten vinden dat domein A toetsen moet kunnen, zolang domein A maar over natuurkunde/de vakinhoud gaat en relevant is binnen de context.

## **Ontstaan en gebruik van natuurwetenschappelijke kennis**

***Komen het ontstaan en gebruik van natuurwetenschappelijke kennis voldoende tot hun recht in deze natuurkunde examens?***

### **Conclusie**

Iedereen onderkent dat hier niks mee wordt gedaan in de bestudeerde examens, zoals in de analyse naar voren komt. Het ontbreken van aandacht hiervoor wordt echter niet als een probleem beschouwd.

## **Taligheid van het examen**

***In hoeverre is de in deze examens vereiste taalvaardigheid passend?***

### **Conclusies**

- M.b.t. taligheid van contexten: In een examen zouden er misschien twee contexten moeten zitten die volledig zijn aangekleed, de rest van de contexten in het examen zou beperkt moeten blijven tot een situatie met betekenisvolle vragen. Verder vindt men: schrap onnodige tekst.
- Men vindt dat deze examens te lang zijn. Per vraag heeft de leerling 5,6 minuten (bij 32 vragen incl. streepjes/denkstappen) en 7,2 minuten (bij 25 vragen). Dit is niet te doen. Jacqueline merkt op dat dit van meerdere factoren afhangt, namelijk de hoeveelheid tekst, de complexiteit van tekst, de aard van tekst etc., maar geeft wel aan dat de lengte van het examen een aandachtspunt is voor het CvTE. We zijn op zoek naar een goede balans: je wilt een context goed aankleden om er een mooi geheel van te maken, maar de leerling ook niet te veel leeswerk geven.

### **Overige opmerkingen**

- M.b.t. de analyse: Chris merkt op dat er wordt gerekend met 25 vragen per examen in de analyse (zie paragraaf 3.1.3, blz. 5). Het doet meer recht om te zeggen dat er 32 vragen zijn per examen; die streepjes/denkstappen hebben namelijk een betekenis.

### **Dekking van de syllabus**

*Sluiten deze examens goed aan op het nieuwe examenprogramma en de syllabus?*

#### **Conclusies**

- Men vindt dat er inhoudelijk een lichte onbalans is ten gunste van domein C in de examens van 2016 en 2017 (zie paragraaf 4.1, blz. 12, tabel). Daarbij merkt men wel op dat het een uitdaging is om een goede balans in een examen te krijgen.
- (Herhaling eerder punt): Men vindt dat de natuurwetenschappelijke denk- en werkwijzen (onderzoeken, ontwerpen, modelleren) mager aan de orde komen in de examens (zie paragraaf 4.2, blz. 12, tabel). Deze vaardigheden zouden meer aan bod kunnen komen. Wel vinden de docenten dat deze vaardigheden per definitie verbonden moeten zijn met de vakinhoud in de examens.

#### **Overige opmerkingen**

- M.b.t. de analyse: Per vraag is gekeken op welke (sub)domeinen van het examenprogramma de vraag aansluit. Men vindt het zinvol om deze analyse ook per bolletje (scorepunt) uit te voeren.

# 13. Focusgroepverslag scheikunde havo

## Aanwezigen 7 november 2017

- Ton van Berkel (pilotdocent)
- Rianne Dinther (niet-pilotdocent)
- Anja van der Zande (niet-pilotdocent)
- Frank Seller (Stuurgroep nieuwe Scheikunde)
- Jacqueline Wooning (CvTE)
- Wilmad Kuiper (SLO, voorzitter)
- Wout Ottevanger (SLO, tweede onderzoeker)
- Jeroen Sijbers (SLO, eerste onderzoeker)
- Maud Heijnen (SLO, verslag)

*Per vernieuwingsaspect worden belangrijkste conclusies en overige opmerkingen genoemd. De belangrijkste conclusies worden gedragen door de gehele focusgroep. De overige opmerkingen werden zijn gemaakt door individuele deelnemers van de focusgroep.*

## Wisselwerking concepten en contexten

***Komt de wisselwerking tussen concepten en contexten voldoende tot zijn recht in deze scheikunde examens?***

### Conclusies:

- De verhouding tussen het aantal vragen met type 1 en type 2 vindt men in de examens van 2016 beter dan in 2015 (tabel 7.1). Met 15 type 2-vragen (43%) in de examens van 2015 vindt men dat het aantal vragen met type 2 te veel doorschiet. Door de taligheid van vragen met type 2 kunnen bepaalde leerlingen worden benadeeld, terwijl hun scheikunde begrip goed is: "Juist exacte leerlingen vinden lezen soms lastig en daar ga je steeds meer naartoe met deze vragen." Daarom mag het aantal vragen met type 2 niet te veel doorschieten. Tegelijkertijd horen vragen met type 2 wel in het examen, aangezien deze vragen de vaardigheid 'redeneren' (domein A) toetsen.
- Men is het met elkaar eens dat toetsvragen met contexten waarbij geen sprake is van een betekenisvolle interactie vermeden moeten worden in de examens.

### Overige opmerkingen:

- In de vwo-examens is het aantal vragen met type 2 stabielier tussen de jaargangen dan in de havo-examens. Veel groter moeten deze schommelingen niet worden in de havo, vindt Frank.
- Ook wordt opgemerkt dat het tijd vergt om leerlingen deze manier van denken aan te leren. En dat de tijd om de leerlingen dat te kunnen aanleren, naast de vakinhoud, binnen het vwo 2,5 jaar is en binnen de havo slechts 1,5 jaar. Daarom mogen het aantal vragen met type 2 zeker in de havo niet te veel zijn.
- Verder merken de docenten op dat zij het vernieuwingskenmerk 'de concept-contextbenadering' niet per se als 'nieuw' ervaren in het CE. Wel is de taligheid toegenomen t.o.v. voor de vernieuwing: "Vroeger zaten er ook contexten in het CE, misschien wel met wat minder tekst." Lesmethoden doen vaak weinig met de context-conceptbenadering.

- Er is discussie over voorbeeld 4, vraag 16. Deze vraag wordt getypeerd als type 2, *context verheldert vakinhoud*. Men vraagt zich af: "Welke vakinhoud wordt hier verhelderd? Ik zie niet in dat het concept massapercentage (C21) hierdoor helderder wordt. De leerlingen weten dit of weten dit niet." Wanneer terug gekeken wordt naar het analysekader, wordt geconcludeerd dat de definitie van type 2 breder is dan in de tabel staat en dat deze bredere definitie is gehanteerd in de analyse. Deze bredere definitie van type 2 luidt: "Vragen waarbij de context door de leerling gebruikt wordt om het antwoord op een vakinhoudelijke vraag te vinden; de context wordt daarbij gebruikt om de vakinhoud (kennis/vaardigheden) te verhelderen/betekenis te geven." Met deze bredere definitie is men het er wel over eens dat deze vraag behoort tot type 2. Wel zal de bredere definitie moeten worden opgenomen in het analysedocument om deze verwarring te voorkomen. Het karakteriseren van vragen als zijnde type 1 of type 2 laat ruimte voor meerdere interpretaties.

### **(Wetenschappelijke) actualiteit en relevantie**

***Komt de wetenschappelijke actualiteit en relevantie voldoende tot zijn recht in deze scheikunde examens?***

#### **Conclusies:**

- Actualiteit: Het onderwerp 'rendement/energie' komt weinig naar voren in het examen.
- Actualiteit: Men vindt dat het subdomein groene chemie (G4) meer aanwezig had mogen zijn in de examens. De contexten zouden bijvoorbeeld meer richting de groene chemie kunnen. Jacqueline geeft aan dat het subdomein groene chemie (G4) is uitgesloten voor het CE havo. Er is overlap van het subdomein groene chemie (G4) met andere subdomeinen die wel in het CE-deel van de havo zitten. We constateren dat de verschillende naamgeving binnen de syllabi van havo en vwo aanleiding geven tot verwarring. Zo behoort het subdomein groene chemie (G4) bij havo niet tot de CE-stof, maar kunnen de concepten achter groene chemie in het CE wel bevraagd worden in het subdomein industriële processen (F1). De concepten die voor vwo onder groene chemie (G4) worden benoemd, worden bij havo onder F1 benoemd.

### **Afstemming en samenhang binnen en tussen bètavakken**

***Komt de afstemming en samenhang (intern en tussen de bètavakken) voldoende tot zijn recht in deze scheikunde examens?***

#### **Conclusies:**

- De afstemming en samenhang komt voldoende tot zijn recht in deze scheikunde examens, zowel intern als tussen de bètavakken:
  - Interne samenhang: bijna alle contexten gaan over meerdere subdomeinen blijkt uit de analyse en alle subdomeinen overlappen uit het examenprogramma, dus men is het erover eens dat er voldoende interne samenhang aanwezig is binnen deze scheikunde examens.
  - Samenhang tussen de bètavakken:
    - In de bestudeerde examens is er aandacht voor samenhang met natuurkunde, biologie en wiskunde.
    - Er wordt geconstateerd dat leerlingen met het vak biologie in hun pakket, dus met name de NG-leerlingen, een voordeel hebben met de examens van 2015 door de samenhang met biologie. Aan de andere kant hebben de leerlingen die het NT-profiel volgen, het weer makkelijker bij de samenhang met wiskunde (rekenen) in de examens 2015 en 2016. Conclusie is dat deze voordelen niet ernstig zijn en onvermijdelijk zijn, zeker voor leerlingen met biologie, gezien het aandeel biochemie dat in het CE zit.

## Natuurwetenschappelijke denk- en werkwijzen

***Komen de natuurwetenschappelijke denk- en werkwijzen voldoende tot hun recht in deze scheikunde examens?***

### Conclusies:

- Men vindt het terecht als aan natuurwetenschappelijke denk- en werkwijzen meer aandacht wordt besteed in de examens van het vwo dan van de havo. Dit is niet haalbaar op de havo vanwege de kleinere hoeveelheid voorbereidingstijd op de havo (1,5 jaar) t.o.v. het vwo (2,5 jaar). Het past wel op de havo, maar er is minder tijd om deze denk- en werkwijzen aan te leren.

### Overige opmerkingen:

- Jacqueline merkt op dat examenmakers zich beperkt voelen door de volgende zin in het examenprogramma: "Het centraal examen heeft betrekking op de subdomeinen B1, B2, B3, B4, B5, C1, C2, C3, C6, C7, C8, D1, D3, E1, F1, F3, G1 en G2, in combinatie met de vaardigheden genoemd in domein A." Docenten geven aan dat domein A toetsen moet kunnen, zolang domein A maar over scheikunde gaat en relevant is binnen de context.

## Ontstaan en gebruik van natuurwetenschappelijke kennis

***Komen het ontstaan en gebruik van natuurwetenschappelijke kennis voldoende tot hun recht in deze scheikunde examens?***

### Conclusies:

Er wordt onderkend dat er kansen liggen om ook op dit vlak toetsitems te ontwikkelen.

### Overige opmerkingen:

- Ton vindt dat nu ANW weg is, er meer aandacht moet komen voor het ontstaan en gebruik van natuurwetenschappelijke kennis in het examen.

## Taligheid van het examen

***In hoeverre is de in deze examens vereiste taalvaardigheid passend?***

### Conclusies:

Passieve taalvaardigheid:

- Het taalgebruik in deze examens is goed voor een havo 5-leerling. Om taalzwakke leerlingen ook een eerlijke kans te geven te laten zien wat ze kunnen, moet het taalgebruik in het examen niet te moeilijk worden. Zo zegt een docent: "Sommige leerlingen weten het scheikundig wel, maar doordat ze de vraag niet begrijpen qua taal vallen ze uit. Dit zie ik de laatste jaren toenemen." Taalzwakke leerlingen zijn mogelijk onvoldoende taalvaardig om het examen te doorlopen.
- De omvang van deze examens vindt men te lang, met name voor de leerlingen die minder taalvaardig zijn. De examens moeten korter. Dit hoeft niet per se door het aantal woorden te verminderen, maar kan juist beter door het aantal vragen in het examen te verminderen. Hierdoor krijgen de leerlingen een eerlijkere kans om te laten zien wat ze kunnen. De volgende opmerkingen worden door de docenten over de omvang van de examens gemaakt:
  - "Elk jaar zie ik opnieuw dat de leerlingen niet aan de laatste opgave toekomen. Toets je dan wat je moet toetsen?"
  - "Hoeveel gegevens geef je de leerlingen er omheen? Daar moet een betere balans in worden aangebracht. Vermijd te veel niet-noodzakelijke gegevens."

Actieve taalvaardigheid:

- Van de havo-leerling wordt binnen deze examens veel gevraagd m.b.t. actieve taalvaardigheid, zeker vanwege de beperkte voorbereidingstijd die je hebt op de havo.
- Ook geldt hier net als m.b.t. de passieve taalvaardigheid, dat het voor taalzwakke leerlingen moeilijker is om vragen te beantwoorden met een of meer volledige zinnen. Deze leerlingen moeten wel een eerlijke kans krijgen (mits zij over voldoende taalvaardigheid beschikken voor een havodiploma). Leerlingen hebben de tijd nodig om hun antwoorden te kunnen formuleren.

**Overige opmerkingen:**

- Met het zoeken naar hoe lang een examen kan zijn, is het CvTE bezig. Met de concept-contextbenadering (als vernieuwingskenmerk) is dat voor het CvTE de eerste jaren een ontwikkeltraject.
- M.b.t. de analyse: Er zit een groot verschil in aantal woorden tussen de examens in 2015 en 2016. Dit blijkt een typefout, de examens van 2015 en 2016 bevatten ongeveer een gelijke hoeveelheid woorden. Dit wordt aangepast in de verslaglegging van de analyse.

## **Dekking van de syllabus**

***Sluiten deze examens goed aan op het nieuwe examenprogramma en de syllabus?***

**Conclusies:**

- De aansluiting van de examens 2015 en 2016 op het examenprogramma en de syllabus is inhoudelijk voldoende. De tabellen uit de analyse geven een eenzijdige indruk: dit komt omdat er soms bij vragen meerdere inhoudelijke subdomeinen worden getoetst, waar in de analyse iedere vraag bij een enkel inhoudelijk subdomein is ingedeeld.
- De examens 2015 en 2016 sluiten minder goed aan op de bèta-brede vaardigheden uit het A-domein (modelleren, onderzoeken, ontwerpen). De bèta-brede vaardigheden komen her en der wel als ondertoon in de vakvaardigheden terug. Ook wordt opgemerkt dat het lastig is om al deze bèta-brede vaardigheden elk jaar allemaal terug te laten komen in een examen.

**Overige opmerkingen:**

- Over het subdomein A7 modelleren zijn de volgende opmerkingen gemaakt door de docenten:
  - "Het subdomein A7 modelleren vind ik erg vaag voor de leerlingen."
  - "Er zijn een aantal dingen waarvan je je kunt afvragen of die voor havo 5 wel relevant zijn, zoals modelvorming (A7)."
- M.b.t. de analyse: Ton merkt op dat er geen vragen zijn ingedeeld op het subdomein C7 in de analyse, terwijl deze vragen er wel zijn in de examens van 2015 en 2016. Dit blijkt inderdaad een typefout in de verslaglegging van de analyse te zijn, in het achterliggende Excelbestand staat dit wel correct. Dit wordt aangepast.
- Er is wat verwarring over de interpretatie van subdomein A9. Afhankelijk van hoe je deze eindterm interpreteert, zijn er wellicht toch argumenten te geven om een of meer vragen bij dit subdomein in te delen (bijvoorbeeld vraag 10 en 28 in het examen 2016).



# 14. Focusgroepverslag scheikunde

## VWO

### Aanwezigen 31 oktober 2017

- Jacqueline Wooning (CvtE)
- Frank Seller (Stuurgroep nieuwe Scheikunde)
- Wilmad Kuiper (SLO, voorzitter)
- Jan Jaap ter Horst (niet-pilotdocent)
- Mirjam de Kruif (niet-pilotdocent)
- Coen Klein Douwel (pilotdocent)
- Wout Ottevanger (SLO, tweede onderzoeker)
- Jeroen Sijbers (SLO, eerste onderzoeker)
- Annette Koopmans (SLO, verslag)

*Per vernieuwingsaspect worden belangrijkste conclusies en overige opmerkingen genoemd. De belangrijkste conclusies worden gedragen door de gehele focusgroep. De overige opmerkingen werden zijn gemaakt door individuele deelnemers van de focusgroep. In deze focusgroep zijn de aspecten samenhang, natuurwetenschappelijke denk- en werkwijzen, en ontstaan en gebruik van natuurwetenschappelijke kennis niet in voldoende mate aan de orde gekomen.*

### Wisselwerking concepten en contexten

***Komt de wisselwerking tussen concepten en contexten voldoende tot zijn recht in deze scheikunde examens?***

#### Belangrijkste conclusies:

- Algemene indruk is dat de wisselwerking tussen concepten en contexten goed tot zijn recht komt. Het is logisch dat niet alle concepten aan de orde kunnen komen.
- Geconstateerd wordt dat het accent ligt op contexten van het type 1. Terwijl type 2 juist ook interessant wordt gevonden – maar die zijn voor leerlingen vaak lastig en het examen moet wel leerbaar zijn. De deelnemers kunnen zich wel in de verdeling vinden.
- Veel van de contexten komen uit de organische chemie, daar zou nog wat meer variatie mogen zijn. Daarnaast zouden er meer wetenschappelijke contexten gebruikt kunnen worden. .
- In de discussie over concepten en contexten gaat het al snel over de taligheid van het examen en het benadelen van (taal)zwakkere leerlingen. Met name type 2 contexten worden moeilijker geacht voor de minder taalvaardige leerling. Conclusie bij contexten is dat onnodig ingewikkelde beschrijvingen of overbodige taal vermeden moet worden, maar dat contexten en het goed gebruiken van scheikundige taal wel cruciaal zijn. Opmerkingen daarover zijn verderop in dit verslag verwerkt.

## **(Wetenschappelijke) actualiteit en relevantie**

***Komt de wetenschappelijke actualiteit en relevantie voldoende tot zijn recht in deze scheikunde examens?***

### **Belangrijkste conclusies:**

- De onderwerpen zijn aansprekend; vaak vooral voor docenten relevant, minder voor leerlingen, omdat aansluiten bij hun belevingswereld soms lastig is. Leerlingen overzien relevantie ook niet altijd.
- Het is goed dat informatie uit actueel onderzoek gebruikt wordt.
- Dit aspect is moeilijk in criteria te operationaliseren.

### **Overige opmerkingen:**

- Het is de vraag wanneer iets actueel is. Sommige oudere contexten kunnen ineens weer actueel zijn of worden. Bovendien worden vragen ver van tevoren gemaakt maar tegelijk kun je soms geluk hebben (met een aangespoelde walvis bijvoorbeeld).

## **Taligheid van het examen**

***In hoeverre is de in deze examens vereiste taalvaardigheid passend?***

### **Belangrijkste conclusies:**

- Vaktaal is belangrijk, kun je niet omheen. Hiermee geef je ook betekenis aan uitkomsten.
- Contexten zijn belangrijk onderdeel van de vernieuwing, dat brengt hoe dan ook meer taal met zich mee. 20% woorden nodig om context uit te leggen is niet overdreven veel. Het is niet wenselijk om dit te verder terug te brengen.
- Er zijn opgaven waar de context niet noodzakelijk is, hier kritisch naar kijken.
- Meningeën zijn verdeeld of vooral de zwakkere leerlingen benadeeld worden met veel taal, of dat vooral intelligente maar taalzwakke leerlingen het meest benadeeld worden.

### **Overige opmerkingen:**

- Figuren zeggen soms meer en hiermee belast je (taal)zwakke leerlingen minder.
- Voor taalzwakkere leerlingen kan het prettiger zijn als ze een conceptuele vraag krijgen voordat ze een stuk tekst krijgen waar ze informatie uit moeten halen. (Red: Op die manier krijgen ze zelfvertrouwen).
- Een optie kan ook zijn: eerst reactievergelijking opstellen (eerst conceptuele vraag), daarna toepassen/context geven.
- Docenten hebben wel het gevoel dat ze leerlingen moeten trainen op juist taalgebruik. Leerlingen die concepten goed begrijpen, maar taalzwak zijn mogen ook 'beloond' worden.
- Het blijft ingewikkeld met het correctieschema. Bij talige antwoorden is het vaak een lastige afweging hoe te scoren, zeker als delen van de redenering kloppen en andere niet.

## **Dekking van de vakinhoud**

***Sluiten deze examens goed aan op het nieuwe examenprogramma en de syllabus?***

### **Belangrijkste conclusies:**

- Er is een tweedeling in hoe naar de balans in het examen wordt gekeken: het onderwijs is veranderd en daarom is het goed dat de balans ook veranderd is, tegenover dat bepaalde onderdelen onderbelicht blijven (zoals redox, zuur-base).

- Methodes sluiten vaak slecht aan op het examenprogramma en de syllabus: in de methodes wordt aan sommige onderwerpen meer aandacht besteed dan in het examen terug te zien is.
- Het blijft zoeken naar de juiste balans; eerst was het teveel rekenen, daarna heel veel koolstofchemie... de syllabus is richtinggevend.
- De analyse geeft een beeld dat het examen eenzijdig is. Kanttekening die hierbij gemaakt dient te worden is dat elke vraag maar aan één subdomein gekoppeld, terwijl vaak ook onderliggende kennis nodig is om de vraag te beantwoorden en er dus eigenlijk meer subdomeinen aan bod komen dan uit de analyse blijkt.
- Het is niet altijd duidelijk aan welke onderwerpen veel of weinig aandacht besteed dient te worden; het aantal specificaties in de syllabus zegt niet alles, maar wordt door docent wel eens als leidraad gebruikt waardoor verkeerde verwachtingen ontstaan. In de constructie opdracht wordt rekening gehouden met de hoeveelheid tijd die het kost om onderwerpen behandelen. Voor docenten is dit niet duidelijk.
- De verdeling over concepten en domeinen is niet altijd in balans. In sommige gevallen op papier wel, maar in de perceptie van docenten niet. Dit kan ook te maken hebben met het feit dat veel van de concepten in meerdere subdomeinen voorkomen (overlap tussen de domeinen). Bij nieuwe scheikunde is dit nog een zoektocht voor de examenmakers.
- Anderzijds werd ook deze conclusie gedeeld: niet alles kan in elk examen voor komen.
- Zou er geschrapt moeten worden in de syllabus? Dan is duidelijker wat verwacht kan worden in het examen. Er zijn ook lastig centraal te toetsen onderdelen in de syllabus opgenomen: CvTE is daar al naar aan het kijken.
- Mogelijk zou er in de analyse onderscheid gemaakt kunnen worden tussen de subdomeinen BCD (concepten) en EFG (contextgebieden). En beide te scoren per opgave bijvoorbeeld.
- Het is goed dat er in het examenprogramma onderscheid is gemaakt tussen concept- en contextdomeinen, maar in de syllabus ziet de focusgroep dit onderscheid niet. De contextdomeinen bevatten ook veel concepten. In de examenanalyse is dit onderscheid dan ook niet gemaakt.

**Overige opmerkingen:**

- Veel van de doelen uit de syllabus zijn met elkaar verweven, waardoor je zou kunnen stellen dat met een opgave vaak meerdere subdomeinen worden getoetst. In de analyse is iedere opgave aan één inhoudelijk subdomein gekoppeld. Je kunt hier je twijfels bij hebben.
- Het is voor een docent moeilijk te zien wat belangrijk is. Dit kan leiden tot ervaren overladenheid omdat zoveel mogelijk aangeboden wordt. Methode geeft soms een ander beeld dan de syllabus en/of het examenprogramma.
- In de analyse is syllabus als leidraad genomen, dat is logisch en te verantwoorden. Veel docenten en methodes hanteren een andere structurering, waarbij bijvoorbeeld zuur-basen en redox wel een aparte categorie zijn. In de syllabus zitten deze onderwerpen verweven binnen verschillende subdomeinen.

## Dekking van de vaardigheden

### Belangrijkste conclusies:

- In CE komen niet zoveel vaardigheden aan bod (domein A); dit wordt door docenten niet altijd als probleem ervaren, dit gebeurt volgens hen vooral in SE. Ontwerpen, modelleren wordt niet gemist in het CE. Onderzoeken mag wel meer.
- De vaardigheden in het A-domein zijn identiek voor alle bètavakken, dit was van belang om gelijkloidend te zijn. Het kan zijn dat ze bij het ene vak makkelijker (centraal) te toetsen zijn dan bij het andere.
- Vaardigheden zijn wel een belangrijk vernieuwingsaspect en daarom wellicht wel van belang om ook in CE aandacht aan te besteden.
- Het is volgens de docenten niet noodzakelijk dat bij het toetsen van een vaardigheid (domein A) ook altijd een inhoudelijk domein getoetst wordt. CvTE zal deze eis minder strikt gaan hanteren.
- Aandacht voor vaardigheden wordt belangrijk gevonden. In de onderwijspraktijk gaat veel aandacht naar CE-onderdelen (verdringt soms de aandacht voor andere onderdelen). Het is echter belangrijk om niet alles 'los' te willen behandelen; aandacht voor vaardigheden zit door alle domeinen heen. Integratie daarvan voorkomt ook (ervaren) overlappendheid.

### Overige opmerkingen:

- Is het misschien meer een maatschappelijke wens dat vaardigheden wel onder het CE vallen?
- Bij modelleren kan het helpen om een duidelijker definitie op te nemen, dan is toetsen in CE herkenbaarder. Modelleren in de chemie is nog een onontgonnen gebied, maar er zijn zeker hele goede aanknopingspunten.

# Literatuur

Boersma, K., Eijkelhof, H., Koten, G. van, Siersma, D., & Weert, C. van (2006). *De relatie tussen context en concept*. Te downloaden via:

[http://www.betanova.nl/downloads/context/relatie\\_\\_context\\_\\_concept.pdf/](http://www.betanova.nl/downloads/context/relatie__context__concept.pdf/)

Boersma, K., Graft, M. van, Harteveld, A., Hullu E. de, Knecht-van Eekelen, A. de, Mazereeuw, M., Oever, L. van den & Zande, P. van der (2007). *Leerlijn Biologie van 4 tot 18 jaar: Uitwerking van de concept-contextbenadering tot doelstellingen voor het biologieonderwijs*. Utrecht: CVBO

Boersma, K., Bulte, A., Krüger, J., Pieters, M. & Seller, F. (2011). *Samenhang in het natuurwetenschappelijk onderwijs voor havo en vwo*. Utrecht: Stichting IOBT.

Commissie Vernieuwing Biologieonderwijs (2005). *Basisdocument Vernieuwd biologieonderwijs van 4 tot 18 jaar*. Utrecht: CVBO.

Commissie Vernieuwing Biologieonderwijs (2010). *Naar actueel, relevant en samenhangend biologieonderwijs: Eindrapportage van de commissie vernieuwing biologieonderwijs, met nieuwe examenprogramma's biologie voor havo en vwo*. Utrecht: CVBO.

Commissie Vernieuwing Natuurkundeonderwijs (2006). *Natuurkunde leeft: Visie op het vak natuurkunde in havo en vwo*. Amsterdam: NNV.

Commissie Vernieuwing Natuurkundeonderwijs (2010). *Nieuwe natuurkunde: Advies-examenprogramma's voor havo en vwo*. Amsterdam: NNV.

Commissie Vernieuwing Scheikunde Havo en Vwo (2003). *Chemie tussen context en concept: Ontwerpen voor vernieuwing*. Enschede: SLO.

Apotheker, J., Bulte, A., Kleijn, E. de, Koten, G. van, Meinema, H. & Seller F. (2010). *Scheikunde in de dynamiek van de toekomst: Over de ontwikkeling van scheikunde in de school van de 21e eeuw. Eindrapport van de Stuurgroep Nieuwe Scheikunde 2004-2010*. Enschede: SLO.

Folmer, E., Bruning, L., Michels, B. & Kuiper, W. (2012). *Monitoring en evaluatie invoering bètavernieuwing: Tussenmeting docenten 2014-2015*. Enschede: SLO

Folmer, E., Ottevanger, W. & Kuiper, W. (2015). *Evaluatie invoering vernieuwde bèta-examenprogramma's: Onderzoeksplan*. Enschede: SLO

Michels, B. (2010). *Van pilot naar praktijk: Invoeringsplan nieuwe bèta-examenprogramma's*. Enschede: SLO.



# Bijlagen





# Bijlage Verslagen gesprekken Cito/CvTE

## Natuurkunde havo

### Aanwezigen 29 september 2017

Jacqueline Wooning (CvTE)

Berenice Michels (CvTE)

Sander Velthuis (Cito)

Maarten Pieters (SLO)

Erik Woldhuis (SLO), voorzitter en verslaglegging

### Algemene punten

- Cito en CvTE willen graag weten hoe de resultaten van de analyse en dit gesprek met OCW en de buitenwereld worden gedeeld. Jacqueline gaat hierover een afspraak met Wilmad en Elvira plannen.
- Sander geeft aan dat het maken van een goed examen een meerdimensionale puzzel is. Meer aandacht geven aan één aspect is niet altijd te combineren met de andere eisen waaraan een examen moet voldoen.
- Sander geeft aan dat hij graag eerder in het proces betrokken was geweest en meer op de hoogte had willen zijn van de opzet van het onderzoek.
- Het eindverslag van de focusgroep is slecht te lezen als je er niet bij was. Het is niet altijd duidelijk wat nu de conclusies zijn van de focusgroep en hoe deze conclusies zich verhouden tot de analyse.

### Context en concept

- Een grote nadruk op vragen die wel aan een probleemstelling zijn verbonden kan tot de volgende problemen leiden:
  - het opnemen van zo'n probleemstelling binnen een context kan erg gekunsteld worden
  - de taligheid van het examen kan toenemen
  - veel probleemstellingen zijn niet te beantwoorden/op te lossen met de kennis en vaardigheden uit de syllabus
  - het ontwerpen van vragen vanuit probleemstellingen kan in conflict komen met de dekking van de syllabus'
- Volgens de aanwezigen is het daarom haalbaar noch wenselijk om alle vragen aan probleemstellingen te verbinden.
- Sander geeft aan dat het gebruiken van probleemstellingen, met inachtneming van het hierboven genoemde, een aandachtspunt zal zijn voor het Cito.

### **Actualiteit**

- De onderbelichting van domein B2 wordt niet herkend, het zal hier gaan om het nieuwe B2.4
- Er is veel instemming met de opmerking uit de focusgroep dat domein H nog erg vaag is. Een nadere specificatie is wenselijk. Dit neemt CvTE mee bij een herziening van de syllabus.
  - Het gaat hier met name om het eerste punt. Onder het tweede punt vallen vragen waarbij leerlingen expliciet moeten schakelen tussen model en werkelijkheid.

### **Samenhang**

- Examenvragen waarin samenhang met andere vakken een rol speelt zijn alleen mogelijk voor zover die samenhang als inhoud expliciet in de syllabus aan de orde komt.
- Dat betekent dat er zelfs voor wiskunde bij de havo maar beperkte mogelijkheden zijn
  - Redeneren met formules en evenredigheden past wel goed in de syllabus voor de havo en komt ook al expliciet in de examens aan bod.
- SLO geeft aan dat het interessant kan zijn om te onderzoeken hoe bijvoorbeeld in Engeland met de positie van wiskunde in de nieuwe GCSE's wordt omgegaan.

### **Natuurwetenschappelijke denk- en werkwijzen**

- Bij vragen met (deel)activiteiten uit ontwerpen, onderzoeken en modelleren is het vaak lastig een eenduidig correctievoorschrift te maken.
  - Er wordt door Cito veel geprobeerd, maar veel vragen halen het examen niet vanwege dit aspect.
- Bij scheikunde lukt het wel om deze (deel)activiteiten in het examen op te nemen. Sander geeft aan dat het CITO gaat nadenken hoe de deze (deel)activiteiten kunnen worden geconcretiseerd met behoud van de overige waarden van het examen.
- Het zou goed zijn om voor die vaardigheden die deel uitmaken van onderzoeken, ontwerpen en modelleren en die op het centraal examen aan de orde kunnen komen na te gaan welke meer en minder geschikt zijn om in een centraal examen op te nemen.
- kanttekening van het CvTE: De opmerking in het examenprogramma dat domein A in combinatie met de inhoudelijke domeinen getoetst moet worden op het CE kan op een te beperkende manier gelezen worden: soms wil je een vraag stellen die echt over vaardigheden gaat.

### **Actieve taligheid**

- Bij de zin 'Er zouden wel meer open redeneervragen opgenomen kunnen worden.' wordt opgemerkt dat het bij vragen met open antwoorden moeilijker is om een eenduidig correctievoorschrift op te stellen.
- Sander geeft aan dat dit voor Cito een aandachtspunt is.
- Opmerking: Uit de uitgebreide vragenlijst van het CvTE in 2015 blijkt dat docenten het niet eens zijn met de focusgroep: zij zijn tevreden over het aantal open antwoorden. Voor CvTE is draagvlak ook belangrijk.

### **Percentage rekenvragen/opgaven**

- De formulering zoals deze nu in de syllabus staat (streven naar 50% van de punten uit niet-rekenvragen) is niet haalbaar. Deze moet worden aangepast
- De gekozen oplossing (streven naar 50% van de punten verdiend met niet-rekenen) is pragmatisch.

- Er is een duidelijke en gemeenschappelijke wens dat de nieuwe formulering in de syllabus:
  - ruimte laat voor zowel een substantieel gedeelte rekenen als voor een substantieel gedeelte niet-rekenen
  - geen ruimte laat voor een examen dat geheel bestaat uit vragen waarbij nog een beetje geredeneerd moet worden na een berekening (hetgeen in de pragmatische interpretatie in principe mogelijk is)
- Wellicht voldoet de eis “Bij het maken van het centraal examen wordt ernaar gestreefd dat bij de beantwoording van minstens een derde van de vragen geen expliciete berekening noodzakelijk is”

## Natuurkunde vwo

### Aanwezigen 19 januari 2018

Jacqueline Wooning (CvTE)

Henk Pol (CvTE)

Pieter Smeets (Cito)

Maarten Pieters (SLO)

Erik Woldhuis (SLO), voorzitter en verslaglegging

### Algemene punten

- Pieter Smeets merkt op dat twee van de drie docenten uit de focusgroep ook methode-auteur zijn; hierdoor zijn ze wellicht niet representatief voor docenten als geheel. Erik geeft aan dat hier in de selectie geen rekening mee is gehouden.
- Er wordt benadrukt dat een goed examen aan meer eisen moet voldoen dan alleen de eisen die voortkomen uit de vernieuwing. De eisen van een goed examen kunnen conflicteren met de wensen vanuit de vernieuwing. Doel van de monitoring is o.a., dit soort conflicten in kaart te brengen.

### Context en concept

- Het “cirkeltje rondmaken” is iets dat zowel Cito als CvTE nastreven, maar dat is om een aantal redenen een lastige klus:
  - Zo’n afsluitende vraag is vaak lastig voor leerlingen
  - Of het wordt juist een ‘flutvraag’ waarin een leerling bijvoorbeeld alleen moet constateren dat de uitkomst van de vorige berekening overeenkomt met het getal uit de contextbeschrijving
  - Er is snel sprake van koppeling van vragen.
  - Als zo’n vraag steeds terugkomt wordt het ook voorspelbaar en een te oefenen kunstje.

Het Cito ontwikkelt zich sterk op deze lastige vaardigheid, maar het blijft een uitdaging.

- Wat betreft de onduidelijkheid van de contexten worden de volgende opmerkingen gemaakt:
  - Dat contexten vragen lastiger maken en extra vaardigheden vereisen is waar, maar toetsen in contexten is expliciet in het examenprogramma opgenomen. Dat niet doen zou een niet-valide toets opleveren.
  - Het is wel problematisch als vooral de betere leerlingen, die echt proberen de context te begrijpen, hier last van hebben. De RIT-waardes<sup>42</sup> laten zien dat dit voor de bestudeerde examens niet het geval is.

<sup>42</sup> Een statistische maat die meet hoe goed een vraag discrimineert. Anders gezegd: in hoeverre leerlingen die goed scoren op die specifieke vraag het ook goed doen op de gehele toets.

- Quantumwereld is nieuw voor docenten. Ook zij moeten wennen aan hoe dit op het examen voorkomt en dus hoe zij dit aan hun leerlingen moeten leren. Waarschijnlijk raken docenten, en dus hun leerlingen, steeds meer vertrouwd met de manier waarop het domein quantumwereld getoetst wordt op het CE.

#### **Actualiteit**

- Over vraag naar meer NG-contexten worden de volgende opmerkingen gemaakt:
  - Er wordt maar één NG-context in het examenprogramma genoemd, tegenover meerdere meer technische contexten.
  - Met het samenvoegen van de natuurkunde1 en natuurkunde2 examens is het niet meer mogelijk hierop te differentiëren.
  - Dit wordt wel degelijk geprobeerd; over een langere periode (tien examens) zou dit wel in balans moeten zijn.

#### **Samenhang**

- Er wordt benadrukt dat samenhang tussen de bètavakken niet in de examenprogramma's is terug te vinden en daardoor ook niet in de examens. Als er behoefte is aan meer samenhang dan zal dit direct aan het begin van een volgend vernieuwingstraject verankerd moeten worden.

#### **Natuurwetenschappelijke denk- en werkwijzen**

- Men onderschrijft dat natuurwetenschappelijke denk- en werkwijzen nu beperkt in de examens aan de orde komen. De ruimere interpretatie van 'in combinatie met' uit de opmerking - 'zodat vaardigheden niet per se *per vraag* aan de inhoud van het getoetste domein gekoppeld hoeven te worden, zolang ze maar in de context van de opgave passen - zal het in de toekomst makkelijker maken aandacht te besteden aan natuurwetenschappelijke denk- en werkwijzen

#### **Taligheid**

- Wat betreft het voorstel met een onderscheid tussen volledig uitgewerkte contexten en contextloze vragen te werken, wordt opgemerkt dat er nu ook al een gedeelte van de vragen relatief los van de context staan. Die vragen zijn nu alleen verdeeld over verschillende opgaven, die allen ook vragen in context bevatten.
- De lengte van de examens is inderdaad een zorgpunt
  - Minder vragen zorgt voor een lagere betrouwbaarheid<sup>43</sup>
  - Er worden steeds minder vaak twee antwoordelementen onder één bolletje geschaard, waardoor examens minder lang worden

#### **Dekking syllabus**

- Het streven is dat een groter onderwerp, dat naar verwachting meer onderwijstijd vergt, ook meer aandacht krijgt in het centraal examen. Dat domein C absoluut gezien meer in het examen voorkomt dan andere domeinen is dan logisch omdat domein C, met 3 subdomeinen, het grootste domein is.
  - Ten opzichte van dit uitgangspunt is domein B in de beide geanalyseerde examens juist wat oververtegenwoordigd.
- Ook het feit dat subdomein D2 was uitgesloten voor toetsing in het centraal examen in 2016 en 2017 kan oorzaak zijn van een zekere onevenwichtigheid.

<sup>43</sup> Het tellen van de streepjes als losse vragen is geen manier om hiervoor te compenseren, omdat deze streepjes niet onafhankelijk van elkaar zijn.

## Biologie havo/vwo

### Aanwezigen 30 januari 2018

Jacqueline Wooning (CvTE)  
Dirk Jan Boerwinkel (CvTE) via Skype  
Arjen Galema (Cito)  
Herman Schalk (SLO) voorzitter  
Ange Taminiau (SLO) verslag

Deze vergadering vormt het laatste onderdeel in de monitoring van de invoering van de nieuwe examenprogramma's voor de bètavakken. Hiertoe zijn analyses uitgevoerd om te onderzoeken in welke mate de vernieuwing in de examens zichtbaar is. Voor die analyse is een analysekader opgesteld, zijn de analyses van de CE biologie havo 2015 en 2016 en vwo 2016 en 2017 uitgevoerd door een eerste en een tweede onderzoeker en zijn de bevindingen voorgelegd aan focusgroepen. De uitkomsten van het overleg met de focusgroepen wordt in dit overleg besproken met de examenmakers. Centraal staat de vraag wat de examenmakers kunnen meenemen naar de constructie van toekomstige examens biologie. Het verslag van de bespreking van vandaag wordt als bijlage bij het verslag van het onderzoek gevoegd.

In de bespreking is het verslag van de focusgroep over de havo-examens leidend, maar waar relevant wordt ook het vwo-verslag besproken.

### Wisselwerking tussen concepten en contexten

#### *Contexten en handelingspraktijk*

Het uitgangspunt bij de examens is dat er wordt gewerkt met handelingspraktijken, maar niet altijd. Werken met handelingspraktijken kost de leerlingen veel tijd en inlevingsvermogen. Daarnaast maakt deze afwisseling het examen meer divers.

#### *Minder opgaven maar uitgebreider*

Door minder clusters ('opgaven' in de terminologie van het analysekader) te gebruiken maar wel uitgebreider, kan de leerling beter ingeleid worden in een cluster. Wel zal je trouwens ook kleine opgaven nodig hebben om de stof af te dekken.

Voor havo is het lastiger om te switchen binnen de clusters. Om het voor leerlingen niet verwarrend te maken zouden binnen een cluster de verschillende contexten thematisch verbonden moeten zijn. Je kunt dan meerdere onderwerpen bevragen, met tekstbeperkingen als bijkomend voordeel.

Voorstel: als je switcht naar een nieuwe context, rondt de eerste dan af, zodat je na deze nieuwe context niet weer terug hoeft naar de begincontext.

Voorbeeld *Een bloedtransfusie voor je hond* (vwo 2017 opgave V): een mooie context over een zieke boxer, maar verwarrend door de uitstap naar vragen die niet over die context gingen.

Uitgangspunt voor het vwo-examen: gebruik van grotere contexten, waardoor er ruimte is voor meer verdieping, en het kunnen gebruiken van meerdere organisatieniveaus.

#### *Contextgebieden*

Grote spreiding van de contextgebieden is zichtbaar, maar wordt niet als bezwaarlijk ervaren. Contexten die vallen in een ander contextgebied dan in de eindterm(en) genoemd zijn, komen de wendbaarheid ten goede. Al is dit een andere manier van operationaliseren van wendbaarheid dan in de analyse is gebruikt. Binnen een opgave worden veel verschillende domeinen bevroegd.

Dit maakt het lastig om alleen die contextgebieden te gebruiken die bij een bepaald domein zijn genoemd. Er wordt uitgesproken om systematischer na te denken over het gebruik van contextgebieden om er variatie in aan te brengen.

### **Taligheid van het examen**

Opmerking vooraf: taligheid is niet alleen zichtbaar in het aantal woorden.

Uitgangspunt bij de examens is om de leeslast te beperken. Men is kritisch op de tekst (deze bevat al minder woorden dan in vorige examens).

Belangrijke aanbevelingen vanuit dit overleg:

- Vermijd ingewikkelde officiële en biologische namen (zoals scintillons) als deze niet noodzakelijk zijn. Kies een andere omschrijving.
- Gebruik beelden i.p.v. beschrijvingen. Bijvoorbeeld bij de opgave Biobag was dit nuttig geweest. Ook bij ecologische vraagstukken is dit zinvol. Zo kan het noodzakelijk zijn om het begrip heideveld uit te leggen als de context erom vraagt, want niet alle leerlingen kennen heidevelden uit eigen ervaring. Door het gebruik van een foto kan de tekst kort zijn of zelfs overbodig.
- Synoniemen van begrippen uit de syllabus worden als lastig ervaren (bijvoorbeeld zenuwcel en neuron). Toch mag je verwachten dat de leerling in staat is om de betekenis af te kunnen leiden (bijvoorbeeld eiwitprofiel).
- Het moet niet zo zijn dat je alleen woorden uit de syllabus mag gebruiken.

Dit punt zal worden meegenomen in het groot onderhoud. Bijvoorbeeld begrippen schrappen zoals in het voorstel voor de afstemming met andere vakken. Als je het aantal begrippen beperkt houdt, is meteen duidelijk dat je niet alle begrippen opgenomen hebt.

- In het correctievoorschrift worden steeds meer opmerkingen opgenomen over het gebruik van begrippen en synoniemen t.b.v. de duidelijkheid voor docenten. Blijft een punt van aandacht.
- Vanuit de werkgroep op de NIBI-conferentie door Arjen Galema en Herman Schalk begin 2018, kwam de opmerking dat contexten voor de sier moesten worden vermeden, zoals *Hoe ontstaan pretoogjes* (havo 2016). Ook tekst die alleen voor de beschrijving van de context is, moet zo kort mogelijk zijn. Hierbij oppassen dat de informatiedichtheid niet te groot wordt.

### **(Wetenschappelijke) actualiteit en relevantie**

Uit de focusgroep: Examens van de afgelopen jaren tonen fris en actueel, en dat vinden de leerlingen ook. Kijk uit voor versimpeling. Het hoeft niet alleen over nieuwe dingen te gaan. Bestaande zaken kunnen ook actueel zijn.

Simplificering is een aandachtspunt. Zo wordt in de vraag een wetenschappelijk onderzoek gepresenteerd in een simpelere versie dan de complexere werkelijkheid. Dit om het voor de leerling hanteerbaar te maken. Hier wordt wel zorgvuldigheid betracht. Het mag niet te veel botsen met de waarheid.

### **Afstemming en samenhang: intern en tussen de bètavakken**

Geen opmerkingen.

### **Ontstaan en gebruik van natuurwetenschappelijke kennis**

Af en toe komt dit onderdeel aan bod in met name historische contexten. Het is maar een klein deel van het examenprogramma en er wordt ook in het onderwijs weinig aandacht aan besteed. De opgave *Onderzoek naar oorzaak bijensterfte* (vwo 2016) komt in de buurt (twee onderzoeken met verschillende uitkomsten, vraag 8).

## Aansluiting op de syllabus

### Vakinhoud

Concepten die niet in de syllabus staan: voorbeeld *Primaire en secundaire endosymbiose* (vwo 2016) stond niet in de syllabus, maar met de beschrijving van de context waren de vragen te maken. Toch zou zo'n cluster nu niet meer opgenomen worden, al was het maar om het vertrouwen van docenten in de syllabus niet te verliezen.

Vraag 14 *Pinguins de pineut* (havo 2015) is om die reden uit het examen gehaald. Op grond van de analyse was dit niet nodig geweest.

Toch komen in de examens meer begrippen aan de orde dan wat alleen in het examenprogramma of syllabus staan, maar die worden dan uitgelegd. Docenten hebben daardoor echter het gevoel meer te moeten behandelen dan dat wat alleen in het examenprogramma staat. Dat werkt overladenheid in de hand.

### Vaardigheden

- *Redeneren*

De opmerkingen van de focusgroep bevestigen de huidige praktijk. De hoeveelheid redeneervragen is goed. Er is geen reden om dat te veranderen.

In het correctievoorschrift wordt dit soepeler beschreven. Zo wordt 'waardoor' tussen haakjes geplaatst (en hoeft dus niet expliciet in het antwoord voor te komen) en kunnen twee losse schakels van een redenering goed gerekend worden zonder dat de aansluitende of verbindende stap expliciet gezet wordt.
- *Argumenteren*

Argumenten noemen is in de analyse terecht niet als redeneren beoordeeld. Het wordt wel gezien als onderdeel van vaardigheid A9 (Waarderen en oordelen).

In vwo wordt argumenteren meer gebruikt. Bij havo is het vaak het geven van één argument; dat is én makkelijker scoren én geeft minder discussie met tweede corrector.

Bij een papieren examen is een mening moeilijk te beoordelen, je mist hier de afweging.

In principe is een argumentatievraag een driepuntsvraag: argument voor, argument tegen en dan de afweging.
- *Modelvorming*

Docenten weten hier weinig over. Modelleren zit niet in het CE en er wordt ook weinig aandacht aan besteed in het onderwijs zelf. De specificatie in de syllabus is met weinig praktijkervaring in het hoofd vastgesteld. Modelleren is sterk gericht op natuurkunde en computermodellen. Een modelleervraag zou ook hier (voor havo als vwo) uitkomst bieden. Daar wordt aan gewerkt
- *Natuurwetenschappelijk instrumentarium*

Bij het gebruik van rekenkundige vaardigheden moet de uitkomst wel betekenis krijgen in de vervolgvraag, zoals bij de vraag over aantal zakjes bloed (*Bloedtransfusie voor je hond*, vwo 2017). (Zou bij scheikunde en natuurkunde ook moeten worden toegepast).
- *Beheersingsniveaus*

Het is niet alleen het werkwoord dat het beheersingsniveau bepaalt. Zo kan een verklaringsvraag een werkwoord uit een lager niveau bevatten.

Argumentaties kwamen niet veel voor.

Verzoek om in de analyse toe te voegen dat bij beheersingsniveaus alleen is gelet op werkwoorden (als voetnoot).

Bekeken vanuit het RTTI-systeem komt Toepassen het meest voor. Er zitten wel inzichtvragen in, dat is dan vaak toepassen in een onbekende context. Als er bijvoorbeeld staat: Leg uit. Dan moet je wel eerst een redenering neerzetten.

Uit de QuickScan bleek dat docenten het niveau goed vonden.

## **Tot slot**

Dirk Jan spreekt uit het eens te zijn met veel constatering in deze analyse. De analyse wordt beschouwd als een mooi onderzoek. Aangezien het is opgezet als een formatief onderzoek zou het over een paar jaar herhaald moeten worden!

## **Scheikunde havo/vwo**

### **Aanwezigen 1 februari 2018**

Cris Bertona (vaststellingscommissie scheikunde hv, CvTE)

Jacqueline Wooning (CvTE)

Nicole van Hekezen (Cito)

Evert Limburg (Cito)

Jeroen Sijbers (SLO, vz)

Herman Schalk (SLO, verslag)

### **Inleiding**

Jeroen opent de vergadering met het schetsen van het kader van de bespreking: de monitoring van de invoering van de nieuwe examenprogramma's. Hiervan is de analyse van de mate waarin de vernieuwing in de examens zichtbaar is een onderdeel. Voor die analyse is een analysekader opgesteld, zijn de analyses uitgevoerd door een eerste en een twee onderzoeker en zijn de bevindingen besproken in focusgroepen. Het bespreken van de uitkomsten van die gesprekken met de examenmakers, vandaag, vormt de laatste schakel van de ketting. Centraal staat de vraag wat de examenmakers kunnen meenemen naar de constructie van toekomstige examens scheikunde.

Het verslag van de bespreking van vandaag wordt als bijlage bij het onderzoek gevoegd.

Cris merkt op dat er in de verslagen geen onderscheid te vinden is tussen de mening van de pilotdocenten en de niet-pilotdocenten. Was die er in de gesprekken niet? Jeroen antwoordt dat er over hetgeen onder 'conclusies' is geformuleerd overeenstemming was in de focusgroep. Onder 'Opmerkingen' staan meningen die door individuen zijn ingebracht. Jacqueline vult aan dat op sommige onderwerpen er wel enig verschil van mening was (met name bij havo), maar onderschrijft dat er consensus was over de conclusies.

In de bespreking is het verslag van de focusgroep over de havo-examens leidend, maar waar relevant wordt ook het vwo-verslag besproken.

### **Wisselwerking tussen contexten en concepten**

Opgemerkt wordt dat het onderwerp 'taligheid' door vrijwel alle andere onderwerpen heen speelt, zo ook bij de wisselwerking tussen concepten en contexten, waar gesteld wordt dat type 2-vragen taliger zijn in vraag en antwoord. Dat zou ze lastiger maken voor havoleerlingen. Nicole merkt op dat de vernieuwing niet veel taliger examens hebben opgeleverd, in ieder geval niet in aantal woorden. Evert vult aan dat het echter wel een groter beroep doet op actieve taalvaardigheid; er moeten meer antwoorden in volledige zinnen en redeneringen gegeven worden.

Het onderscheid tussen vragen van type 1 en type 2 wordt lastig gevonden. Waar het vooral om gaat is of de context nodig is voor het beantwoorden van de vragen. Het wordt door de examenmakers als nastrevenswaardig gezien dit voor zoveel mogelijk vragen te realiseren, met de kanttekening dat het nooit 100% zal zijn vanwege de dekking van de syllabus.



Er zijn delen van de specificaties van de eindtermen waarbij contextvragen erg lastig te construeren zijn. De constructieopdracht laat ook toe dat niet alle vragen contextgebonden zijn.

### **Vakinhoudelijke actualiteit en relevantie**

Actualiteit is in de analyse gedefinieerd als de aanwezigheid van de nieuwe onderwerpen van het programma in het examen.

De opmerking over de groene chemie die in het verslag gemaakt wordt, is aanleiding om nog eens goed te kijken naar de manier waarop dat in de syllabus en het examenprogramma staat. Hier moet duidelijk iets mee gebeuren, dat is waarschijnlijk een onderwerp voor groot onderhoud van de syllabus. Misschien vereist het zelfs wel aanpassing van het examenprogramma. De suggestie wordt gegeven om in een voetnoot aan te geven dat subdomein G4 weliswaar geen CE-stof is, maar dat begrippen rond groene chemie via subdomein F1 daar wel degelijk toe behoren.

Er is een verschil tussen persoonlijke relevantie en maatschappelijke relevantie. Persoonlijke relevantie verschilt van leerling tot leerling en is lastig in te schatten.

In het vwo-verslag staat dat de onderwerpen van het examen vooral voor docenten relevant zijn, maar niet voor leerlingen. De discussie spitst zich toe op de vraag in hoeverre onderwerpen en contexten die de rol van de scheikunde in de huidige maatschappij laten zien ook (al) relevant zijn voor leerlingen. Zeker voor vwo-leerlingen – zo wordt gesteld – is het zinvol ze dergelijke contexten voor te schotelen. Bij havo kan het meer gaan om 'huis-tuin-en-keuken-chemie', voor vwo is dat vaak te simpel, aldus de examenmakers. Door in examens onderwerpen op te nemen over de rol van scheikunde in de maatschappij, krijgen docenten voorbeeldmateriaal in handen om volgende cohorten daarmee in aanraking te laten komen. Nicole is van mening dat leerlingen niets hoeven te leren van een examen, want het examen is juist bedoeld om te toetsen wat leerlingen in het voorafgaande onderwijs geleerd hebben. Een context is niet meer dan een middel om vragen te stellen over het geleerde.

In het verslag wordt ook opgemerkt dat er een discrepantie is tussen wat de schoolboeken aanbieden en wat de examens vragen. De ontwikkeling was nog in volle gang toen de nieuwe examens al onder construct waren. De pilotexamens waren ook niet representatief voor de uiteindelijke syllabus. Gevolg was dat de uitgevers nogal terughoudend waren met het opnemen van vernieuwende elementen in hun methodes.

Het is de vraag of de keus voor de eerste twee jaren van nieuwe examens voor deze analyse een gelukkige is geweest. Het advies zou zijn om ook een analyse over meerdere jaren heen uit te voeren. CvTE en Cito werken hier intern al aan.

CvTE en Cito werken hier intern al aan.

### **Afstemming en samenhang binnen en tussen bètavakken**

In het verslag staat dat er geconstateerd wordt dat leerlingen met biologie in hun pakket in het voordeel zouden zijn door de samenhang met biologie. De Cito-medewerkers benadrukken dat dit niet door de toets- en itemanalyses ondersteund wordt. De verschillen tussen NG- en NT-leerlingen blijven over de jaren gelijk, ongeacht minder of meer aandacht voor biochemische onderwerpen.

### **Natuurwetenschappelijke denk- en werkwijzen**

In relatie tot de opmerking in het verslag over het toetsen van de eindtermen uit domein A wordt gemeld door de CvTE dat nu de eindtermen over onderzoeken (A5), ontwerpen (A6), modelvorming (A7) en waarderen en oordelen (A9) wél los van concreet aanwijsbare scheikunde inhouden uit de andere domeinen getoetst mogen worden in de examens.

Dat is geheel in lijn met de vermelde mening van de focusgroep havo dat zo iets prima is, zolang het maar over scheikunde gaat en in de context past.

### **Ontstaan en gebruik van natuurwetenschappelijke kennis.**

De examenmakers kunnen niet uit de voeten met de conclusie uit het verslag dat er kansen liggen om op dit vlak toetsitems te ontwikkelen. De examenmakers geven aan dat binnen de contexten er wel mogelijkheden liggen. Een historische context is bijvoorbeeld wel voorstelbaar, maar de items zullen dan toch over de scheikundige inhoud gaan. Vragen naar bijvoorbeeld de rol van wetenschappelijke kennis bij de ontwikkeling van technologie lijken meer geschikt voor het schoolexamen.

### **Taligheid**

Met betrekking tot de passieve taligheid wordt opgemerkt dat dit meer is dan het aantal woorden, het gaat ook om de denktijd om de tekst te verwerken. En tijd mag geen belemmering zijn bij het maken van een examen, leerlingen mogen niet in tijdnood komen. Aan de roep om kortere examens, ook in dit verslag, kunnen de examenmakers moeilijk voldoen. De examens zitten al tegen de voorgeschreven ondergrens aan van aantallen vragen en punten. Bij minder vragen wordt de betrouwbaarheid minder en komt ook de dekking in gevaar. Het blijft een spanningsveld om de taligheid binnen de perken te houden en toch een goed examen te maken.

Wat de actieve taligheid betreft gaat het vooral om het formuleren van volledige zinnen en redeneringen als antwoord. Dat vinden leerlingen lastig, dat signaleren hun docenten ook. Jacqueline merkt op dat ook de maatschappij hierin verandert (dit onderwerp wordt breder besproken binnen CvTE en Cito). Toch wil Evert ervoor waken om het taalniveau drastisch te verlagen, het correct kunnen gebruiken van taal bij scheikunde is immers onderdeel van het vak.

### **Dekking van de syllabus**

Wat betreft de dekking van de syllabus verschillen de examenmakers en de onderzoekers op details van mening. Dit geeft aan dat er interpretatieruimte is. De aanpak in de analyse is geweest om de items zoveel mogelijk aan een inhoudelijk subdomein te koppelen. In de toetsmatrijs zijn vragen vaak aan meer dan één subdomein gerelateerd. Nicole stelt dat de subdomeinen B4 en B7 in de eigen analyse wel degelijk gedekt worden.

Cris zegt dat vragen die niet aan een inhoudelijk domein (B-G) toegewezen kunnen worden niet in het examen mogen worden opgenomen en er dus ook niet in zitten. Het kan wel zijn dat een vraag primair een vaardigheid toetst (waar in de analyse dan naar verwezen wordt), maar er zal daaronder altijd een inhoudelijk subdomein meespelen (wat niet in de analyse is opgenomen). Dat sommige subdomeinen niet (in elk van) de examens voorkomen is het gevolg van clustering en spreiding over de jaren. Sommige inhoudsgebieden blijken lastig in context te bevragen te zijn volgens de examenmakers. De analyses waren wel aanleiding om de spreiding van de vragen over de subdomeinen over de jaren heen nog eens kritisch te bezien. Cito en CvTE zijn daarmee bezig. Het is wellicht iets om bij groot onderhoud van de syllabus mee te nemen. De structuur van het examenprogramma en de syllabus in de delen A, B t/m D en E t/m G moet dan ook kritisch bezien worden. Nu staan concepten soms op onlogische plaatsen.

# Bijlagen bij hoofdstuk 2

## Bijlage 2.1 Kijkkader analyse

### 1. Algemene informatie

- 1.1. *Algemene informatie*: vak; jaar; tijdvak
- 1.2. *Vragen en punten*: totaal aantal vragen, punten per vraag, totaal aantal punten; aantal open vragen, aantal meerkeuze vragen; verhouding open vragen / meerkeuze vragen in aantal en punten
- 1.3. *Opbouw van het examen*:: inhoudselementen
  - 1.3.a. clusters, opgaven, vragen; aantal vragen per cluster of opgave
  - 1.3.b. inhoudselementen, analyse-eenheden: vraag en opgave
- 1.4. Per vraag: *Examendomeinen*<sup>44</sup>: op welk subdomein uit het examenprogramma heeft de vraag betrekking?
- 1.5. Per vraag: *p-waardes*: gemiddelde en mediaan; p-waardes per vraag; p-waardes meerkeuzevragen en open vragen

### 2. Wisselwerking concepten en contexten

- 2.1. Per context:
  - 2.1.a. Omschrijving van de context
  - 2.1.b. Verdeling contexten over de opgaven
  - 2.1.c. Is er sprake van een situatie of van een probleemstelling?
  - 2.1.d. In geval van een situatie: is er sprake (in relatie met de bijbehorende vragen) van een achterliggende vraag / probleemstelling?
  - 2.1.e. (Alleen bio): is er sprake van een handelingspraktijk en is deze volledig omschreven  
volledige omschrijving omvat:
    - De deelnemers met hun expertise;
    - Een plaats waar de deelnemers binnen deze context handelen;
    - De activiteiten die de deelnemers uitvoeren;
    - Het doel van deze activiteit(en)
  - 2.1.f. Soort context:
    - Beroepscontext
    - Wetenschappelijke context,
      - Theoretisch
      - Experimenteel
    - Maatschappelijke context
    - Leefwereldcontext
    - Anderssoortige context (bijv. historische context);
  - 2.1.g. Valt de context binnen een van de contextgebieden uit het examenprogramma?  
Zo ja: welke (zie bijlage II)?

<sup>44</sup> Dit wordt bij algemene informatie geanalyseerd, omdat de resultaten bij verschillende onderdelen van de verdere analyse nodig zijn (2.2 en 7.2)

2.2. Per vraag:

- 2.2.a. *Concept-contextwisselwerking*: Is er is bij deze vraag sprake van interactie tussen concept en context?
- Ja, het is een vraag waarbij vakinhoud door de leerling gebruikt moet worden om de context te verhelderen/betekenis te geven (interactie type 1)
  - Ja, het is een vraag waarbij de context door de leerling gebruikt moet worden om vakinhoud te verhelderen/betekenis te geven (interactie-type 2)
  - Nee
- 2.2.b. *Noodzaak context*: Is de context noodzakelijk om de vraag te beantwoorden?
- 2.2.c. *Examencontexten*: Sluit het contextgebied van de vraag aan bij de contextgebieden uit de eindterm waar de vraag bijhoort?

2.3. Per examen:

- 2.3.a. *Wendbaarheid*: In hoeverre worden dezelfde inhoudelijke eindtermen binnen verschillende contexten getoetst?
- 2.3.b. *Actieve taligheid*: in hoeverre moeten leerlingen zelf antwoorden formuleren (open vragen met een 'talig' antwoord)?
- Een tekstueel antwoord is nodig (T)
  - Losse woorden / begrippen volstaan (W) – incl. bijv. reactievergelijkingen
  - Grafisch antwoord (G)
  - Citaat uit bron oid (C)
- Hoe scoren de leerlingen (p-waardes) op talige vragen (categorie T) in vergelijking met de overige categorieën?
- 2.3.c. *Passieve taligheid*: Wat is het totaal aantal woorden van het examen en hoe is dit aantal verdeeld over de drie typen tekst:
- Vraagtekst, tekst nodig om de vraag te begrijpen
  - Informatietekst, nodig om de vraag te beantwoorden
  - Overige tekst / losse context

3. **(Wetenschappelijke) actualiteit en relevantie**

3.1. Per vraag:

- 3.1.a. *Actualiteit*: Gaat de vraag over nieuwe vakinhoud (zie bijlage V)
- 3.1.b. *Interactie*: Is er sprake van een type1-interactie tussen vragen en context (interactie waarbij de context verduidelijkt wordt door toepassing van de vakkennis, bij deze interactie kan de context dus relevantie/actualiteit aan de vraag verlenen).

3.2. Per context:

- 3.2.a. *Actualiteit*: Betreft het een onderwerp dat nu of recent in de (maatschappelijke en/of wetenschappelijke) belangstelling staat / heeft gestaan en wordt dit duidelijk uit de tekst?
- 3.2.b. *Relevantie*: Wordt uit de tekst duidelijk dat het onderwerp relevant is voor
- Bepaalde individuen (i)
  - De maatschappij (m)
  - De wetenschap / het vakgebied (w)

#### **4. Afstemming en samenhang tussen bètavakken**

##### 4.1. Per context:

*Interne samenhang:* Worden binnen een context verschillende examendomeinen bevraagd?

##### 4.2. Per vraag:

4.2.a. *Interne samenhang, biologie:* Wordt er verwezen naar / gebruik gemaakt van organisatieniveaus en/of systeemconcepten?

4.2.b. *Bèta-samenhang:* Wordt er gebruik gemaakt van in de syllabus beschreven voorwaardelijke kennis of vaardigheden uit andere bètavakken? [zie bijlage III, het gaat hier niet om de gedeelde bètaprofielvaardigheden]

4.2.b.1. Zo ja: Wordt er alleen aan gerefereerd, of is de vaardigheid / kennis nodig om de vraag op te lossen?

4.2.b.2. *natuurkunde:* Indien er van wiskunde gebruik gemaakt wordt: is er sprake van wiskunde als gereedschap of wiskunde als taal?

#### **5. Natuurwetenschappelijke denk- en werkwijzen**

##### 5.1. Per context:

*Denk- en werkwijzen (1):* In hoeverre wordt verwezen naar

- Onderzoeksactiviteiten (oz)
- Ontwerpactiviteiten (ow)
- Modelleeractiviteiten (m)

##### 5.2. Per vraag:

*Denk- en werkwijzen (2):* In hoeverre moet de kandidaat de volgende (deel)activiteiten uitvoeren

- Onderzoeks(deel)activiteiten
- Ontwerp(deel)activiteiten
- Modelleer(deel)activiteiten
- Waarderen en oordelen
- Redeneren, algemeen
- Redeneren vakspecifiek (zie bijlage VI)

#### **6. Ontstaan en gebruik van natuurwetenschappelijke kennis**

##### 6.1. Per vraag:

*Ontstaan van kennis:* In hoeverre wordt de kandidaat bevraagd over zijn/haar kennis óver natuurwetenschappelijke denk- en werkwijzen?

##### 6.2. Per vraag: Gebruik van kennis

6.2.a. In hoeverre wordt verwezen naar ethische kwesties?

6.2.b. In hoeverre wordt van de kandidaat analytisch-kritisch denken gevraagd?

6.2.c. In hoeverre wordt in het examen verwezen naar de wisselwerking tussen natuurwetenschap en technologie, natuurwetenschap en samenleving of technologie en samenleving?

## **7. Dekking van de syllabus**

### 7.1. Per vraag:

*Aansluiting op examenprogramma en syllabus*

- 7.1.a. Bij welke specificatie(s) sluit de vraag (o.g.v. de benodigde vakkennis) aan? Is deze aansluiting volledig (dwz wordt er niets gevraagd wat niet in de syllabus staat?)
- 7.1.b. Op welke vaardigheden doet de vraag een beroep?
- 7.1.c. Welke handeling wordt van de kandidaat verwacht / wat is het beheersingsniveau van de vraag
- 7.1.d. (alleen bio en sk): In hoeverre sluit die handeling aan op het beheersingsniveau uit de syllabus (zie bijlage IV)
- 7.1.e. (alleen na): Indien de vraag hoort bij een specificatie met een gemaximeerd aantal denkstappen of een contextbeperking: in hoeverre voldoet de vraag aan bij deze beperking?

## Bijlage 2.2 Contextgebieden in de CE-eindtermen

Zoals omschreven in de examenprogramma's

### Biologie

Overzicht van contextgebieden in de CE-domeinen bij havo (H) en vwo (V)

context- gebied									
domein	energie	gezondheid	gezondheidszorg	duurzaamheid	voeding	voedselproductie	sport	wereldbeeld	veiligheid
B1		V				V			
B2		HV			HV				
B3		HV				HV			
B4					HV		HV		
B5			HV			HV			
B7		H					H		
B8				HV					
C1	H	HV							
C3				V		V		V	
D1		V				V			
D2		V							
D4				H		H			
D5				V		V			
E3	V	V				V			
E4						H			H
F1		HV				V			
F2		V				H		HV	

### Natuurkunde

contextgebied	havo CE-eindterm(en)	vwo CE-eindterm(en)
Informatieoverdracht	B1	B1
medische beeldvorming	B2	B2
zonnestelsel en heelal	E1	
heelal		C3
astrofysica		E2

### Scheikunde

contextgebied	havo CE-eindterm(en)	vwo CE-eindterm(en)
materialen	E1	E1
geneesmiddelen	E1	E2
voeding	E1	
duurzaamheid	F3	F2, F3, G2, G3
voedselproductie	G2	E1, E2, F2
gezondheid	G2	E1, G2
transport van stoffen in het lichaam		E2
levende organismen	G1	G1

## Bijlage 2.3 Voorwaardelijke kennis uit andere bètavakgebieden

Zoals omschreven in de syllabi.

### Biologie

Afstemming met wiskunde, uitgewerkt in vaardigheid A8, specificatie 5:

Een aantal voor het vak relevante reken-/wiskundige vaardigheden toepassen om natuurwetenschappelijke problemen op te lossen:

- rekenen met getallen in breuken en machten;
- rekenen met verhoudingen (*vwo*: ratio), percentages en gemiddelden;
- rekenen met oppervlakte en volume;
- grafieken opstellen en daarbij rekening houden met de plaats van de afhankelijke en de onafhankelijke variabele;
- *vwo*: aflezen logaritmische grafiek
- lineaire en exponentiële verbanden herkennen (*havo*: in grafieken);
- grafieken lezen (formuleloos), gericht op grafisch verloop en trends;
- verbanden leggen op basis van tabel- en grafiekgegevens.

Afstemming met scheikunde, uitgewerkt in de vereiste (voor)kennis van scheikunde, beschreven in hoofdstuk 3 van de syllabus:

- Begrippen:
  - atoom, molecuul, ion, (*vwo*: proton)
  - *vwo*: atoommassa
  - molecuulformule, structuurformule
  - *vwo*: reagentia
  - reactievergelijking, evenwichtsreacties, katalysator
  - water- of vetoplosbaar (*vwo*: hydrofiel, hydrofoob, verzadiging)
  - zuren en basen, pH, indicatoren
  - *vwo*: reductor en oxidator
  - aminozuren, eiwitten, (*vwo*: peptidebinding)
  - vetten, glycerol, (on)verzadigde vetzuren
  - koolhydraten: mono-, di- en polysachariden
  - *vwo*: waterstof- en zwavelbruggen
  - methaan, alcohol (ethanol)
- Namen en formules van de volgende stoffen: ammoniak, calcium, ijzer, kalium, koolstofdioxide, magnesium, natriumchloride, stikstof en water;
- Grootheden en eenheden: concentratie (mol/L of g/L), massapercentage, volumepercentage, ppm.

Afstemming met natuurkunde, uitgewerkt in de vereiste (voor)kennis van natuurkunde, beschreven in hoofdstuk 3 van de syllabus:

- Begrippen:
  - massa, dichtheid, gewicht
  - vaste, vloeibare en gasvormige fase
  - snelheden, frequenties
  - vormen van energie
  - (radioactieve) isotopen, halveringstijd
  - elektromagnetisch spectrum



## Natuurkunde

### Afstemming met wiskunde, uitgewerkt in vaardigheid A12:

Een aantal voor natuurkunde relevante rekenkundige en wiskundige vaardigheden correct en geroutineerd toepassen bij voor de natuurkunde specifieke probleemsituaties

- basisrekenvaardigheden uitvoeren,
  - rekenen met verhoudingen, procenten, breuken, machten en wortels;
  - de omtrek en de oppervlakte berekenen van een cirkel, een driehoek en een rechthoek;
  - het volume berekenen van een balk en een cilinder;
  - de oppervlakte en het volume berekenen van een bol;
  - vwo: absolute waarde toepassen
- wiskundige technieken toepassen,
  - herleiden van formules;
  - redeneren met evenredigheden (recht, omgekeerd, kwadratisch, omgekeerd kwadratisch);
  - oplossen van lineaire en tweedegraads vergelijkingen;
  - *havo*: toepassen van  $x^n$ ;
  - vwo: toepassen van  $\log x$ ,  $\ln x$ ,  $e^{-ax}$ ,  $e^{ax}$ ,  $a^x$ ,  $x^a$ ,  $\sin x$  en  $\cos x$ ;
  - in een rechthoekige driehoek met twee zijdes of met één zijde en één hoek gegeven, de overige zijdes en hoeken uitrekenen, gebruik makend van sinus, cosinus, tangens en de stelling van Pythagoras;
  - grafisch optellen en ontbinden van vectoren;
  - grafieken tekenen bij een meetserie;
  - functievoorschriften opstellen van lineaire verbanden (vwo: evenredige verbanden (recht, omgekeerd, kwadratisch, omgekeerd kwadratisch) en wortelverbanden);
  - grafieken tekenen met behulp van een functievoorschrift;
  - aflezen van diagrammen, waaronder diagrammen met asonderbrekingen (vwo: logaritmische diagrammen, dubbel-logaritmische diagrammen);
  - interpoleren en extrapoleren in diagrammen en tabellen;
  - vwo: differentiëren van lineaire en kwadratische functies, machtsfuncties, sinusfuncties en cosinusfuncties;
  - tekenen van de raaklijn aan een kromme en de steilheid bepalen;
  - de oppervlakte onder een grafiek bepalen;
  - vwo: relaties van de vorm  $y = ax^2$ ,  $y = ax^{-1}$ ,  $y = ax^{-2}$ ,  $y = ax^{1/2}$  door coördinatentransformatie weergegeven als een rechte lijn door de oorsprong;
    - berekeningen uitvoeren met bekende grootheden en relaties en daarbij de juiste formules en eenheden hanteren,
  - formules zoals vermeld bij de vakinhoudelijke subdomeinen;
  - substitueren van formules;
  - in natuurkundige formules eenheden afleiden en controleren.

Geen kennis uit scheikunde of biologie gespecificeerd.

## **Scheikunde**

### Afstemming met wiskunde, uitgewerkt in vaardigheid A8, specificatie 6:

een aantal voor het vak relevante reken-/wiskundige vaardigheden toepassen om natuurwetenschappelijke problemen op te lossen:

- basisrekenvaardigheden uitvoeren:
  - een (grafische) rekenmachine gebruiken;
  - rekenen met verhoudingen, procenten, machten;
  - gewogen gemiddelde berekenen.
- berekeningen uitvoeren met bekende grootheden en relaties en daarbij de juiste formules en eenheden hanteren.
- wiskundige technieken toepassen:
  - omwerken van eenvoudige wiskundige betrekkingen;
  - oplossen van lineaire vergelijkingen;
  - rekenen met evenredigheden (recht en omgekeerd);
  - berekeningen maken met logaritmen met grondtal 10 (*havo*: in relatie tot pH en pOH).
  - *vwo*: twee lineaire vergelijkingen met twee onbekenden oplossen.
- afgeleide eenheden herleiden tot eenheden van het SI met behulp van omzettingstabellen.
- uitkomsten schatten en beoordelen.

### Afstemming met biologie en natuurkunde, uitgewerkt in vaardigheid A10:

- De kandidaat kan de volgende biologische vakbegrippen herkennen en gebruiken:
  - ademhaling;
  - bloed;
  - cel;
  - celmembraan;
  - *vwo*: chromosomen;
  - ecosysteem;
  - *vwo*: erfelijkheid;
  - organisme;
  - spijsvertering;
  - transport.
- De kandidaat kan de volgende natuurkundige vakbegrippen herkennen en gebruiken:
  - druk;
  - energie;
  - kracht;
  - licht;
  - massa;
  - radioactiviteit;
  - spanning;
  - straling;
  - stroomsterkte;
  - temperatuur;
  - warmte.

## **Bijlage 2.4 Beheersingsniveaus**

### **Biologie**

In het examenprogramma zijn drie beheersingsniveaus onderscheiden die gekarakteriseerd zijn met de woorden benoemen, verklaren en beargumenteren. In de specificatie in deze syllabus zijn per niveau verschillende handelingswerkwoorden gebruikt.

### **Natuurkunde**

Bij de volgende specificaties is aangegeven dat kandidaten de vakbegrippen uit die specificatie niet wendbaar hoeven te kunnen gebruiken:

Havo B1.6; B2.4; G1.4; G1.5

Vwo: B1.6; B2.4

Bij de volgende specificaties is het aantal denkstappen in berekeningen gelimiteerd tot 2:

Havo: voorkennis bij D ( $\rho = m/V$ ); D1.2 (warmtestroom); G1.2 (gemengde schakelingen)

Havo: voorkennis bij D ( $\rho = m/V$ ); D1.3 (gemengde schakelingen)

### **Scheikunde**

In de specificaties wordt, om het beheersingsniveau aan te duiden, gebruik gemaakt van handelingswerkwoorden. Het handelingswerkwoord geeft de relatieve moeilijkheid van een bijbehorende leerlingactiviteit aan. De handelingswerkwoorden zijn ingedeeld in drie niveaus (vergelijk TIMSS): weten, toepassen en redeneren, en vijf subniveaus (weten = subniveau 1; toepassen = subniveau 2 en 3; redeneren = subniveau 4 en 5).

## Bijlage 2.5 Nieuwe onderwerpen in het CE

### Biologie

Genoemd in de syllabi:

- havo CE: epigenetica
- vwo CE: epigenetica, sequencing

Meer algemeen (aangegeven door vernieuwingscommissie):

- meer aandacht voor moleculaire processen
- meer aandacht voor dynamiek (op verschillende systeemniveaus)
- meer aandacht voor wiskunde / statistiek

### Natuurkunde

Havo CE: nieuwe inzichten<sup>45</sup> m.b.t. informatieoverdracht (B1.6); medische beeldvorming (B2.4); materie (D1.2, D1.4-D1.6); zonnestelsel en heelal (E1)<sup>46</sup>; opwekking, transport en opslag van elektrische energie (G1.4 en G1.5); en de wisselwerking tussen natuurkunde en technologie (H).

Vwo CE: medische beeldvorming, astrofysica, quantumwereld.

### Scheikunde

havo CE:

- micro-meso-macro (A12)
- nieuwe materialen (B4 & B5)
- substitutiereactie (C1.9)
- energieberekeningen (C3 1/5)
- balansen en kringlopen (C7 1&2)
- groene chemie (F1)
- duurzaamheid-brandstofcel-vergisting (F3 1&4)

vwo CE:

- micro-meso-macro (A12)
- deeltjesmodellen; (B1 1/3 & 12/13); schillen, lewis, mesomerie
- nieuwe materialen (B4 1&2, E1.1)
- VSEPR(B4.3)(Valentie-Schil-Elektronen-Paar-Repulsie)
- behoudswetten en kringlopen (C3)
- reactiemechanisme (C4 3/5)
- reactiewarmtes (C6 3&4)
- polymerisatiereacties (D3 2&3)
- groene chemie(F2 1/3)(atoomefficiëntie/E-factor)
- duurzaamheid (F3 1&4)
- energieomzettingen (G3 1&2)

<sup>45</sup> Ook de hefboomwet (C1.6) is nieuw t.o.v. het vorige examenprogramma, maar wordt hier niet meegenomen, omdat deze in eerdere havo-examenprogramma's wel opgenomen was.

<sup>46</sup> in de examens van 2015 en 2016 zullen over E1 geen vragen worden gesteld (tijdelijke uitsluiting)

## Bijlage 2.6 Vakspecifiek redeneren

### Biologie

- vorm-functiedenken (eindterm A11): redeneringen hanteren waarbij van biologische objecten vanuit een gegeven vorm naar een bijbehorende functie wordt gezocht of andersom
- ecologisch denken (eindterm A12): redeneringen hanteren waarbij uitgewerkt wordt wat de gevolgen van interne of externe veranderingen in een leefgemeenschap of ecosysteem zijn
- evolutionair denken (eindterm A13): redeneringen hanteren waarbij biologische verschijnselen verklaard worden met behulp van theorie over evolutiemechanismen
- systeembenken (eindterm A14): onderscheid maken tussen verschillende organisatieniveaus, relaties binnen en tussen organisatieniveaus uitwerken en uiteenzetten hoe biologische eenheden op verschillende organisatieniveaus zichzelf in stand houden en ontwikkelen.

### Natuurkunde

- kwantificeren en interpreteren (eindterm A15), m.n.:
  - berekeneerde schattingen en ordes van grootte
  - redeneren met natuurkundige verbanden
- *Alleen vwo*: verschijnselen en processen verklaren vanuit algemene principes en wetmatigheden (examendomein H)

Verder is het de bedoeling dat er een verschuiving optreedt van de aandacht van 'sometjes' naar conceptueel begrip. In de syllabus is dat gereflecteerd in de opmerking in paragraaf 1.2: "Bij het maken van het centraal examen wordt ernaar gestreefd dat 50% van het totaal aantal scorepunten dat door de kandidaat behaald kan worden, afkomstig is van vragen waarbij voor de beantwoording een expliciete berekening noodzakelijk is. Zie hiervoor ook bijlage 5. " Een specificatie hiervan betreft de gewenste verschuiving van aandacht voor kinematica naar meer aandacht voor dynamica.

### Scheikunde

- heen-en-weer-denken tussen macro, meso, micro
- redeneren in termen van structuur-eigenschappen (eindterm A12);
- redeneren over systemen, verandering en energie (eindterm A13);
- redeneren in termen van duurzaamheid (eindterm A14).



# Bijlagen bij hoofdstuk 3

## Bijlage 3.1 p-waarden<sup>47</sup>

2015	
vraag	p-waarde
1	68
2	67
3	77
4	39
5	53
6	75
7	72
8	44
9	37
10	72
11	59
12	69
13	86
14	100
15	48
16	69
17	43
18	39
19	58
20	27
21	76
22	61
23	39
24	83
25	42
26	46
27	38
28	70
29	61
30	81
31	65
32	66
33	79
34	75

2016	
vraag	p-waarde
1	74
2	55
3	72
4	87
5	69
6	62
7	67
8	67
9	84
10	59
11	55
12	37
13	50
14	49
15	69
16	51
17	71
18	89
19	62
20	44
21	22
22	51
23	72
24	50
25	63
26	56
27	78
28	38
29	24
30	21
31	57
32	39
33	73
34	41

	gemiddelden	
	2015	2016
totaal	59,6	56,1
meerkeuze	57,3	57,6
open	61,4	54,6

<sup>47</sup> bron: Cito, TIA bestanden biologie, gedownload van

[http://www.cito.nl/onderwijs/voortgezet%20onderwijs/centrale\\_examens/schriftelijke\\_examens\\_havovwo/examens\\_havovwo\\_2015/havo\\_ce\\_tv1](http://www.cito.nl/onderwijs/voortgezet%20onderwijs/centrale_examens/schriftelijke_examens_havovwo/examens_havovwo_2015/havo_ce_tv1) en

[http://www.cito.nl/onderwijs/voortgezet%20onderwijs/centrale\\_examens/schriftelijke\\_examens\\_havovwo/examens\\_havovwo\\_2016/havo\\_ce\\_tv1](http://www.cito.nl/onderwijs/voortgezet%20onderwijs/centrale_examens/schriftelijke_examens_havovwo/examens_havovwo_2016/havo_ce_tv1)

35	43
36	35
37	42
38	54
39	79
40	89
41	52
42	54

35	38
36	47
37	66
38	43
39	26
40	57
41	48
42	76



## Bijlage 3.2 Contexten in 2015

In onderstaande tabel zijn de in de analyse toegekende kenmerken van de contexten weergegeven.

### Betekenis van de afkortingen

Probleemstelling of situatie P: probleemstelling

S: situatie met achterliggende vraag

Soort context

B: beroepscontext

L: leefwereldcontext

W: wetenschappelijke context

A: anders

Contextgebied

E: energie

D: duurzaamheid

G: gezondheid

GZ: gezondheidszorg

V: voeding

VH: veiligheid

VP: voedselproductie

W: wereldbeeld

S: sport

opgave	context	probleemstelling of situatie	soort context	context -gebied
I Verpleegkundige gevraagd	I.1 Je solliciteert op een vacature 'verpleegkundige cardiologie/cardiologie' (advertentietekst) en voert daarvoor een sollicitatiegesprek. Hierbij wordt een casus voorgelegd van een patiënt die herstelt van een hartinfarct.	S: De casus vormt de vraag	B	GZ
	I.2 Een van de klachten die ertoe kan leiden dat iemand op de afdeling cardiologie terechtkomt, is angina pectoris (pijn op de borst), veroorzaakt doordat bepaalde delen van het hart tijdelijk geen zuurstof krijgen. Dotteren (zie afbeelding) kan hiervoor een oplossing zijn. Dit veroorzaakt tijdelijke pijn op de borst.	S: Wat gebeurt er precies bij dotteren?	L	GZ

opgave	context	probleemstelling of situatie	soort context	context -gebied
	I.3: Bij een bepaalde hartaandoening is de opening naar de aorta te nauw. Het hart moet hierdoor harder werken om voldoende bloed naar de aorta te pompen. Hierdoor kan linkerventrikelhypertrofie ontstaan: een toename van het spierweefsel in de linkerkamer. Deze hartafwijking kan een erfelijke oorzaak hebben.	S: Hoe zit het precies met de erfelijkheid van linkerventrikelhypertrofie?	L	G
II Misschien is een gaatje in de dijk zo slecht nog niet	II: In het kader van de Deltawerken is het Volkerak afgesloten van de Noordzee. In het Volkerak treedt al meer dan tien jaar algenbloei op. Dit levert stank en gezondheidsproblemen op. Vooral 's zomers is het probleem groot. [a] Van alles is geprobeerd om het probleem te stoppen (riet, mosselen, snoeken). [b] Leerlingen onderzoeken de invloed van temperatuur. [c] de blauwalgengroei heeft gevolgen voor alle organismen	S: Wat is precies het probleem, hoe ontstaat het; wat zijn de gevolgen en hoe is het op te lossen?	A	VH
III Pinguïns de pineut	III.1: Ze leven ver van de bewoonde wereld, maar het lot van de adéliepinguïn op Antarctica wordt toch sterk beïnvloed door mensen. De laatste decennia neemt het aantal adéliepinguïns sterk af door afname van de hoeveelheid krill ten gevolge van toename van de zeewatertemperatuur en herstel van het aantal walvissen na het verbod op de walvisvangst	S: Hoe komt het dat het aantal adéliepinguïns afneemt (inclusief rol mens / krill)?	A	D

<b>opgave</b>	<b>context</b>	<b>probleemstelling of situatie</b>	<b>soort context</b>	<b>context -gebied</b>
	III.2: Evolutiebiologen hebben de mutatiefrequentie van adéliepinguïns bepaald door te kijken naar verschillen tussen de nucleotidenvolgorde in het DNA van pinguïns van duizenden jaren geleden en die van nu. Met behulp van deze mutatiefrequentie kan de ouderdom [van fossiele pinguïns] bepaald worden. Hoe meer mutaties aanwezig zijn bij de huidige pinguïns ten opzichte van een fossiel, hoe ouder het fossiel is.	S: Hoe kunnen evolutiebiologen gebruik maken van de mutatiefrequentie bij adéliepinguïns bij het vaststellen van de ouderdom van fossiele dieren?	W	W
IV Evolutie bij petunia-varianten	IV: In Zuid-Amerika komen twee varianten van de petunia naast elkaar voor in dezelfde biotoop. Ze verschillen in kleur, geur, tekening, wijze van insectbestuiving en lengte van de bloembuis. Ze kruisen in de natuur niet, maar leveren bij kunstmatige bestuiving wel vruchtbare nakomelingen	S: Hoe komt het dat er twee verschillende varianten naast elkaar bestaan in dezelfde biotoop?	W	W
V Jurassic Parc	V.1: In de film Jurassic Parc is een Brachiosaurus te zien, die de toppen van hoge bomen kaal vreet. In werkelijkheid stak de Brachiosaurus zijn kop waarschijnlijk niet omhoog.	S: Waarom kan de Brachiosaurus zijn kop waarschijnlijk niet omhoog gehouden hebben?	L	W
	V.2: De Brachiosaurus vervulde de rol van de consument van de eerste orde.	S: Wat is de betekenis van die rol voor de Brachiosaurus en voor het ecosysteem?	W	W

<b>opgave</b>	<b>context</b>	<b>probleemstelling of situatie</b>	<b>soort context</b>	<b>context-gebied</b>
VI Slangengif	VI.1: Met een enorm enthousiasme vertelt bioloog Freek Vonk voor de camera over zijn grote liefde: slangen. Vonk doet onderzoek naar de evolutie van giftige slangensoorten. Slangen zijn evolutionair succesvol oa. door hun giftanden. Vonk toonde aan dat alle slangen en hagedissen met gifklieren dezelfde voorouders hebben.	S: Welke resultaten heeft Freek Vonk geboekt bij zijn onderzoek naar de evolutie van giftige slangensoorten?	L	W
	VI.2: Van de ongeveer 3150 soorten slangen zijn ruim 600 soorten giftig voor mensen. Slangengif kan onder andere de bloedstolling, de werking van het hart of van het zenuwstelsel beïnvloeden.	S: Hoe werkt slangengif?	W	W
	VI.3: Biologen ontdekten een ongebruikelijke relatie tussen een Aziatische slang en giftige padden. Deze slang heeft niet alleen gifklieren in zijn bek, maar ook nog in zijn hals. De slang slaat het gif van zijn prooi, de pad, op in zijn halsklieren. De slang draait deze klieren naar aanvallers toe om vervolgens gif over deze belagers te sproeien. Zo gebruikt de slang gif van de pad om zichzelf te verdedigen.	S: Hoe zit het precies met de relatie tussen deze slang en zijn prooi?	W	W

<b>opgave</b>	<b>context</b>	<b>probleemstelling of situatie</b>	<b>soort context</b>	<b>context-gebied</b>
VII EpiPen	VII.1: Iemand met allergie is overgevoelig voor bepaalde stoffen in de omgeving, kom je in aanraking met die stoffen dan ga je antistoffen maken: een afweerreactie. Allergische klachten zijn met geneesmiddelen te verlichten.	S: Hoe ontstaat een allergie en wat kun je er aan doen?	L	G
	VII.2: Sommige mensen met allergieklachten lopen het risico op een anafylactische shock: in reactie op het allergeen wordt een grote hoeveelheid histamine afgegeven waardoor de bloedvaten verwijden en de bloeddruk heel sterk daalt. Deze patiënten krijgen het advies een EpiPen® bij zich te dragen en bij zo'n acute, levensbedreigende, allergische reactie te gebruiken. Bij diabetespatiënten moet na gebruik het bloedsuikergehalte gecontroleerd worden.	S: Wat is een anafylactische shock en op welke manier kan een EpiPen daarbij van dienst zijn?	L	GZ
VIII Het zwarte goud	VIII: Drop (zowel zoete als zoute) bevat het stofje GZ. Dit stofje, dat zorgt voor de typische dropsmaak, smaakt 30 tot 50 maal zoeter dan suiker. Het zorgt ook voor een verhoging van de bloeddruk.	S: Welke effecten heeft GZ?	L	V

<b>opgave</b>	<b>context</b>	<b>probleemstelling of situatie</b>	<b>soort context</b>	<b>context-gebied</b>
IX Herfstrood	IX: Een loofbos kan in de herfst dieprood kleuren. Het rode pigment dat daarvoor zorgt maakt de boom in de herfst speciaal aan. Dat is vreemd, want even later dwarrelen diezelfde bladeren met de herfstwind weg. Hoe kan dit verklaard worden?	P	W	W

## Bijlage 3.3 Contexten in 2016

In de onderstaande tabel zijn de in de analyse toegekende kenmerken van de contexten weergegeven.

### Betekenis van de afkortingen

Probleemstelling of situatie P: probleemstelling

S: situatie met achterliggende vraag

Soort context

B: beroepscontext

L: leefwereldcontext

W: wetenschappelijke context

A: anders

Contextgebied

E: energie

D: duurzaamheid

G: gezondheid

GZ: gezondheidszorg

V: voeding

VH: veiligheid

VP: voedselproductie

W: wereldbeeld

S: sport

opgave	context	probleemstelling of situatie	soort context	contextgebied
Appaloosa-vlekkenpatroon	I.1: Het veulentje Bram is geboren. Het is een appaloosa, een paard met kenmerkende vlekken op de vacht (afbeelding 1). Er zijn verschillende appaloosa-vlekkenpatronen. Bram heeft alleen vlekken achter op de rug; hetzelfde vachtpatroon als zijn vader.	S: Hoe zit het met dominante eigenschappen?	B	S
	I.2: Paardenfokkers willen graag weten of hun hengst hetero- of homozygoot is voor het gen voor het appaloosa-vlekkenpatroon. Dat is lastig te bepalen. (...)	P: Hoe kun je homo/heterozygotie of de kans op op een miskraam bepalen?	B	S

opgave	context	probleemstelling of situatie	soort context	context-gebied
Lichtjes in zee	<p>II: In de zomer van 2015 werd aan de Zuid-Hollandse kust een rode kleur in het water gesignaleerd. Het bleek te gaan om zeevonk (afbeelding 1).</p> <p>'s Nachts werd in het water een blauwgroene gloed waargenomen. De gloed wordt veroorzaakt doordat zeevonken, als het water in beweging wordt gebracht, kleine lichtflitsjes afgeven. Dit verschijnsel heet bioluminescentie.</p>	S: Wat is zeevonkbloei en hoe kun je die beperken?	A	
Sushi	<p>III.1: In een Frans laboratorium voor bio-informatica is het DNA van de zeebacterie <i>Zobellia galactivorans</i> geanalyseerd. Daarbij is een bijzondere overeenkomst tussen het DNA van deze zeebacterie en het DNA van darmbacteriën ontdekt.</p>	S: Wat zijn de voordelen van de overeenkomsten tussen de zee- en de darmbacteriën?	L	V
	<p>III.2: Zeewier wordt door Japanners gebruikt bij het maken van sushi. Sushi bestaat uit een hapje rijst omwikkeld met gedroogd zeewier, nori genoemd. De sushi is vaak gevuld met vis, garnalen of groenten. Overmatige consumptie van sushi is niet zonder gevaar. De Amerikaanse acteur Jeremy Piven moest in het ziekenhuis worden opgenomen nadat hij was flauwgevallen. (...)</p>	S: Wat is het gevaar van teveel sushi eten?	L	G



<b>opgave</b>	<b>context</b>	<b>probleemstelling of situatie</b>	<b>soort context</b>	<b>context- gebied</b>
Hoe ontstaan pretoogjes?	IV.1: Renske vindt het leuk als een man pretoogjes heeft. Ze vraagt zich af hoe die pretoogjes ontstaan. "Gebeurt er echt iets in het oog?" Tjeerd de Faber, kinderoogarts van het Oogziekenhuis Rotterdam, legt uit: "Je hebt drie dingen nodig voor pretoogjes: een kleine lidspleet (de ruimte tussen het bovenste en onderste ooglid), een wijde pupil en ophoping van traanvocht.	S: Hoe ontstaan pretoogjes?	L	G
	IV.2: Het traanvocht speelt een belangrijke rol bij het beschermen van het oog tegen infecties met bacteriën. Door knippen wordt het traanvocht regelmatig over de harde oogrok en het hoornvlies verspreid. Naast water bevat het traanvocht ook andere anorganische bestanddelen, antistoffen en lysozym. Dit lysozym is in staat om de celwanden van bacteriën af te breken.	S: Wat is de rol van traanvocht?	A	
Biertje? Of toch maar niet?	V: "Krijg je van alcoholvrij bier net zo'n bierbuik als van gewoon bier?" Dat vraagt Freek zich af. Zijn vriendin zegt dat hij verslaafd is aan bier en maakt plagerige opmerkingen over zijn figuur. (...)	S: Welke nadelige gevolgen heeft overmatig drankgebruik?	L	G

opgave	context	probleemstelling of situatie	soort context	context-gebied
Betere aardappels door cisgenese	VI.1: Heel gewoon zien ze eruit, onder de daglichtlampen van de klimaatkasten van Wageningen Universiteit: groene klompjes cellen in petrishaaltjes met kweekvloeistof (afbeelding 1). "Ze kunnen uitgroeien tot jonge aardappelplantjes, maar gewoon zijn ze allerminst", zegt de analiste die ze verzorgt. Dankzij een bijzondere techniek zijn de plantjes voorzien van een gen dat hen beschermt tegen aardappelziekte.	S: Hoe kun je resistente aardappelrassen kweken?	W	VP
	VI.2: De aardappelziekte wordt veroorzaakt door de schimmel <i>Phytophthora infestans</i> . Door deze schimmel wordt een aardappel rot. Consumptie van besmette aardappelen door een zwangere vrouw kan bij haar baby leiden tot aangeboren afwijkingen. Er wordt dus veel gespoten tegen <i>Phytophthora</i> : tien tot vijftien keer per akker per jaar. Dat is slecht voor het milieu, duur voor de producent, maar werkt goed tegen de schimmel.	S: Hoe veroorzaakt aardappelziekte aangeboren afwijkingen?	L	G
	VI.3: Genetische modificatie heeft als voordeel dat op een snelle wijze een resistent ras kan worden verkregen, maar heeft als nadeel dat het maatschappelijk draagvlak ervoor niet groot is. Tegenstanders hebben bezwaren tegen het inbouwen van vreemd DNA in voedingsgewassen.	S: Wat zijn argumenten tegen genetische modificatie?	L	VP

<b>opgave</b>	<b>context</b>	<b>probleemstelling of situatie</b>	<b>soort context</b>	<b>context-gebied</b>
De 'Biobag'	VII: Julika, Emily en Marleen van een school in Den Haag hebben de Imagine Scholierenwedstrijd 2009/2010 gewonnen met het idee om in Guatemala houtkap te reduceren en de levensomstandigheden voor de plaatselijke bevolking te verbeteren met behulp van een zogenaamde 'Biobag'.	S: Wat zijn de werking en effecten van de Biobag?	L	D
Ha fijn, er is een natuurgebied in de as gelegd!	VIII: In 2010 brak in het natuurgebied 'De Strabrechtse heide' in Noord-Brabant een felle brand uit. Door de sterke en steeds draaiende wind kostte het de brandweer bijna een week om deze brand te blussen. Ruim 150 hectare heide en bos gingen in vlammen op. Honderd jaar oude jeneverbesstruiken verbrandden, net als vele heidekikkers, levendbarende hagedissen en jonge vogels zoals tapuiten, boomleeuweriken en nachtzwaluwen. Bijzondere insecten zoals sneeuwspringers, veldkrekels, boszandloopkevers en een scala aan zeldzame graafbijen en graafwespen veranderden in as. Van het door de brand getroffen gebied bleef een verkoolde vlakte achter.	S: Wat zijn de effecten van een natuurbrand en welke consequenties hebben die voor het beheer?	B	D



# Bijlagen bij hoofdstuk 4

## Bijlage 4.1 p-waarden<sup>48</sup>

2016	
vraag	p-waarde
1	81
2	82
3	61
4	90
5	74
6	53
7	46
8	42
9	53
10	66
11	53
12	52
13	80
14	68
15	48
16	61
17	54
18	74
19	59
20	77
21	85
22	78
23	48
24	43
25	87
26	42
27	35
28	34
29	62
30	47
31	33
32	78
33	47
34	43

2017	
vraag	p-waarde
1	67
2	72
3	88
4	43
5	80
6	41
7	45
8	61
9	71
10	86
11	61
12	61
13	97
14	44
15	42
16	62
17	57
18	51
19	57
20	40
21	73
22	57
23	59
24	40
25	50
26	39
27	38
28	79
29	83
30	59
31	71
32	20
33	36
34	60

	gemiddelden	
	2016	2017
totaal	60,6	57,3
meerkeuze	63,4	59,7
open	58,6	56,3

<sup>48</sup> bron: Cito, TIA bestanden biologie, gedownload van

[http://www.cito.nl/onderwijs/voortgezet%20onderwijs/centrale\\_examens/schriftelijke\\_examens\\_havovwo/examens\\_havovwo\\_2016/vwo\\_ce\\_tv1](http://www.cito.nl/onderwijs/voortgezet%20onderwijs/centrale_examens/schriftelijke_examens_havovwo/examens_havovwo_2016/vwo_ce_tv1) en

[http://www.cito.nl/onderwijs/voortgezet%20onderwijs/centrale\\_examens/schriftelijke\\_examens\\_havovwo/examens\\_havovwo\\_2017/vwo\\_ce\\_tv1](http://www.cito.nl/onderwijs/voortgezet%20onderwijs/centrale_examens/schriftelijke_examens_havovwo/examens_havovwo_2017/vwo_ce_tv1)

35	69
36	77
37	46
38	74
39	81
40	82
41	61
38	90

35	54
36	72
37	31
38	31
39	67
40	72
41	88
38	43

## Bijlage 4.3 Contexten in 2017

In de onderstaande tabel zijn de in de analyse toegekende kenmerken van de contexten weergegeven.

### Betekenis van de afkortingen

Probleemstelling of situatie P: probleemstelling

S: situatie met achterliggende vraag

Soort context

B: beroepscontext

L: leefwereldcontext

W: wetenschappelijke context

A: anders

Contextgebied

E: energie

D: duurzaamheid

G: gezondheid

GZ: gezondheidszorg

V: voeding

VH: veiligheid

VP: voedselproductie

W: wereldbeeld

S: sport

opgave /vragen	context	probleemstelling of situatie	soort context	context-gebied
I. Blaasontsteking, vraag 1-7	I. Een ongecompliceerde blaasontsteking is een aandoening waarmee huisartsen vrijwel dagelijks worden geconfronteerd. In bijna alle gevallen gaat het om de darmbacterie <i>Escherichia coli</i> die zich aan het epitheel van de blaas hecht.	P: Diagnose en behandeling van blaasontsteking	L	G
II. De jungle neemt netto koolstofdioxide op, vraag 8-10, 13-16	II.1 Oude bossen kunnen climaxstadium bereiken met een evenwicht tussen het aangroeien en afsterven van plantenmateriaal. Ongerepte tropische regenwouden (zie afbeelding 1) blijken echter jaarlijks 1,3 miljard ton aan koolstofdioxide vast te leggen. Dat wordt afgeleid uit onderzoek in Afrika en in het Amazonegebied. Een extra argument voor het beschermen van deze bossen.	S: Hoe kan het dat de jungle netto CO <sub>2</sub> opneemt?	M	D

opgave /vragen	context	probleemstelling of situatie	soort context	context-gebied
II. De jungle neemt netto koolstofdioxide op, vraag 11-12	II.2 De oorspronkelijke landbouwmethode van inheemse volken heeft een vast patroon: een stukje regenwoud kappen en platbranden en er een tijdlang gewassen verbouwen. Na uitputting van de bodem trekken de mensen verder en beginnen elders opnieuw.	S: Hoe is de opname/afgifte van CO <sub>2</sub> bij de oorspronkelijke landbouwmethode?	W	D
III. Gespierder door gendoping, vraag 15	III.1 Het overdragen van genetisch materiaal naar menselijke cellen voor de behandeling van ziektes bevindt zich nog in een experimenteel stadium. Deze techniek zou ook gebruikt kunnen worden als gendoping bij sporters. Het is inmiddels al gelukt om muizen door gendoping supergespierd te maken. (...)	P: Hoe erft de mutatie over?	B	G
III. Gespierder door gendoping, vraag 16-20	III.2 In theorie is het mogelijk het myostatine-gen bij een sporter uit te schakelen en hem zo supergespierd te maken. Een manier om het gen 'knock down' te maken, is door RNA-interferentie (RNAi). De expressie van het gen voor myostatine wordt daardoor verminderd.	S: Hoe werkt gendoping?	W	S
IV. Plasje op Pinkpop levert P, vraag 21, 28	IV.1 In 2011 is tijdens het Pinkpopfestival de urine van mannelijke bezoekers ingezameld om het daarin aanwezige fosfaat terug te winnen en om te zetten in kunstmest. Het experiment werd uitgevoerd in samenwerking met SaNiPhos, een urineverwerkingsfabriek.	S: Hoe past de ingezamelde urine in de fosforkringloop?	L	D
IV. Plasje op Pinkpop levert P, vraag 22-27	IV.2 (geen context)	-	-	-



<b>opgave /vragen</b>	<b>context</b>	<b>probleemstelling of situatie</b>	<b>soort context</b>	<b>context-gebied</b>
V. Een bloedtransfusie voor je hond, vraag 29-32, 35-38	V.1 Sophia belde in paniek haar dierenarts. Haar hond Max, een levendige boxer (zie afbeelding 1), was plotseling in elkaar gezakt en kwam niet meer overeind.	P: Wat is er met Max aan de hand en hoe kan dat opgelost worden?	L	G
V. Een bloedtransfusie voor je hond, vraag 33-34	V.2 Wetenschappers van de universiteit van São Paulo onderzochten het voorkomen van de DEA1-fenotypes bij verschillende hondenrassen en bij bastaardhonden (geen zuiver ras) in Brazilië. Er blijken grote verschillen in bloedgroepfrequenties te bestaan tussen deze groepen.	het voorkomen van DEA1-fenotypes in Brazilië	W	G



# Bijlagen bij hoofdstuk 5

## Bijlage 5.1: p-waardes

2015 <sup>49</sup>			2016	
vraag	p-waarde		vraag	p-waarde
1	82		1	70
2	66		2	48
3	40		3	94
4	41		4	53
5	60		5	79
6	62		6	90
7	70		7	35
8	66		8	47
9	92		9	72
10	77		10	1
11	59		11	88
12	76		12	37
13	95		13	37
14	30		14	67
15	79		15	59
16	36		16	86
17	57		17	65
18	30		18	39
19	62		19	13
20	47		20	60
21	25		21	50
22	42		22	67
23	58		23	54
24	13		24	63
25	69		25	43
26	80		26	54
27	70		27	50

<sup>49</sup> bron: cito, gedownload van

[http://www.cito.nl/onderwijs/voortgezet%20onderwijs/centrale\\_examens/schriftelijke\\_examens\\_havovwo/examens\\_havovwo\\_2015/havo\\_ce\\_tv1](http://www.cito.nl/onderwijs/voortgezet%20onderwijs/centrale_examens/schriftelijke_examens_havovwo/examens_havovwo_2015/havo_ce_tv1) (TIA bestand natuurkunde)

## Bijlage 5.2 Contexten

2015

opgave	context	Achterliggende vraag
I Mürrenbaan	I.1 Het dorp Mürren aan de rand van de Zwitserse Alpen is alleen per kabelbaan te bereiken. Anoek heeft tijdens een rit met die kabelbaan met een gps de hoogte van de cabine ten opzichte van de grond gemeten	Het bepalen van een aantal (technische) gegevens over de kabelbaan uit Anoeks metingen
	I.2 De cabine van de kabelbaan hangt aan een stalen draagkabel	Zorgt de cabine voor vervorming van de draagkabel?
II Samarium-153	II Cassie, een acht jaar oude hand met een tumor in een bot, is onlangs als eerste hond ter wereld succesvol behandeld met samarium-153. a) hoe werkt samarium-153; b) hoe gaat de behandeling in zijn werk?	Hoe werkt deze behandeling en waar moet de dierenarts / assistent rekening mee houden?
II Frituurpan	III.1 Twan heeft een frituurpan. Op de frituurpan zit een neonlampje dat brandt als het verwarmingselement met een schakelaar is ingeschakeld	Hoe werkt de frituurpan, inclusief het inschakelen van het neonlampje?
	III.2 Twan onderzoekt een frituurpan die op het lichtnet wordt aangesloten en ontdekt dat bij het inschakelen van de pan de spanning daalt	Hoe is de daling van de spanning bij inschakelen te verklaren?
	III.3 Door veroudering zal de weerstand van de nichroomdraad van het verwarmingselement in de frituurpan toenemen	Wat is het effect van veroudering op de werking van de frituurpan?
IV Kangoeroesprongen	IV Kangoeroes staan bekend om hun enorme spongen en sprongkracht. Die sprongkracht danken ze aan de speciale bouw van hun achterpoten, met daarin een pees die als veer werkt.	Hoe komt het dat kangoeroes zo ver kunnen springen, welke rol speelt deze pees daarin?
V Soliton	V In Greensboro, Amerika, staat een bijzonder golfslagbad waar om de paar minuten één reusachtige golfberg, een soliton, gemaakt wordt.	Hoe wordt zo'n soliton gemaakt en wat zijn de eigenschappen (hoogte, snelheid, etc.) ervan?

## 2016

Opgave	context	Achterliggende vraag
Radiumbad	In de eerste helft van de vorige eeuw was het gebruikelijk om bij sommige aandoeningen een behandeling met radioactief radium-226 te ondergaan. Een patiënt moest dan een warm bad nemen waarin radiumzout aan het badwater was toegevoegd.	Hoe werkte deze behandeling en hoe schadelijk was hij?
	Bij plaatselijke klachten was het ook mogelijk om een kompres met radium-226 op de pijnlijke plek te leggen. In 2006 werd een container onderschept waarin een radiumkompres uit 1951 zat.	In hoeverre was dat kompres nog actief / schadelijk?
Fontein van Genève	In het Meer van Genève bevindt zich een van de grootste fonteinën ter wereld. Bij de fontein hangt een informatiebordje waarop o.a. een aantal technische gegevens staan.	Controleren van de gegevens en het afleiden van een aantal andere (technische) gegevens
	Van de beweging van een waterdruppel in de straal van de fontein is, met een computer, een model gemaakt. In dit model is rekening gehouden met de zwaartekracht en de wrijvingskracht op de druppel.	Met welke snelheid raakt een terugvallende waterdruppel het wateroppervlak?
Trillingen in een vrachtwagen	Een chauffeur van een vrachtwagen heeft vaak last van trillingen, die veroorzaakt worden door de motor van de vrachtwagen. Deze trillingen worden via de chauffeursstoel aan de chauffeur doorgegeven. Deze trillingen kunnen, naast ongemak, ook schade aan de rug veroorzaken. Een oplossing is het plaatsen van de stoel op een veersysteem	Voor een bepaalde stoel wordt gekeken naar de consequenties van de trillingen en in hoeverre het veersysteem een oplossing biedt.
Elektrische auto	Een autofabrikant heeft in 2012 een bijzonder model elektrische auto op de markt gebracht: de tweepersoons-Twizy	Het afleiden van een aantal (technische) gegevens over de Twizy, waaronder gegevens over actieradius en energieverbruik
Wisselverwarming	Een trein kan met een wissel van het ene spoor naar het andere spoor geleid worden. Een wissel bestaat uit een beweegbaar deel en een vast deel. In de winter kan er sneeuw en ijs tussen deze delen komen, waardoor de wissel niet meer werkt. Om dit te voorkomen kan gebruik gemaakt worden van wisselverwarming. Deze kan elektrisch zijn of op gas.	Hoe werkt wisselverwarming en hoeveel energie kost dit?



# Bijlagen bij hoofdstuk 6

**Bijlage 6.1: p-waardes vwo**

2016 <sup>50</sup>			2017 <sup>51</sup>	
vraag	p-waarde		vraag	p-waarde
1	82		1	49
2	83		2	58
3	66		3	100
4	46		4	77
5	59		5	72
6	49		6	74
7	56		7	68
8	51		8	11
9	73		9	44
10	75		10	44
11	96		11	83
12	71		12	39
13	60		13	82
14	65		14	49
15	20		15	16
16	64		16	85
17	34		17	83
18	42		18	89
19	28		19	62
20	67		20	54
21	60		21	76
22	58		22	59
23	33		23	68
24	20		24	38
25	41		25	55

<sup>50</sup> bron: CITO, gedownload van <http://www2.cito.nl/vo/ex2016/VW-1023-a-16-1-tia.doc>

<sup>51</sup> bron: CITO, gedownload van <http://www2.cito.nl/vo/ex2017/VW-1023-a-17-1-tia.doc>

## Bijlage 6.2: Contexten

2016

opgave	context omschrijving	verborgen probleem / vraag
I Gekleurde LED's	Een LED (Light Emitting Diode) is een diode die licht uitzendt als deze in de doorlaatrichting geschakeld is. In figuur 1 staan de (U,I)- karakteristieken van een aantal LED's met verschillende kleuren.	Geen
II Ruimtelift?	Hierover gaat de haalbaarheidsstudie naar de 'ruimtelift': langs een lange kabel duizenden kilometers omhoog klimmen. Wat je nodig hebt is een strakke kabel en een slimme manier van klimmen.	Hoe krijg je een strakke kabel voor een ruimtelift?
	Hierover gaat de haalbaarheidsstudie naar de 'ruimtelift': langs een lange kabel duizenden kilometers omhoog klimmen. Wat je nodig hebt is een strakke kabel en een slimme manier van klimmen.	Hoe kun je handig klimmen in een ruimtelift?
III Vliegen	Vogels en vleermuizen, maar ook insecten, bewegen zich voort door hun vleugels op en neer te bewegen. De verticale afstand tussen de uiterste standen van de vleugeltippen noemen we de slag grootte $d$ . De afstand die horizontaal bij een volledige op- en neergaande beweging wordt afgelegd, noemen we $x$ . De verhouding $d/x$ wordt het getal van Strouhal ( $St$ ) genoemd. Uit biomechanisch onderzoek blijkt dat voor zeer uiteenlopende vliegende dieren geldt: $St = 0,30$ . Het getal van Strouhal is een voorbeeld van een dimensieloze grootheid. Een dimensieloze grootheid heeft geen eenheid.	Hoe kunnen we schaalonafhankelijkheid gebruiken om dingen te weten te komen over vogels?
IV Trillingen binnen een molecuul	Een model om het molecuul te beschrijven is een massa-veersysteem, waarbij het waterstofatoom trilt, het jodiumatoom stilstaat en de binding beschouwd wordt als een veer. In het klassieke model van een harmonisch trillend systeem zijn alle energietoestanden mogelijk. Kijkt men echter naar het spectrum van waterstofjodide, dan blijkt dat geen continu spectrum maar een lijnenspectrum te zijn: om dat te begrijpen is een quantumfysisch model nodig!	Kunnen we de energiespectrum van trillend HI met een simpel kwantummechanisch model beschrijven?
V Onderzoek van bot met calcium-4	In deze opgave bekijken we een patiënt waarbij de botten in de benen worden onderzocht. Hierbij gebruikt men calcium omdat dit gemakkelijk door het lichaam opgenomen en getransporteerd wordt naar de botten. De patiënt krijgt een hoeveelheid van de instabiele isotoop calcium-47 toegediend, die bij verval een bèta-min-deeltje en gammastraling uitzendt: $Ca-47 \rightarrow Sc-47 + e^- + \gamma$ . De gammastraling kan buiten het lichaam gedetecteerd worden. De arts kan zo zien of er met de botten iets bijzonders aan de hand is.	Hoe kunnen we calcium - 47 gebruiken om problemen met botten te onderzoeken?



opgave	context omschrijving	verborgen probleem / vraag
I Zonvolgsysteem	<p>Tammo en Jelle hebben voor hun profielwerkstuk een 'zonvolgsysteem' gemaakt. Dit is een opstelling met een zonnepaneel dat meedraait met de zon, zodat het zonnepaneel steeds loodrecht op de invallende zonnestrallen staat. Het zonvolgsysteem bevat onder andere twee exact dezelfde LDR's (light dependent resistor) met daartussen een schotje. Als de zon niet recht boven de twee LDR's staat, valt er een schaduw van het schotje op één van de twee LDR's. Tammo en Jelle plaatsen de twee LDR's in een schakeling met een elektromotor die de opstelling met het zonnepaneel kan laten draaien. Het schakelschema van het zonvolgsysteem staat in figuur 4.</p>	<p>Hoe werkt de schakeling van een zonvolgsysteem?</p>
II Cessna	<p>Op een horizontaal rechtdoor vliegend vliegtuig werken drie krachten: de zwaartekracht <math>F_z</math>, de motorkracht <math>F_m</math> en de kracht die die de lucht op het vliegtuig uitoefent, <math>F_{lucht}</math>. Deze <math>F_{lucht}</math> hangt af van de stand van de vleugels. <math>F_{lucht}</math> kan ontbonden worden in twee componenten. De component tegengesteld aan de vliegrichting is <math>F_{w,lucht}</math>. De component loodrecht op de vliegrichting wordt liftkracht <math>F_{lift}</math> genoemd. <math>F_{lucht}</math> maakt een hoek <math>\alpha</math> met <math>F_{lift}</math>.</p>	<p>Hoe beïnvloeden krachten het vliegen van een Cessna?</p>
	<p>Om inzicht te krijgen in de beweging van de Cessna op de startbaan wordt een vereenvoudigd model gemaakt.</p>	<p>Wat is de invloed van wind op het opstijgen van de Cessna (in het model)?</p>
III Sirius B als quantumstelsel	<p>Het was met de toenmalige stand van de wetenschap niet te begrijpen hoe zo'n object kon bestaan. Het duurde tot de komst van de quantumfysica voordat men begreep waarom zo'n supercompact object niet onder zijn eigen zwaartekracht in elkaar stort.</p>	<p>Kan een quantummodel verklaren waarom Sirius B deze grootte heeft?</p>
IV Protonenweegschaal	<p>Onderzoekers beweren dat ze een 'weegschaal' hebben ontwikkeld, die een enkel proton kan wegen.</p>	<p>Is het nanobuisje geschikt als protonenweegschaal?</p>
V Inwendige bestraling	<p>Inwendige bestraling met behulp van in de tumor aangebrachte radioactieve jodium-125-bronnen is een effectieve behandeling voor de genezing van een tumor. Het jodium-125 zit daarbij in kleine, 4,5 mm lange, holle titaniumnaaldjes die permanent in de tumor achterblijven. Voor de productie van I-125 beschiet men Xe-124 met neutronen. De isotoop die daarbij ontstaat vervalt tot I-125.</p>	<p>Het presenteren/achterhalen van een aantal eigenschappen van bestraling met I-125</p>



# Bijlagen bij hoofdstuk 7

## Bijlage 7.1: p-waardes

2015 <sup>52</sup>			2016	
vraag	p-waarde		vraag	p-waarde
1	35		1	61
2	40		2	58
3	85		3	82
4	39		4	50
5	44		5	79
6	51		6	38
7	62		7	44
8	59		8	41
9	82		9	33
10	84		10	72
11	57		11	71
12	81		12	31
13	46		13	39
14	67		14	100
15	42		15	58
16	59		16	61
17	51		17	60
18	19		18	51
19	10		19	53
20	61		20	29
21	72		21	59
22	65		22	21
23	68		23	34
24	65		24	86
25	30		25	38
26	58		26	76
27	34		27	69
28	53		28	35
29	10		29	80
30	39		30	36
31	59		31	47
32	50		32	56
33	39		33	15
34	73			
35	28			

<sup>52</sup> bron: cito, gedownload van

[http://www.cito.nl/onderwijs/voortgezet%20onderwijs/centrale\\_examens/schriftelijke\\_examens\\_havovwo/examens\\_havovwo\\_2015/havo\\_ce\\_tv1](http://www.cito.nl/onderwijs/voortgezet%20onderwijs/centrale_examens/schriftelijke_examens_havovwo/examens_havovwo_2015/havo_ce_tv1) (TIA bestand scheikunde)

## Bijlage 7.2: Contexten

2015

opgave	context omschrijving	achterliggende vraag
I Mayonaise	We dopen onze frieten erin, maar het zit ook op menig broodje gezond of in een salade: mayonaise. Mayonaise is een koude, witte saus op basis van olie en eidooiers. Olie (vet) bestaat voornamelijk uit glyceryltri-esters: esters van glycerol en vetzuren.	nee
	In veel voedingsmiddelen, waaronder mayonaise, kan de aanwezige olie gedeeltelijk vervangen worden door een stof met een lagere energiewaarde. Zo'n stof noemt men een vetvervanger. Belangrijke eigenschappen zoals uiterlijk, 'mondgevoel', smaak en geur moeten daarbij wel behouden blijven. Maltodextrine, een koolhydraat, is een voorbeeld van zo'n vetvervanger.	Is maltodextrine geschikt als vervanger?
II Vocht in de vloer	Betonnen vloeren worden vaak afgewerkt met een laag zandcement. Zandcement, een mengsel van zand, cement en water, wordt kort na het mengen uitgegoten op de ruwe betonvloer en gladgestreken. Na verloop van tijd wordt de zandcementlaag hard door reacties tussen het water en de zouten waaruit cement bestaat.	Hoe weet je wanneer je wanneer de cementlaag voldoende uitgehard is?
III Bombardeerkever	Insecten worden vaak opgegeten door andere dieren. Om dit te voorkomen maken insecten gebruik van bijvoorbeeld camouflage. De bombardeerkever gebruikt een wel héél bijzondere manier om vijanden af te schrikken: scheikunde!	Hoe werkt de afweer van deze kever, chemisch bekeken?
IV Rijden op mierenzuur	Waterstof staat sterk in de belangstelling als duurzame energiedrager. Waterstofauto's zijn mogelijk de groene auto's van de toekomst. Belangrijke aandachtspunten bij het gebruik van waterstof als autobrandstof zijn het vervoer en de opslag.	De overstap naar een duurzame energie voorziening
V Monoethyleenglycol	Monoëthyleenglycol (afgekort als MEG) wordt veel gebruikt als antivries en als grondstof voor PET, het materiaal waarvan frisdrankflessen en fleecedekleding wordt gemaakt.	Hoe kun je een proces duurzamer inrichten?
VI Twaron	Twaron is een zeer hoogwaardige kunstvezel. Het is supersterk, slijtvast en bovendien bestand tegen relatief hoge temperaturen. Deze 'supervezel' kent dan ook vele toepassingen, bijvoorbeeld in touwen en (hijs)kabels, in kogelvrije vesten en in composieten. Twaron wordt geproduceerd door het Nederlandse bedrijf Teijin Aramid.	nee

opgave	context omschrijving	achterliggende vraag
I Amber	In december 2012 is er op een zandplaat bij Texel een potvis aangespoeld. Medewerkers van Natuurcentrum Ecomare hebben deze potvis ontleed. Daarbij werden in de buik van de potvis vijf brokken ambergruis ontdekt met een totale massa van ongeveer 83 kilogram. De geschatte waarde van de vondst is minimaal een half miljoen euro . Ambergruis is zeldzaam en wordt gebruikt als grondstof in de parfumindustrie.	nee
	Ambrox wordt ook verwerkt in sommige huisparfums (luchtverfrissers). Mevrouw Steenkamp koopt een dergelijke huisparfum met verstuiver.	nee
II Groene airbag	Een airbag in een auto is een veiligheidsvoorziening die inzittenden bij een botsing moet beschermen. De airbag wordt dan in zeer korte tijd gevuld met een gas. In tekstfragment 1 wordt een nieuw ontwerp beschreven dat in vergelijking met de huidige airbags een verbetering betekent op milieugebied.	Wat maakt deze airbag groen?
III de fotonenboer	Een type batterij dat tegenwoordig weer in de belangstelling staat, is de zogenoemde flow-batterij. Een voorbeeld hiervan is de vanadium-redox-flow-batterij. Deze oplaadbare batterij wordt afgekort als VRFB (V is het symbool van het element vanadium). In figuur 1 is deze batterij schematisch weergegeven. Met de formules bij de elektroden zijn de omzettingen zowel bij het opladen als bij de stroomlevering weergegeven.	(Hoe) kan energie worden opgeslagen in een VRFB?
IV Loodaccu's recycleren	Helaas hebben loodaccu's een beperkte levensduur. Kapotte accu's worden op grote schaal gerecycled.	Hoe kunnen we lood op een duurzame manier uit accu's recycleren?
V Zuurstofmakende methaangoochelaar	De Nijmeegse wetenschapper prof. Mike Jetten ontdekte een bacteriesoort die zuurstof vrijmaakt uit stikstofoxiden, om daar vervolgens methaan mee te verbranden. Deze soort heeft de naam 5 Methylomirabilis oxyfera ('zuurstofmakende methaangoochelaar') gekregen. Volgens Jetten vind je deze bacterie in de zuurstofarme modder van bijna elke boerensloot. Zeker als daar een stevig met nitraat bemeste akker naast ligt.	Hoe werkt het metabolisme van deze bacterie?
VI traanfilm	Elke keer dat je met je ogen knippert, wordt traanvocht in een dun laagje gelijkmatig verdeeld over het oog. Dit dunne laagje wordt de traanfilm genoemd en dient om het oogoppervlak glad te houden en te beschermen tegen de buitenlucht. De traanfilm bestaat uit drie lagen: een slijmlaagje, een waterlaagje en een vetlaagje (zie figuur 1).	Hoe werkt traanfilm op je oog?



# Bijlagen bij hoofdstuk 8

## Bijlage 8.1: p-waardes vwo

2016 <sup>53</sup>			2017	
vraag	p-waarde		vraag	p-waarde
1	49		1	90
2	44		2	80
3	41		3	55
4	59		4	63
5	88		5	54
6	47		6	41
7	77		7	82
8	65		8	75
9	100		9	51
10	49		10	69
11	78		11	89
12	63		12	31
13	73		13	45
14	56		14	39
15	60		15	67
16	38		16	43
17	86		17	27
18	17		18	32
19	16		19	19
20	39		20	60
21	37		21	59
22	53		22	55
23	23		23	68
			24	40
			25	74
			26	70
			27	59
			28	30

<sup>53</sup> bron: cito, gedownload van

[http://www.cito.nl/onderwijs/voortgezet%20onderwijs/centrale\\_examens/schriftelijke\\_examens\\_havovwo/examens\\_havovwo\\_2016/vwo\\_ce\\_tv1](http://www.cito.nl/onderwijs/voortgezet%20onderwijs/centrale_examens/schriftelijke_examens_havovwo/examens_havovwo_2016/vwo_ce_tv1) (TIA bestand scheikunde)

## Bijlage 8.2: contexten

2016

opgave	context omschrijving	verborgen probleem / vraag
I Nitromusks	Muskus is een belangrijke geur die onderdeel uitmaakt van vrijwel alle parfums. Al ver voor het begin van onze jaartelling werd er gehandeld in muskus. Door het geringe aanbod was natuurlijke muskus altijd uiterst kostbaar. De belangrijkste geurstof in muskus is muscon, een stof met de molecuulformule C <sub>16</sub> H <sub>30</sub> O.	nee
	De productie van synthetische muscon is nooit van de grond gekomen. Het rendement van de voorgestelde bereidingswijzen was steeds erg laag, mede vanwege het grote aantal tussenstappen. Ook kwamen goedkopere vervangers voor muscon beschikbaar: de nitromusks. De nitromusks zijn eenvoudig te bereiden uit goedkope grondstoffen. Zo kan muskxyleen (MX) worden bereid in slechts twee stappen die in figuur 1 zijn weergegeven.	Is er een goedkopere vervanging van natuurlijke muscon mogelijk?
	MX hecht goed aan textiel, waardoor de geur lang blijft hangen. MX is hydrofoob. Daarom is het opmerkelijk dat MX goed hecht aan bijvoorbeeld katoen. Katoen bestaat vooral uit cellulose.	Hoe kan het dat MX zo goed hecht?
	Het bleek dat nitromusks kunnen worden aangetoond in oppervlaktewater en in het vetweefsel van vissen en mensen. Omdat nitromusks ervan worden verdacht kankerverwekkend te zijn, is het gebruik sterk teruggedrongen.	In hoeverre worden we blootgesteld aan MX
II Heet	Voor het snijden van ijzeren voorwerpen zoals spoorrails worden snijbranders gebruikt. In een snijbrander wordt vrijwel altijd acetyleen (ethyn, C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> ) gebruikt in combinatie met zuivere zuurstof. Met deze ethyn-zuurstofvlam kan een vlamtemperatuur van ruim boven het smeltpunt van ijzer worden bereikt. Andere koolwaterstoffen zoals ethaan (C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> ) zijn onbruikbaar voor het snijden van ijzer door een te lage vlamtemperatuur.	onbruikbare snijbranders



<p>III Biogasfabricage uit afval</p>	<p>Methaan uit aardgas levert in Nederland per jaar ongeveer 1,5·10<sup>18</sup> J aan energie. In 2007 werd in het rapport “Vol gas vooruit!” het doel gesteld dat op korte termijn 3,0% van deze energie wordt geleverd door biogas. Biogas ontstaat wanneer biomassa door een mengsel van bacteriën wordt afgebroken onder zuurstofarme omstandigheden.</p>	<p>De overstap naar een duurzame energie voorziening</p>
	<p>Om het remmende effect van H<sub>2</sub>S en HS op de methaanproductie te onderzoeken werd in een laboratoriumopstelling de methaanproductie van methaanvormende bacteriën bepaald na toevoeging van verschillende hoeveelheden Na<sub>2</sub>S. Dit experiment werd uitgevoerd bij drie pH-waarden, die met behulp van buffers werden ingesteld. De overige omstandigheden werden constant gehouden. In diagram 1 is het resultaat van de metingen weergegeven.</p>	<p>remming van methaanvorming</p>
<p>IV 99,999% zuiver silicium</p>	<p>Chips voor elektronica worden gemaakt van dunne ronde schijven zeer zuiver silicium, wafers genoemd. Het benodigde silicium wordt gewonnen uit de steensoort kwartsiet. Hieruit kan silicium worden verkregen met een zuiverheid van ruim 98%. Dit wordt metallurgical-grade silicium (MGS) genoemd. MGS dient als grondstof voor de bereiding van electronical grade silicium (EGS), dat een zuiverheid heeft van 99,99999999%.</p> <p>Het productieproces van EGS uit MGS staat in de uitwerkbijlage die bij dit examen hoort in een onvolledig blokschema weergegeven. In reactor R1 reageert MGS met HCl. Hierbij wordt het silicium uit MGS omgezet tot SiHCl<sub>3</sub> en waterstof. Het HCl reageert hierbij volledig.</p>	<p>productieproces</p>
	<p>Het silicium (EGS) dat volgens dit proces ontstaan is, is nog niet bruikbaar als materiaal voor computerchips. De kristalstructuur bevat nog te veel onregelmatigheden. Een van de meest schadelijke verontreinigingen in silicium voor chips is het element boor.</p>	<p>onbruikbaarheid van silicium vanwege onzuiverheid</p>

opgave	context omschrijving	verborgen probleem / vraag
I PAL	PAL is een enzym dat voorkomt in planten en micro-organismen. PAL zet het aminozuur fenylalanine om tot kaneelzuur.	Hoe hangt de structuur van het enzym PAL samen met de eigenschappen van dit enzym?
II Waterstofopslag in carbazool	Waterstof wordt pas een alternatief voor het gebruik van benzine als autobrandstof, wanneer waterstofauto's met een volle tank eenzelfde afstand kunnen afleggen als een gangbare benzineauto met een tank gevuld met 50 liter benzine.	Waterstofopslag is een probleem, omdat waterstof een gas is.
	Waterstof als brandstof heeft als groot nadeel dat het onder hoge druk moet worden opgeslagen. Daarom wordt veel onderzoek gedaan naar manieren om waterstof chemisch te binden aan een drager.	Is een waterstofdrager een oplossing voor de moeilijke opslag van waterstof?
III Polymeren maken de chip	Een computerchip wordt gemaakt van een dunne plaat van puur silicium, een zogeheten wafer. Hierop worden patronen van afwisselend geleidende en niet-geleidende materialen aangebracht. Om deze patronen aan te brengen, maakt men gebruik van een fotogevoelig materiaal, waarvan de oplosbaarheid verandert onder invloed van uv-licht.	Hoe brengt men patronen aan op een chip?
IV Chemicaliën uit biomassa	Chemicaliën die in de chemische industrie in grote hoeveelheden worden gebruikt (bulkchemicaliën) worden nu vaak gemaakt van aardolie. Om het gebruik van aardolie terug te dringen, wordt veel onderzoek gedaan om deze bulkchemicaliën te produceren op basis van biomassa. Glutaminezuur is in veel plantenaafval het meest voorkomende aminozuur. In een onderzoek is gekeken of glutaminezuur uit plantenaafval gewonnen kan worden met behulp van een zogenoemde reactieve extractie.	De overstap naar een duurzame energie voorziening
	Na het afscheiden van de gevormde (di-)esters van aminozuren uit butaan-1-ol worden de esters gehydrolyseerd. Uit het onderzoek bleek dat het mogelijk is om op deze wijze uit plantenaafval een mengsel van aminozuren te winnen met een hoog gehalte aan glutaminezuur. Een Nederlandse onderzoeker heeft in zijn proefschrift een vervolgonderzoek hierop gepubliceerd. Hij heeft onderzocht of uit het onzuivere glutaminezuur twee belangrijke bulkchemicaliën kunnen worden geproduceerd.	Hoe kun je een proces duurzamer inrichten?



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

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



**Hoofdlocatie**  
Piet Heinstraat 12  
7511 JE Enschede

**Nevenlocatie**  
Aidadreef 4  
3561 GE Utrecht

**Postadres**  
Postbus 2041  
7500 CA Enschede

T 053 484 08 40  
E [info@slo.nl](mailto:info@slo.nl)  
[www.slo.nl](http://www.slo.nl)

 [company/slo](https://www.linkedin.com/company/slo)

 [SLO\\_nl](https://twitter.com/SLO_nl)