

# Van VO naar HBO

De kennis en kunde van instromers uit de vernieuwde 2<sup>e</sup> fase  
geïnterviewd





---

## **Van VO naar HBO**

De kennis en kunde van instromers uit de vernieuwde 2e fase  
geïnterviewd

---

## Colofon

### Samenstellers

Ing. Elles van den Bergh  
Ing. Petra Kanitz – Huijbers  
Dr. Jaap Korteland  
Drs. Betty Molt  
Dr. ing. Martijn de Ruiter

### Projectcoördinatie

Drs. Lisette van der Beek  
Dr. Jaap Korteland

### Vormgeving

Ineke Blok

### Foto omslag

Dr. Danny Dukers

### Domein Applied Science (DAS)

Postbus 249  
2260 AE Leidschendam  
T: 070 337 87 72  
@: [appliedscience@appliedscience.nl](mailto:appliedscience@appliedscience.nl)  
[www.appliedscience.nl](http://www.appliedscience.nl)

© Domein Applied Science, februari 2009, versie 2

*Overal waar in dit document sprake is van 'hij' of 'zijn' dient hij/zij, respectievelijk zijn/haar gelezen te worden.*

---

## Voorwoord

In 1998 werd in het voortgezet onderwijs de Tweede Fase ingevoerd. De vrije pakketkeuze verdween en er kwam een viertal vaste eindexamenpakketten, de zgn. profielen, voor terug: Cultuur & Maatschappij, Economie & Maatschappij, Natuur & Gezondheid en Natuur & Techniek.

In het schooljaar 2007-2008 zijn de bovenbouwleerlingen van HAVO en VWO begonnen aan de 'vernieuwde' Tweede Fase. Ten opzichte van de oude programma's zijn sommige (deel) vakken verdwenen, de studielast per vak is veranderd, er zijn nieuwe vakken bijgekomen en de inhoud van bestaande vakken is gewijzigd. Ook is de verdeling van de onderwerpen over het schoolexamen en het centraal examen veranderd. Scholen hebben meer vrijheid gekregen om het onderwijs naar eigen wensen in te richten. De tweede fase is minder versnipperd en leerlingen zijn minder 'overladen' met een breed pakket. Er is ruimte gekomen voor vaardigheden én kennis, voor verbreding én verdieping.

Vanaf september 2009 zullen de eerste havisten "nieuwe stijl" doorstromen naar het HBO. Een jaar later zullen de eerste VWO'ers volgen. Ook de opleidingen die onder het Domein Applied Science (DAS) vallen krijgen dus vanaf september te maken met de eerste lichting studenten die de vernieuwde 2<sup>e</sup> fase hebben doorlopen. Vanzelfsprekend zullen de opleidingen moeten inspelen op de vernieuwingen en hun onderwijsprogramma's hier inhoudelijk en didactisch op moeten afstemmen en inrichten.

In opdracht van DAS wordt in dit rapport per vakgebied een overzicht gegeven van de veranderingen die belangrijk of nuttig zijn voor de (her) inrichting van het onderwijs voor het "nieuwe type" student. Op basis van deze inventarisatie worden conclusies getrokken en aanbevelingen gedaan.

De samenstellers, werkzaam bij Hogeschool Rotterdam:

Elles van den Bergh  
Petra Kanitz- Huijbers  
Jaap Korteland  
Betty Molt  
Martijn de Ruiter

---

---

## Inhoudsopgave

Colofon .....	4
Voorwoord .....	5
1 Inleiding .....	9
1.1 Vernieuwde 2 <sup>e</sup> fase: voor de docent, voor de leerling .....	9
1.2 Oude en Nieuwe Profielen .....	11
1.3 Veranderingen op vakniveau voor de verschillende vakken .....	16
1.4 Vooropleidingseisen opleidingen .....	16
1.5 Differentiatie van de instromende studenten .....	17
1.6 Inventarisatie Profiel en Vakkeuze .....	17
1.7 Referenties .....	20
2 Biologie .....	21
2.1 Positie van het vak .....	21
2.2 Veranderingen t.o.v. het bestaande programma .....	21
2.3 Biologie voor jou .....	25
2.4 Aanbevelingen .....	45
2.5 Vakinhoudelijke aanbevelingen .....	46
2.6 Vakdidactische aanbevelingen .....	46
2.7 Referenties .....	47
3 Scheikunde .....	49
3.1 Positie van het vak .....	49
3.2 Veranderingen t.o.v. de bestaande programma's .....	49
3.3 Studietoelagen .....	51
3.4 Het examen .....	51
3.5 Vernieuwde Scheikunde (In ontwikkeling) .....	51
3.6 Aanbevelingen .....	52
3.7 Referenties .....	52
4 Wiskunde en natuurkunde .....	83
4.1 Wiskunde .....	83
4.2 Wiskunde A HAVO .....	84
4.3 Wiskunde B HAVO .....	85
4.4 Wiskunde A VWO .....	87
4.5 Wiskunde B VWO .....	89
4.6 Wiskunde C VWO .....	91
4.7 Wiskunde D .....	93
4.8 Algebraïsche vaardigheden .....	95
4.9 Natuurkunde .....	100
4.10 Conclusies en aanbevelingen .....	102
4.11 Referenties .....	103
5 Natuur, Leven en Technologie .....	127
5.1 Positie van het vak .....	127
5.2 Het examenprogramma .....	128
5.3 Modulaire opbouw .....	128
5.4 Aanbevelingen .....	130
5.5 Referenties .....	130
6 De talen Engels en Nederlands .....	135
6.1 Engels (moderne vreemde talen) .....	135
6.1.1 Het Europese Referentiekader (ERK) .....	135
6.1.2 HAVO .....	135
6.1.3 VWO .....	136
6.1.4 Conclusie .....	137
6.2 Nederlandse taal en literatuur HAVO/VWO .....	137
6.2.1 Conclusie .....	138
6.2.2 Aanbevelingen .....	138
6.3 Referenties .....	139
7 Eindconclusies en algemene aanbevelingen .....	141



---

# 1 Inleiding

Met de invoering van de tweede fase in het middelbaar onderwijs in 1998 kwam een eind aan de vrije pakketkeuze en verviel de mogelijkheid om “lichte” eindexamenpakketten, de z.g. pretpakketten, te kiezen waarmee de voorbereiding en aansluiting op een vervolgopleiding in het HBO minimaal was. Er kon voortaan slechts gekozen worden uit een viertal profielen: Economie en Maatschappij (EM), Cultuur en Maatschappij (CM), Natuur en Gezondheid (NG) en Natuur en Techniek (NT). Beide laatste profielen geven toelating tot de Technische HBO-opleidingen die tot het Domein Applied Science behoren zoals bio-informatica, chemie en technische natuurkunde (zie tabel 1.3, pagina 16).

Door de invoering van de profielen met verplichte vakken kwam er ook een verschuiving in het aantal leerlingen dat koos voor de als moeilijk ervaren profielen NT en NG. Aanvankelijk was de verdeling 30 % voor de beide Natuurprofielen, en 70% voor EM en CM (HAVO), voor VWO lagen de cijfers iets gunstiger voor het NT en NG profiel: 40%. De NT keuze voor meisjes<sup>1</sup> is minimaal (2% van de HAVO en 4% van de VWO scholieren). Binnen de N profielen wordt meer voor NG gekozen.

Al meteen bij aanvang van de tweede fase in 1998 waren de docenten en de leerlingen van mening dat het programma te zwaar en te overladen was. Hun protesten<sup>2</sup> hebben ertoe geleid dat in 2002 het examenprogramma voor de vakken Scheikunde, Natuurkunde en Wiskunde werd aangepast. Een gedeelte van het Centrale Examenprogramma werd ondergebracht bij het School Examen.

Om e.e.a. beter organiseerbaar, werkbaar en studeerbaar te maken was het nodig dat een groot gedeelte van het examenprogramma herzien werd. Ook nieuwe ontwikkelingen en veranderingen in de samenleving waren voor de toenmalige minister van onderwijs, mw. Van de Hoeven, aanleiding om in 2004 profielcommissies in het leven te roepen om haar te adviseren over de verdere inhoudelijke ontwikkeling en de vernieuwing op langere termijn. Voor de korte termijn is in 2007 een vernieuwde tweede fase ingevoerd. Voor de lange termijn zijn nieuwe doelstellingen geformuleerd. Uitgangspunt hierbij is dat kennis de belangrijkste factor is voor de ontwikkeling van economie en samenleving. De Nederlandse overheid heeft, samen met andere Europese lidstaten, de ambitie uitgesproken om tot de top van Europa te behoren aangaande innovatie, onderzoek en onderwijs. De doelstellingen voor het onderwijs zijn het realiseren van een 50% hogere onderwijsdeelname in 2010 en 15% meer uitstroom uit de hogere bèta- en technische opleidingen in 2010 t.o.v. 2000. De uitdaging hierbij is meer jonge mensen een hogere opleiding geven, de keuze voor natuurwetenschap en techniek versterken en de kwaliteit van het onderwijs minstens te handhaven en waar nodig te verbeteren. De profielcommissies kwamen met het advies<sup>3</sup> om meer differentiatie in vorm en inhoud aan te brengen om zo meer leerlingen te enthousiasmeren voor een N-profiel.

## 1.1 Vernieuwde 2<sup>e</sup> fase: voor de docent, voor de leerling

De aanbevelingen van de profielcommissies hebben geleid tot het aanpassen van de wet en publicatie in het staatsblad<sup>4</sup>:

**“Wet van 27 april 2006 tot wijziging van de Wet op het voortgezet onderwijs ter aanpassing van de profielen in de tweede fase van het VWO en het HAVO (aanpassing profielen tweede fase VWO en HAVO)**

Wij Beatrix, bij de gratie Gods, Koningin der Nederlanden, Prinses van Oranje-Nassau, enz. enz. enz. Allen, die deze zullen zien of horen lezen, saluut! doen te weten: Alzo Wij in overweging genomen hebben, dat het noodzakelijk is, de profielen in het voorbereidend wetenschappelijk onderwijs en het hoger algemeen voortgezet onderwijs aan te passen opdat zij beter organiseerbaar, werkbaar en studeerbaar zijn, en aan leerlingen, leraren en scholen meer ruimte geven voor eigen keuzen en voor de ontwikkeling en vernieuwing van het onderwijs; dat het in verband daarmee noodzakelijk is, wijzigingen aan te brengen in de Wet op het voortgezet onderwijs.”

---

Het doel van de tweede fase was om de leerling actief en zelfstandig te leren leren en hen een brede vorming te bieden. Invoering van het studiehuis is door de middelbare scholen heel divers ingevuld. De verdeling tussen contacttijd met de vakdocent en de tijd dat leerlingen al dan niet onder begeleiding worden geacht zelfstandig te werken (keuzewerktijd) verschilt sterk per school. De gesignaleerde verschillen in keuzewerktijd bedroegen van 0 min (geen) tot 10,5 uur. Vanaf 2007 krijgen scholen meer ruimte om het onderwijs in te richten naar hun eigen keuze. Ze kunnen zich profileren op basis van een eigen pedagogisch-didactische visie, ruimte geven aan de expertise en belangstelling van docenten, samenwerken met partners buiten de school, rekening houden met de verschillende capaciteiten en interesses van de leerlingen. Scholen kunnen zich onderscheiden door b.v. extra aandacht te geven aan het bèta-onderwijs (Universumscholen), sport (Lootscholen), tweetalig onderwijs enz. De scholen kunnen ervoor kiezen om leerlingen geheel vrij te laten in de keuze van profielkeuzevakken (zie ook hoofdstuk 1.2 en 1.6) of juist niet. Beoogd doel is ervoor te zorgen dat het programma voor de leerlingen beter studeerbaar is en aantrekkelijker.

De profielen behouden een gemeenschappelijk deel, een profieldeel en een vrij deel, maar de invulling is gewijzigd. Leerlingen hebben een ruimere mogelijkheid om eigen keuzes te maken, zowel in het profieldeel als in het vrije deel. Voor docenten verdwijnen bijna alle deelvakken, waardoor een beter werkbaar situatie ontstaat. Met de introductie van het profielkeuzevak Natuur, Leven en Technologie (NLT) wordt een nieuw bètavak geïntroduceerd dat als doel heeft de samenhang tussen de bètavakken te versterken.

Met het oog op een veranderende maatschappij en samenleving is het van belang dat leerlingen die een hogere opleiding gaan volgen een adequaat niveau van geletterdheid hebben bereikt, zodat ze complexe teksten kunnen hanteren en begrijpen. Dat ze zich vaardigheden hebben eigengemaakt in het verwerven, verwerken en kritisch analyseren van informatiebronnen. Het vak Nederlands is op een aantal punten vernieuwd. Ook zal bij bijna alle andere vakken de taalvaardigheid een belangrijk aspect zijn. Van de moderne vreemde talen is alleen Engels opgenomen in het verplichte gemeenschappelijke deel, en zijn de deeltalen Duits en Frans komen te vervallen voor gymnasium en HAVO. Het atheneum kent nog wel een tweede moderne vreemde taal in het gemeenschappelijke deel, bij het gymnasium is deze vervangen door Latijn of Grieks.

Van leerlingen van alle profielen wordt verwacht dat ze een hoge mate van gecijferdheid bezitten. Hiermee wordt bedoeld dat ze de kennis en vaardigheden bezitten om rekenkundige bewerkingen uit te voeren, inzicht hebben hoe rekenen met getallen en eenheden werkt en hoe de uitkomsten kunnen worden gepresenteerd in getallen, grafieken en tabellen en andere statistieken, structuren, en patronen, rekening houdend met ruimte, tijd en plaats. Zowel passief als actief. De visie op rekenen en wiskunde heeft geleid tot 4 wiskundeprogramma's: A, B, C en D. In drie HAVO profielen is wiskunde opgenomen. In het NG en EM profiel is wiskunde A of B opgenomen, in het NT profiel wiskunde B. De NT leerlingen kunnen dat verder uitbreiden met het profielkeuzevak wiskunde D. In het CM profiel ontbreekt wiskunde. In alle VWO profielen is wiskunde opgenomen. In het NG en EM profiel wiskunde A of B, in het NT profiel wiskunde B dat verder uitgebreid kan worden met het profielkeuzevak wiskunde D. In het VWO CM profiel kunnen aangeboden worden wiskunde C of A of B.

Doordat er grote verschillen kunnen bestaan tussen de programma's die scholen aanbieden, waar ze zich mee profileren en wat leerlingen kunnen kiezen, zullen er ook grote verschillen in instromende leerlingen in het HBO optreden. Om de gelijke waarde van de diploma's te kunnen waarborgen is een centraal schriftelijk examen noodzakelijk. In het schoolexamen kunnen scholen zich onderscheiden. In het schoolexamen worden die zaken getoetst die niet essentieel zijn als het gaat om de borging van gedeelde, of doorstroom relevante kennis, of die inhouden die moeilijk in een centraal examen getoetst kunnen worden.

In 2009 doen de eerste Havisten van het nieuwe tweede fase programma eindexamen, in 2010 pas de VWO-ers.

Voor de toekomst zullen nog meer veranderingen (geleidelijk) doorgevoerd worden. De profielcommissie heeft hiervoor adviezen gegeven.

- Op den duur toewerken van 2 naar 3 fasen: een funderende fase in de onderbouw, een oriënterende fase in de middenbouw en een specialiserende fase in de bovenbouw. Vooral om ervoor te waken dat leerlingen al op te jonge leeftijd gedwongen worden om een definitieve keuze te maken.
- Verschotting van de vier profielen verminderen. Het profiel NT staat bekend als zwaar en moeilijk waardoor meisjes er niet voor kiezen. Met name wiskunde schrikt af. Het profiel CM is nog te weinig gericht op door de leerlingen gekozen clusters van vervolgoopleidingen. Wiskunde moet in de toekomst weer worden opgenomen in dit profiel. Dit brengt de commissie tot het advies op termijn de opdeling in 2 aparte profielen in zowel de natuur- als de maatschappijkant te laten verdwijnen en te komen tot één natuur en één maatschappij profiel. In het gemeenschappelijke deel blijft voor alle leerlingen de vereiste gedegen basis, maar binnen het profiel hebben de leerlingen meer mogelijkheden om te kiezen.

## 1.2 Oude en Nieuwe Profielen

In onderstaande schema's zijn de verschillen tussen de oude en nieuwe profielen weergegeven. Er is voor gekozen om ook de profielen CE en CM te vermelden omdat deze profielen onder bepaalde aanvullende voorwaarden toegang verlenen tot enkele vervolgoopleidingen in het Domein Applied Science (Zie ook hoofdstuk 1.4).

In de tabel is te zien dat het aantal uren van het Gemeenschappelijk programma voor alle profielen teruggebracht is van 1480 naar 1120 uur ten gunste van de Profieldelen en de Profielkeuzevakken. Juist de profielkeuzevakken en de vakkeuze in het Vrije deel zullen zorgen voor een grote differentiatie aan kennis van instromende leerlingen.

In het vrije deel kan een keuzevak gekozen worden uit de profielkeuzevakken van alle profielen.

Het geheel vrije deel kan door de school ingevuld worden. Leerlingen met het HAVO profiel NT kunnen, vanwege de 360 uur voor wiskunde B maar 280 uur besteden in het geheel vrije deel, voor VWO profiel NT is de ruimte in het geheel vrije deel 400 uur.

Het totale programma komt voor alle HAVO profielen uit op 3200 uur, voor VWO op 4800 uur.

**Tabel 1.1:** Oude en nieuwe vakken HAVO profielen NT en NG

Vakken oud	uren	Vakken Nieuw	uren
<b>Gemeenschappelijk deel</b>			
- Nederlandse taal en letterkunde	480	- Nederlandse taal en literatuur	400
- Engelse taal en letterkunde	360	- Engelse taal en literatuur	360
- Franse, Duitse, Spaanse, Russische, Italiaanse, Arabische, Turkse of Friese taal en letterkunde 1	160		
- Algemene natuurwetenschappen	160		
- Maatschappijleer	160	- Maatschappijleer	120
- Culturele en kunstzinnige vorming 1	120	- Culturele en kunstzinnige vorming	120
- Lichamelijke opvoeding 1	120	- Lichamelijke opvoeding	120
	<b>1480</b>		<b>1120</b>

<b>Profieldeel Natuur en Techniek</b>			
- Wiskunde B1,2	440	- Wiskunde B	360
- Natuurkunde 1,2	440	- Natuurkunde	400
- Scheikunde	280	- Scheikunde	320
		- Profielkeuzevak (1 van onderst. 4)	
		informatica	320
		biologie	400
		natuur, leven, technologie (NLT)	320
		wiskunde D	320
		- Profielwerkstuk	80
	<b>1160</b>		<b>1480</b>
<b>Profieldeel Natuur en Gezondheid</b>			
- Wiskunde B1	320	- Wiskunde A (of B)	320/360
- Natuurkunde 1	240	- Biologie	400
- Scheikunde	280	- Scheikunde	320
- Biologie	320	- Profielkeuzevak (1 van onderst. 3)	
		natuur, leven, technologie (NLT)	320
		natuurkunde	400
		aardrijkskunde	320
		- Profielwerkstuk	80
	<b>1160</b>		<b>1440</b>
<b>Profieldeel Economie en Maatschappij</b>			
- Economie 1,2	440	- Wiskunde A (of B)	320/360
- Wiskunde A1, 2	280	- Economie	400
- Geschiedenis	240	- Geschiedenis	320
- Aardrijkskunde	200	- Profielkeuzevak (1 van onderst. 4)	
		moderne vreemde taal	400
		aardrijkskunde	320
		management en organisatie	320
		maatschappijwetenschappen	320
		- Profielwerkstuk	80
	<b>1160</b>		<b>1440</b>
<b>Profieldeel Cultuur en Maatschappij</b>			
- Moderne vreemde taal 2	200	- Moderne vreemde taal	400
- Culturele en kunstzinnige vorming 2, 3	360	- Geschiedenis	320
- Geschiedenis	240	- Maatschappijvak (1 van 3)	
- Wiskunde A1	160	aardrijkskunde	320
- Economie 1	200	maatschappijwetenschappen	320
		economie	400
		- Cultureel vak (1 van 3)	
		kunstvak	320
		filosofie	320
		moderne vreemde taal	400
		- Profielwerkstuk	80
	<b>1160</b>		<b>1440</b>

<b>Vrije deel</b>			
Een examenvak (heel vak of deelvak) te kiezen uit:		Een examenvak kiezen uit:	
- een van de vakken uit de profieldelen		- een van de vakken uit de profieldelen	320/360/400
- Maatschappijleer 2	200	- Bewegen, Sport&Maatschappij	320
- Filosofie	360	- ANW	120
- Management en organisatie	280		
- Informatica	240		
- Lichamelijke opvoeding 2	240		
- Moderne vreemde deeltaal 1	160		
	<b>120</b>		<b>320</b>
Geheel vrije deel	440	Geheel vrije deel	320
		Geheel vrije deel voor profiel NT	280
Totaal	<b>560</b>	Totaal	<b>640/600</b>

**Tabel 1.2:** Oude en nieuwe vakken VWO Profielen NT en NG

Vakken oud	uren	Vakken Nieuw	uren
<b>Gemeenschappelijk deel</b>			
- Nederlandse taal en letterkunde	480	- Nederlandse taal en literatuur	480
- Engelse taal en letterkunde	400	- Engelse taal en literatuur	400
- Franse taal en letterkunde 1	160	- Tweede moderne vreemde taal (bij het gymnasium wordt dit vervangen door Latijnse of Griekse taal en literatuur)	480
- Duitse taal en letterkunde 1	160		
- Algemene natuurwetenschappen	200	- Algemene Natuurwetenschappen	120
- Maatschappijleer	120	- Maatschappijleer	120
- Geschiedenis	80	- Culturele en kunstzinnige vorming of klassieke culturele vorming	120
- Culturele en kunstzinnige vorming 1	200	- Lichamelijke opvoeding	160
- Lichamelijke opvoeding 1	160		
	<b>1960</b>		<b>1920</b>
<b>Profieldeel Natuur en Techniek</b>			
- Wiskunde B1,2	760	- Wiskunde B	600
- Natuurkunde 1,2	560	- Natuurkunde	480
- Scheikunde 1,2	520	- Scheikunde	440
		- Profielkeuzevak (1 van 4)	
		informatica	440
		biologie	480
		natuur, leven, technologie (NLT)	440
		wiskunde D	440
		- Profielwerkstuk	80
	<b>1840</b>		<b>2040/ 2080</b>
<b>Profieldeel Natuur en Gezondheid</b>			
- Wiskunde B1	320	- Wiskunde A (of B)	520/600
- Natuurkunde 1	240	- Biologie	480
- Scheikunde 1	280	- Scheikunde	440
- Biologie 1,2	320	- Profielkeuzevak (1 van 3)	
		natuur, leven, technologie (NLT)	440
		natuurkunde	480
		aardrijkskunde	440
		- Profielwerkstuk	80
	<b>1160</b>		<b>1960/ 2080</b>

<b>Profiel Economie en Maatschappij</b>			
- Economie 1, 2	520	- Wiskunde A (of B)	520/600
- Wiskunde A1, 2	600	- Economie	480
- Geschiedenis	360	- Geschiedenis	440
- Aardrijkskunde	360	- Profielkeuzevak ( 1 van 4)	
		moderne vreemde taal	480
		aardrijkskunde	440
		management en organisatie	440
		maatschappijwetenschappen	440
		- Profielwerkstuk	80
	<b>1840</b>		<b>1940</b>
<b>Profiel Cultuur en Maatschappij</b>			
- Moderne vreemde taal 2	320	- Wiskunde C (of A of B)	480/520/
- Filosofie of moderne vreemde taal 2	320		600
- Culturele en kunstzinnige vorming 2, 3	480	- Geschiedenis	480
- Geschiedenis	360	- Maatschappijvak (1 van 3)	
- Wiskunde A	360	aardrijkskunde	440
		maatschappijwetenschappen	440
		economie	480
		- Cultureel vak (1 uit 3)	
		moderne vreemde/klassieke taal	480/600
		kunstvak	480
		filosofie	480
		- Profielwerkstuk	80
	<b>1840</b>		<b>1940</b>
<b>Vrije deel</b>			
Een examenvak (heel vak of deelvak) te kiezen uit:		Een examenvak kiezen uit:	
- een van de vakken uit de profieldelen		- een van de vakken uit de profieldelen	440/480
- Biologie 1	160	- Bewegen, Sport&Maatschappij	440
- Economie 1	280		
- Maatschappijleer 2	360		
- Management en organisatie	360		
- Informatica	280		
- Lichamelijke opvoeding 2	280		
- Klassieke culturele vorming	200		
- Latijnse taal en letterkunde	480		
- Griekse taal en letterkunde	480		
	<b>120</b>		<b>440</b>
Geheel vrije deel	880	Geheel vrije deel	480
		Geheel vrije deel voor profiel NT	400
Totaal	<b>1000</b>	Totaal	<b>920/840</b>

---

### 1.3 Veranderingen op vakniveau voor de verschillende vakken

Zie voor de veranderingen de hoofdstukken 2 tot en met 6.

### 1.4 Vooropleidingseisen opleidingen

De opleidingen in het Domein Applied Science (DAS) hebben de in tabel 1.3 opgenomen toelatingsvoorwaarden<sup>5</sup>. Voor de opleidingen Milieukunde en Voedingsmiddelen Technologie is het profiel EM ook toelaatbaar mits de leerling examen heeft gedaan in bepaalde aangegeven vakken in zijn vrije deel. Voor de opleiding Bio-Informatica geldt ook toelating van het profiel CM onder bepaalde voorwaarden.

**Tabel 1.3:** Toelatingsnormen (instroom met HAVO diploma) met aanvullende voorwaarden

Opleidingen	NT	NG	EM	CM
Applied science	*	*	#	#
Bio-Informatica	*	*	*	wiA of wiB
Biologie & Medisch Lab. Onderzoek	*	*	#	#
Biotechnologie	*	*	#	#
Chemie	*	*	#	#
Chemische Technologie	*	*	#	#
Forensisch Onderzoek	*	na of nlt	#	#
Gezondheidszorgtechnologie	*	*	*	#
Milieukunde	*	*	sk	#
Technische Natuurkunde	*	na of nlt	#	#
Voedingsmiddelen Technologie	*	*	wiA+sk	#

\* : Dit profiel geeft toegang tot de betreffende opleiding

# : Dit profiel geeft geen toegang tot de betreffende opleiding

na : natuurkunde als examenvak in het vrije deel

nlt : natuur, leven, technologie als examenvak in het vrije deel

sk : scheikunde als examenvak in het vrije deel

wiA : wiskunde A als examenvak in het vrije deel

wiB : wiskunde B als examenvak in het vrije deel

**Tabel 1.4:** Toelatingsnormen (instroom met VWO diploma) met aanvullende voorwaarden

Opleidingen	NT	NG	EM	CM
Applied science	*	*	#	#
Bio-Informatica	*	*	*	wiA of wiB
Biologie en Medisch Laboratoriumonderzoek	*	*	#	#
Biotechnologie	*	*	#	#
Chemie	*	*	#	#
Chemische Technologie	*	*	#	#
Forensisch Onderzoek	*	na of nlt	#	#
Gezondheidszorgtechnologie	*	*	*	wiA of wiB
Milieukunde	*	*	sk	#
Technische Natuurkunde	*	na of nlt	na	#
Voedingsmiddelen Technologie	*	*	wiA+sk	#

\* : Dit profiel geeft toegang tot de betreffende opleiding

# : Dit profiel geeft geen toegang tot de betreffende opleiding

na : natuurkunde als examenvak in het vrije deel

nlt : natuur, leven, technologie als examenvak in het vrije deel

sk : scheikunde als examenvak in vrije deel

wiA : wiskunde A als examenvak in vrije deel

wiB : wiskunde B als examenvak in vrije deel

## 1.5 Differentiatie van de instromende studenten

De studenten die m.i.v. 2009 met een nieuw HAVO profiëldiploma instromen in het HBO hebben een veel gevarieerder vakkenpakket dan tot nu toe het geval was.

De 2 uitersten op een rijtje:

Profiel NT met wiskunde B, natuurkunde, scheikunde en in het profiel- en vrije deel 2 van de vakken (informatica/biologie/NLT/wiskunde D)

Profiel NG met wiskunde A, biologie, scheikunde (met in het profieldeel aardrijkskunde en in het vrije deel BS&M).

In het schooljaar 2008-2009 is er nog een bezemöglichkeit voor een laatste examen Tweede Fase Oude Regeling<sup>6</sup> voor HAVO en in 2010-2011 voor VWO.

## 1.6 Inventarisatie Profiel en Vakkeuze

Via een landelijke enquête van het Tweede Fase Adviespunt<sup>7</sup> blijkt dat het percentage leerlingen dat voor een Natuurprofiel kiest opmerkelijk is gestegen. Als verklaring hiervoor denkt men dat het sterk veranderde programma de leerlingen meer aanspreekt. Verder zouden wiskunde B en Natuurkunde minder zwaar zijn dan het vroegere wiskunde B1,2 en natuurkunde 1,2. Aansluitend hierop staat de nieuwe slaag/zak regeling 2 onvoldoendes in het profieldeel toe. Tevens is het voor leerlingen makkelijker geworden om via samenstelling van het pakket een dubbelprofiel (NG+NT) te halen.

In onderstaande tabellen is aangegeven welke landelijke keuzes worden gemaakt (7)

**Tabel 1.5:** HAVO-keuze voor bètavakken

TFOR = examenjaar (tweede fase oude regeling) / VTF = 4<sup>e</sup> jaar (vernieuwde tweede fase)

	H	H
	TFOR	VTF
Natuurkunde		27 %
Natuurkunde 1	17 %	
Natuurkunde 1,2	12 %	
Scheikunde	29 %	34 %
Biologie	37 %	38 %
Wiskunde D	nvt	3 %
Natuur, leven, technologie	nvt	6 %
Informatica	13 %	12 %
Aardrijkskunde	45 %	36 %
	5 <sup>e</sup> klas	4 <sup>e</sup> klas

**Tabel 1.6:** VWO-keuze voor bètavakken

TFOR = examenjaar (tweede fase oude regeling) / VTF = 4<sup>e</sup> jaar (vernieuwde tweede fase)

A = Atheneum / G = Gymnasium

	VWO	VWO	A	G
	TFOR	VTF	VTF	VTF
Natuurkunde		51 %	50 %	61 %
Natuurkunde 1	30 %			
Natuurkunde 1,2	20 %			
Scheikunde		54 %	53 %	61 %
Scheikunde 1	26 %			
Scheikunde 1,2	24 %			
Biologie		53 %	53 %	57 %
Biologie 1	22 %			
Biologie 1,2	42 %			
Wiskunde D	nvt	7 %	7 %	9 %
Natuur, leven, technologie	nvt	8 %	7 %	8 %
Informatica	11 %	13 %	13 %	9 %
Aardrijkskunde	40 %	30 %	31 %	27 %
	6 <sup>e</sup> klas	4 <sup>e</sup> klas	4 <sup>e</sup> klas	4 <sup>e</sup> klas

Uit een eerste inventarisatie over aanbod en keuzemogelijkheden bij 22 middelbare scholen in de regio Rotterdam blijkt dat niet alle scholen alle profielkeuzevakken aanbieden. Een aantal scholen stelt een vak verplicht in het profielkeuze gedeelte, terwijl andere de keuze geheel vrij laten.

---

Hieronder een voorlopige indruk.

**Profiel NG:**

**Wiskunde A/B/D**

Leerlingen kunnen kiezen voor wiskunde A of B, waarbij wiskunde A het meest gekozen wordt.

4 Scholen bieden verplicht wiskunde A aan, leerlingen moeten met reden omkleed aangeven wanneer ze wiskunde B willen doen.

Wiskunde D wordt binnen dit profiel door 6 scholen aangeboden. Voorwaarde is dat de leerlingen dan ook Wiskunde B gekozen moeten hebben

**NLT**

2 Scholen hebben NLT verplicht gesteld binnen het NG profiel

5 Scholen bieden het als keuze aan.

Dit nieuwe vak wordt nog vrij weinig aangeboden. Scholen wachten af tot er voldoende materiaal ontwikkeld is.

**Aardrijkskunde/natuurkunde**

2 scholen laten leerlingen verplicht natuurkunde doen.

Aangezien in het profielkeuzedeel gekozen kan worden tussen Natuurkunde, Aardrijkskunde en NLT, en slechts 7 scholen NLT aanbieden, zal het merendeel van de leerlingen moeten kiezen tussen natuurkunde en aardrijkskunde.

Bij landelijk overleg met accountmanagers van HBO-scholen blijkt dat er nauwelijks verschillen zijn. (Aanbod van NLT blijft achter).

**Profiel NT:**

**Wiskunde B/D**

2 Scholen hebben wiskunde D verplicht gesteld

10 scholen bieden wiskunde D aan als keuzevak.

**NLT**

1 school stelt NLT verplicht binnen het NT profiel.

7 scholen bieden leerlingen de keuze.

**Biologie**

3 scholen stellen biologie verplicht

15 scholen laten biologie als keuzemogelijkheid open in de vrije ruimte of als profielkeuzevak.

**Informatica:**

1 School heeft het verplicht opgenomen in het NT profiel

13 scholen bieden de mogelijkheid in de vrije ruimte.

---

## 1.7 Referenties

- 1) Monitoring 1998-2002 eerste peiling, Tweede fase Adviespunt, Ministerie OCW.
- 2) Eindverslag Schoolbezoeken, Implementatie van de vernieuwingen in de tweede fase van HAVO en VWO, Tweede Fase Adviespunt, juni 2001 Ministerie OCW.
- 3) Kennis, Kwaliteit en Keuze in de tweede fase, Eindadvies Profielcommissie Natuur en Techniek/Natuur en Gezondheid, Profielcommissie Economie en Maatschappij/Cultuur en Maatschappij, isbn 978-90-329-2293-1.
- 4) Staatsblad van het Koninkrijk der Nederlanden, jaargang 2006, nr 251.
- 5) Bijlage D behorende bij artikel 2, vierde lid, van de Regeling nadere vooropleidingseisen hoger onderwijs 2007 (bijlage horende bij de Wijziging van de regeling nadere vooropleidingseisen hoger onderwijs 2007 in verband met vervanging van de bijlagen van 1 oktober 2008, kenmerk HOenS-2008/59402) OCenW regeling, HBO-raad, Postbus 123, 2501 CC Den Haag.
- 6) Zakboek Tweede Fase, Oude Regeling en Vernieuwde Tweede Fase, eerste druk april 2007, Tweede Fase Adviespunt, ISBN 978-90-806613-4-9.
- 7) De vernieuwde Tweede Fase: organiseerbaar, werkbaar, studeerbaar, Tweede Fase adviespunt, Den Haag, maart 2008, Tweede Fase Adviespunt, Postbus 85518, 2508 CE Den Haag.

---

## 2 Biologie

### 2.1 Positie van het vak

De veranderingen in de vernieuwde 2<sup>e</sup> fase zijn gericht op drie concepten. Het onderwijs op middelbare scholen moest beter organiseerbaar, werkbaar en studeerbaar gemaakt worden<sup>1</sup>. Scholen, docenten en leerlingen hebben meer keuzevrijheid gekregen. Voor het vak biologie betekent dit onder andere dat voor de VWO-leerlingen de deelvakken verdwenen zijn (beter organiseerbaar en werkbaar). Voorheen kozen VWO leerlingen voor biologie 1 of biologie 1,2. In de vernieuwde 2<sup>e</sup> fase is biologie weer één vak geworden. Voor de HAVO-leerlingen is op dit punt niets gewijzigd, biologie werd daar al uitsluitend als heel vak aangeboden, wel is het aantal uren uitgebreid.

Biologie vormt, net als voor 2007, uitsluitend een verplicht profielonderdeel voor leerlingen met een NG profiel (Natuur en Gezondheid, HAVO en VWO). Voor het profiel NT (Natuur en Techniek) geldt dat zowel HAVO als VWO leerlingen biologie als profielkeuzevak mogen kiezen<sup>2,3</sup>. Een rondje langs een aantal scholen in het najaar van 2007 leerde dat de vernieuwde tweede fase op veel scholen leidt tot een groter aantal leerlingen dat kiest voor een NT of NG profiel (+/- 5% meer dan in 2006)<sup>1</sup>. Ook is de verhouding tussen NG en NT aan het verschuiven in het voordeel van NT. Het vak biologie kan, naar het zich laat aanzien, binnen het VWO op ruim 10% meer leerlingen rekenen dan biologie 1,2 in het oude programma<sup>1</sup>. Of het percentage leerlingen dat biologie als keuzevak binnen het NT profiel kiest gestegen is, is niet af te leiden uit de gegevens van het tweede fase adviespunt. Bèta doet het ogenschijnlijk dus goed in de vernieuwde 2<sup>e</sup> fase! Mogelijk speelt hierbij echter ook het weer “in” zijn van bèta een rol<sup>1</sup>. Het komt bij de natuurprofielen in de vernieuwde tweede fase regelmatig voor dat leerlingen een zogenaamd “dubbelprofiel” kiezen. Ze kiezen hun vakken hierbij zo, bewust of onbewust, dat ze zowel een NG als NT profiel hebben<sup>1</sup>.

Biologie heeft in de vernieuwde 2<sup>e</sup> fase voor de HAVO 400 sluis (studielasturen) beschikbaar<sup>2</sup>. Dit zijn er 80 meer dan voorheen. Hiervan zijn 40 sluis bestemd voor het “inzakken” van de biologische ANW onderwerpen (domein A2) en 40 sluis zijn bestemd voor uitbreiding van practica.

VWO leerlingen moeten het doen met de 480 sluis die ook in het oude programma al voorhanden waren<sup>3</sup>. Voor VWO leerlingen speelt de integratie van ANW in de natuurvakken geen rol. ANW blijft daar een volwaardig vak.

Naast de verplichte integratie van ANW voor het HAVO, kiezen scholen ook steeds meer voor vakoverstijgende projecten of zelfs voor vakintegratie (Natuur, Leven, Techniek (NLT), Biologie en Verzorging). De positie van de individuele vakken wordt daardoor minder duidelijk, maar de realiteit in de beroepspraktijk wordt beter benaderd.

### 2.2 Veranderingen t.o.v. het bestaande programma

De te examineren leerstof biologie is vanaf 2007 verdeeld over het schoolexamen (SE, 40%) en het centraal examen (CE, 60%)<sup>2,3,4</sup>. De 40% die op het SE getoetst dient te worden, is een verplicht minimum. Iedere school is vrij meer dan de verplichte 40% van het programma te toetsen in het SE. Aangezien scholen dit, op basis van de oude regelingen, gewend zijn te doen, zal er naar alle waarschijnlijkheid op de meeste scholen nog vrijwel het volledige programma tijdens de SE getoetst worden<sup>1</sup>. De verdeling van de stof per domein over SE en CE is aangegeven in de overzichten op de volgende pagina en in de tabellen 2.1 en 2.2<sup>2,3</sup>. De nummering en benaming van een aantal domeinen is veranderd ten opzichte van het nu vigerende programma.

---

Het **oude** (nu nog vigerende) examenprogramma bestond uit de volgende domeinen:

Voor HAVO<sup>5</sup>:

- Domein A Vaardigheden;
- Domein B Factoren in ecosystemen;
- Domein C Voortplanting en erfelijkheid;
- Domein D Stofwisseling;
- Domein E Stabiliteit en verandering.

Voor VWO<sup>6</sup>:

- Domein A Vaardigheden;
- Domein B Structuren;
- Domein C Levenscyclus;
- Domein D Metabolisme (alleen biologie 1,2);
- Domein E Dynamiek en homeostase.

Het centraal examen had betrekking op de domeinen B tot en met E in combinatie met de vaardigheden uit domein A met uitzondering van die onderdelen die zich naar hun aard niet lenen voor centrale examinering, waaronder vaardigheden die uitdrukkelijk een computer als werkstation vereisen. Het schoolexamen had betrekking op de eindtermen uit domein A en de eindtermen uit door de school te kiezen overige domeinen of subdomeinen plus een praktische opdracht en handelingsdelen.

In de **vernieuwde** 2<sup>e</sup> fase is er een andere benaming van de domeinen en, zoals hierboven reeds beschreven, is er een strikte verdeling in SE en CE onderwerpen. Een en ander ziet er als volgt uit:

Voor HAVO<sup>4</sup>:

- Domein A1 Vaardigheden
- Domein A2 Analyse van en reflectie op natuurwetenschap en techniek (ANW)
- Domein B Structuren van ecosystemen, organismen en cellen
- Domein C Voortplanting, erfelijkheid en ontwikkeling
- Domein D Stofwisseling
- Domein E Dynamisch evenwicht.

Het centraal examen heeft betrekking op de subdomeinen B1, C1, D1, D3, E1, E2, E3 en E4, in combinatie met de vaardigheden uit domein A1.

Voor VWO<sup>4</sup>:

- Domein A Vaardigheden
- Domein B Structuren van ecosystemen, organismen en cellen
- Domein C Levenscyclus en erfelijke informatie
- Domein D Metabolisme
- Domein E Dynamiek en homeostase.

Het centraal examen heeft betrekking op de subdomeinen B1, C1, D1, D3, D4, D5, E2, E4 en E5, in combinatie met de vaardigheden uit domein A.

---

Voor zowel HAVO als VWO heeft het schoolexamen betrekking op domein A en de domeinen en subdomeinen waarop het centraal examen geen betrekking heeft.

Een nadeel van de nu ingevoerde striktere verdeling op onderwerpen die op het CE niet getoetst worden, is de mogelijkheid dat aan deze onderdelen minder aandacht besteed gaat worden in het programma (en in het SE) waardoor het risico op grotere kennisdifferentiatie bestaat tussen scholen onderling.

De accenten van de tweede fase (vaardigheden en concept-context denken) blijven ook in de vernieuwde tweede fase belangrijke speerpunten voor het vak biologie.

**Tabel 2.1<sup>2</sup>:** Domeinen biologie HAVO in CE en SE. (Zie Syllabus CE biologie HAVO van de CEVO voor specificering van de domeinen en subdomeinen)<sup>2</sup>.

Subdomein	CE	moet in SE	mag in SE
Domein A1 Vaardigheden, met alle subdomeinen	x	x	
A2.1 Kennisvorming		x	
A2.2 Toepassing van kennis		x	
A2.3 De invloed van natuurwetenschap en techniek		x	
B1 Organismen in relatie tot elkaar en hun omgeving	x		x
B2 Cellen van planten en dieren		x	
C1 Erfelijkheid	x		x
C2 Voortplanting en ontwikkeling van de mens		x	
C3 Deling en ontwikkeling van cellen		x	
D1 Energiestromen en kringlopen	x		x
D2 Stofwisseling van cellen		x	
D3 Stofwisseling van de mens	x		x
E1 Dynamiek in ecosystemen	x		x
E2 Ontstaan en handhaven van verscheidenheid	x		x
E3 Gedrag van mens en dier	x		x
E4 Homeostase bij de mens	x		x
E5 Huid en immuniteit		x	

**Tabel 2.2<sup>3</sup>:** Domeinen biologie VWO in CE en SE. (Zie Syllabus CE biologie VWO van de CEVO voor specificering van de domeinen en subdomeinen)<sup>3</sup>.

Subdomein	CE	moet op het SE	mag op het SE
Domein A Vaardigheden, met alle subdomeinen	x	x	
B1 Subdomein: Structuren van ecosystemen	x		x
B2 Subdomein: Structuren van cellen		x	
C1 Subdomein: Erfelijkheid	x		x
C2 Subdomein: Levenscyclus van de mens		x	
C3 Subdomein: Levenscyclus van cellen		x	
D1 Subdomein: Energiestromen en kringlopen	x		x
D2 Subdomein: Metabolisme van planten		x	
D3 Subdomein: Metabolisme van de mens	x		x
D4 Subdomein: Celprocessen	x		x
D5 Eiwitsynthese en biotechnologie	x		x
E1 Subdomein: Dynamiek in ecosystemen		x	
E2 Subdomein: Ontstaan en handhaving van verscheidenheid	x		x
E3 Subdomein: Ethologie		x	
E4 Subdomein: Homeostase bij de mens	x		x
E5 Subdomein: Bescherming van het interne milieu	x		x

Het biologieprogramma is voor het HAVO en het VWO vakinhoudelijk met zo'n 15 procent gereduceerd ten opzichte van het nu nog vigerende programma (zie specificaties hiervan in de tabellen 2.4 en 2.5)<sup>2,3,4,5,6</sup>. Subdomeinen en eindtermen hebben allemaal een andere nummering gekregen. De eindtermen zijn over het algemeen wat beknopter omschreven in de nieuwe uitwerkingen. De Centrale Commissie Vaststelling Opgaven (CEVO) stelt echter dat het hier slechts om klein onderhoud gaat. Methoden hoeven volgens de CEVO niet aangepast te worden. Hier (tabel 2.4 en 2.5) is volstaan met het weergeven van de eindtermen die vervallen zijn of waarvan de omschrijving veranderd is. Eindtermen waarvan slechts de nummering veranderd is, zijn niet weergegeven. Voor een volledig overzicht van de nieuwe nummering van de eindtermen verwijzen wij u naar de referenties 2, 3 en 4. De specificatie van de veranderde omschrijvingen van de eindtermen is alleen uitgewerkt voor de HAVO stroom. Dit aangezien de veranderingen slechts gering zijn en de havisten verreweg het grootste deel van de HBO instroom vormen.

Een beperkt aantal subdomeinen is in zijn geheel vervallen. Hieronder (tabel 2.3) een specificatie van deze subdomeinen. De losse eindtermen binnen deze subdomeinen zijn verder gespecificeerd in de tabellen 2.4 en 2.5.

**Tabel 2.3:** Overzicht van de in zijn geheel vervallen subdomeinen voor zowel HAVO als VWO. Eindtermen binnen deze subdomeinen zijn verder gespecificeerd in de tabellen 4 en 5. (ET = eindtermen)

HAVO	VWO
B2: Ordening van organismen. ET: 11-14.	B2: Structuren van soort en populatie. ET: 7-13.
D2: Stofwisseling van planten. ET: 72-74.	B3: Structuren van organismen. ET: 14-17.
E3: Invloed mens op ecosystemen. ET: 125-132.	E3: Invloed mens op ecosystemen. ET: 167 en 168.

In december 2004 is de commissie vernieuwing biologie onderwijs (cvbo), onder voorzitterschap van prof. dr. K. Th. Boersma, ingesteld. Ze werkt aan een geheel nieuw examenprogramma biologie. Het eerste landelijke centrale examen voor zowel de HAVO als het VWO wordt zeker niet voor 2012 verwacht. Deze vernieuwingsronde zal hoogstwaarschijnlijk grotere veranderingen met zich meebrengen in het programma dan de vernieuwing van de 2<sup>e</sup> fase.

## 2.3 Biologie voor jou

De methode “biologie voor jou” van uitgeverij Malmberg heeft een marktaandeel van ongeveer 80% in de bovenbouw HAVO en VWO. Deze methode mag zodoende representatief verondersteld worden voor de “praktische betekenis” van de hier beschreven veranderingen. Wij hebben de 3<sup>e</sup> druk uit 1998<sup>7</sup> vergeleken met de 4<sup>e</sup> druk (2<sup>e</sup> oplage) uit 2005<sup>8</sup>. Dit hebben wij gedaan voor zowel HAVO als VWO. In grote lijnen kan gesteld worden dat de methode slechts in details gewijzigd is. Het tekstgebruik is in de nieuwe editie wat teruggebracht. Dit gaat ten koste van details. Figuren zijn over het algemeen behouden. Daartegenover staat een (nog) ruimer en professioneler gebruik van ICT (zowel Cd-rom als internet (e-pack)). Animaties verduidelijken regelmatig complexe materie. Wat opvalt is dat de in het nieuwe programma geschrapte onderdelen nog wel in de methode behandeld worden. Inmiddels is de 6<sup>e</sup> druk verschenen voor de onderbouw. Het is nog wachten op een nieuwe versie voor de tweede fase. Scholen kopen over het algemeen ook niet zomaar een nieuwe methode in. Methoden hebben een bepaalde afschrijftijd. Zodoende zal de 4<sup>e</sup> druk van “biologie voor jou” nog wel even de standaard blijven op veel scholen. De tijd zal leren of docenten en leerlingen bewust het examenprogramma naast de methode gaan leggen, en op die manier niet-examenstof overslaan, of dat over het algemeen gewoon de methode gevolgd zal worden.

**Tabel 2.4<sup>2,4,5</sup>:** Veranderde en vervallen eindtermen biologie HAVO in CE en SE. Zie referenties 2 en 4 voor het volledige overzicht van de eindtermen en specificering van de slechts hernummerde eindtermen.

oud	nieuw	vervallen	omschrijving veranderd	Specificatie	SE of CE
3	B1.2		X	<b>Was:</b> uitleggen dat de invloed van abiotische factoren op organismen berust op processen in cellen. <b>Wordt:</b> de betekenis en invloed van de abiotische factoren in een beschreven ecosysteem uitleggen.	CE
5	B1.5		X	<b>Was:</b> onderzoek doen naar de invloed van abiotische factoren en daar verslag van uitbrengen. <b>Wordt:</b> de gegevens uit onderzoek naar de invloed van abiotische factoren interpreteren.	CE
6	B1.6		X	<b>Was:</b> de betekenis van biotische factoren in een concreet ecosysteem beschrijven in het bijzonder: populaties van verschillende soorten planten, dieren inclusief de mens, schimmels en bacteriën. <b>Wordt:</b> de betekenis van biotische factoren in een beschreven ecosysteem uitleggen in het bijzonder: populaties van verschillende soorten planten, dieren inclusief de mens, schimmels en bacteriën.	CE
7	B1.7		X	<b>Was:</b> methoden gebruiken voor het bepalen van populatiedichtheden. <b>Wordt:</b> methoden gebruiken voor het bepalen van populatiegrootte en dichtheden van soorten.	CE

8	B1.8		X	<p><b>Was:</b> aangeven hoe de groei, ontwikkeling en het leven van individuen is begrensd (onder meer tolerantiegrenzen; beperkende factoren). <b>Wordt:</b> aangeven hoe de groei, ontwikkeling en het leven van individuen is begrensd in het bijzonder:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- tolerantiegrenzen, tolerantiecurve;</li> <li>- beperkende factoren.</li> </ul>	CE
9	B1.9		X	<p><b>Was:</b> in een beschreven ecosysteem relaties tussen soorten en tussen individuen van een soort herkennen in het bijzonder:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• competitie;</li> <li>• voedselrelatie;</li> <li>• predatie;</li> <li>• symbiose;</li> <li>• mutualisme;</li> <li>• commensalisme;</li> <li>• parasitisme;</li> <li>• voortplantingsrelatie.</li> </ul> <p><b>Wordt:</b> in een beschreven ecosysteem relaties tussen soorten en tussen individuen van een soort herkennen in het bijzonder:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- concurrentie (competitie);</li> <li>- voedselrelatie, predatie;</li> <li>- symbiose (mutualisme, commensalisme, parasitisme);</li> <li>- voortplantingsrelatie.</li> </ul>	CE
11		X		de relatie aangeven tussen de begrippen soort en populatie.	
12		X		de regels van binaire naamgeving herkennen en toepassen.	
13		X		<p>een soort indelen in één van de vier rijken (planten, dieren, schimmels, bacteriën) aan de hand van afbeeldingen en gegevens over:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• voedingswijze (autotroof, heterotroof);</li> <li>• grootte van cellen;</li> <li>• aan- of afwezigheid van organellen (celkern, vacuole);</li> <li>• aan- of afwezigheid van een celwand.</li> </ul>	
14	C3.5		X	<p><b>Was:</b> aangeven dat virussen, bestaande uit DNA of RNA en eiwitmantel, buiten de ordening in vier rijken vallen en de reden daarvan noemen. <b>Wordt:</b> aangeven dat een virus bestaat uit DNA of RNA, en een eiwitmantel.</p>	SE
22	C1.2		X	<p><b>Was:</b> uitleggen dat het fenotype ontstaat onder invloed van genotype en milieufactoren en hierbij de rol aangeven van tweelingonderzoek. <b>Wordt:</b> uitleggen</p>	CE

				dat het fenotype ontstaat onder invloed van genotype en milieufactoren.	
25	C1.5		X	<p><b>Was:</b> diverse manieren aangeven om klonen te maken in het bijzonder:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• knollen;</li> <li>• bollen;</li> <li>• stekken;</li> <li>• weefselkweek.</li> </ul> <p><b>Wordt:</b> manieren aangeven om klonen te maken bij planten en dieren.</p>	CE
27	C1.7		X	<p><b>Was:</b> aangeven dat de mens met oude en nieuwe technieken ingrijpt in de erfelijke informatie met het doel de door de mens gewenste eigenschappen te verbeteren:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• gebruik van mutatie;</li> <li>• gebruik van recombinatie;</li> <li>• veredelen;</li> <li>• fokken;</li> <li>• selectie.</li> </ul> <p><b>Wordt:</b> aangeven dat de mens met oude en nieuwe technieken ingrijpt in de erfelijke informatie met het doel de gewenste eigenschappen te verkrijgen, ook bij de mens:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- gebruik van mutatie;</li> <li>- gebruik van recombinatie;</li> <li>- selectie.</li> </ul>	CE
31	C1.10		X	<p><b>Was:</b> de in eindterm 30 genoemde kennis toepassen in stamboomonderzoek en in de erfelijke bepaling van het geslacht. <b>Wordt:</b> gebruik maken van gegevens uit stamboomonderzoek.</p>	CE
32		X		Een beargumenteerde mening geven over het toepassen van prenatale diagnostiek in de gezondheidszorg.	
33	C1.11		X	<p><b>Was:</b> aangeven dat karyogrammen gebruikt worden bij erfelijkheidsadvisering en trisomie herkennen in een karyogram. <b>Wordt:</b> gegevens interpreteren uit karyogrammen, zoals die gebruikt worden bij erfelijkheidsadvisering en prenatale diagnostiek bij de mens.</p>	CE
34	C2.1		X	<p><b>Was:</b> met behulp van anatomische informatie primaire en secundaire geslachtskenmerken bij de vrouw en de man noemen en in afbeeldingen herkennen. <b>Wordt:</b> met behulp van anatomische informatie primaire en secundaire geslachtskenmerken bij de vrouw en de man noemen en herkennen.</p>	SE

44	C2.11		X	<p><b>Was:</b> aangeven dat er voorwaarden zijn voor een goede vruchtbaarheid in het bijzonder:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• voeding;</li> <li>• algemene gezondheidstoestand;</li> <li>• leeftijd;</li> <li>• geschikte temperatuur in de testes;</li> <li>• milieufactoren zoals de afwezigheid van toxische stoffen. <b>Wordt:</b> aangeven dat er voorwaarden zijn voor een goede vruchtbaarheid in het bijzonder:</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>- voeding;</li> <li>- algemene gezondheidstoestand;</li> <li>- lichaamsafwijkingen;</li> <li>- leeftijd;</li> <li>- geschikte temperatuur in de testes;</li> <li>- milieufactoren zoals de afwezigheid van toxische stoffen.</li> </ul>	SE
46	C2.13		X	<p><b>Was:</b> een beargumenteerde mening geven over het gebruik van nieuwe voortplantingstechnieken bij de mens. <b>Wordt:</b> kennis hebben van en een beargumenteerde mening geven over het gebruik van nieuwe voortplantingstechnieken bij de mens.</p>	SE
47	C2.14		X	<p><b>Was:</b> de toepassing en het werkingsprincipe aangeven van de volgende anticonceptiemethoden en de voor- en nadelen van deze methoden noemen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 'de pil';</li> <li>• condoom;</li> <li>• spiraaltje;</li> <li>• pessarium;</li> <li>• sterilisatie.</li> </ul> <p><b>Wordt:</b> de toepassing en het werkingsprincipe aangeven van de volgende anticonceptiemethoden en de voor- en nadelen van deze methoden noemen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- coïtus interruptus;</li> <li>- de 'pil', de 'prikpil', 'implanon';</li> <li>- condoom;</li> <li>- vrouwencondoom;</li> <li>- spiraaltje;</li> <li>- pessarium;</li> <li>- sterilisatie.</li> </ul>	SE

50	C3.2		X	<p><b>Was:</b> de stadia van mitose en meiose in een afbeelding herkennen en uitleggen wanneer in de celcyclus verdubbeling en verdeling van het erfelijk materiaal (DNA) plaatsvindt en wanneer plasmagroei plaatsvindt.</p> <p><b>Wordt:</b> het principe van mitose en meiose en de verschillen tussen beide delingsmechanismen kennen, in een afbeelding herkennen en uitleggen wanneer in de celcyclus verdubbeling en verdeling van het erfelijk materiaal (DNA) plaatsvindt en wanneer plasmagroei plaatsvindt.</p>	SE
54		X		Aangeven dat verandering in cellen kan leiden tot verandering in het functioneren van het individu.	
62	D1.6		X	<p><b>Was:</b> aangeven dat door gescheiden plaatsen van productie en gebruik, door gebruik van fossiele brandstoffen en door oogsten kringlopen binnen een ecosysteem worden onderbroken of verstoord in het bijzonder:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• het onttrekken of toevoegen van elementen aan de kringloop.</li> </ul> <p><b>Wordt:</b> aangeven dat door menselijk ingrijpen kringlopen binnen een ecosysteem worden onderbroken of verstoord in het bijzonder:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- gescheiden plaatsen van productie en gebruik;</li> <li>- gebruik van fossiele brandstoffen;</li> <li>- overbemesting en verzuring.</li> </ul>	CE
71		X		Effecten aangeven van menselijke activiteiten op de koolstofkringloop en de stikstofkringloop.	
72		X		Aangeven welke stoffen uit het milieu en welke omstandigheden een plant in staat stellen tot fotosynthese.	
73	D2.2		X	<b>Was:</b> aangeven dat koolhydraten worden verbruikt bij opbouw, herstel, dissimilatie en vorming van reservestoffen. <b>Wordt:</b> aangeven dat koolhydraten (en andere organische stoffen) worden verbruikt bij opbouw, herstel, dissimilatie en vorming van reservestoffen.	SE
74		X		<p>Aangeven welke processen een rol spelen bij opname, transport en afgifte van stoffen door zaadplanten in het bijzonder:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• diffusie, waaronder osmose;</li> <li>• actief transport;</li> <li>• stroming.</li> </ul>	

78	D3.4		X	<p><b>Was:</b> aangeven welke voedingsstoffen geresorbeerd kunnen worden door de mens:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• aminozuren;</li> <li>• glucose;</li> <li>• vetten;</li> <li>• vetzuren;</li> <li>• glycerol;</li> <li>• water;</li> <li>• mineralen;</li> <li>• vitamines.</li> </ul> <p><b>Wordt:</b> aangeven dat voedingsstoffen geresorbeerd kunnen worden in het bijzonder:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- water;</li> <li>- vetoplosbare stoffen;</li> <li>- wateroplosbare stoffen.</li> </ul>	CE
80		X		<p>Het belang van verschillende voedingsstoffen aangeven:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• eiwitten worden gebruikt voor de opbouw van cellen;</li> <li>• koolhydraten en vetten worden vooral gebruikt voor energievrijmaking;</li> <li>• ballaststoffen zijn vooral van belang voor bevordering van de darmperistaltiek (vezels).</li> </ul>	
81	D3.6		X	<p><b>Was:</b> de begrippen essentiële aminozuren en vetzuren gebruiken. <b>Wordt:</b> de begrippen essentiële aminozuren en essentiële vetzuren gebruiken.</p>	CE
82	D3.7		X	<p><b>Was:</b> een schema van de bloedsomloop interpreteren:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• de richting van de bloedstroom aangeven;</li> <li>• aders, slagaders en haarvaten herkennen;</li> <li>• de samenstelling van bloed in verschillende bloedvaten vergelijken ten aanzien van voedingsstoffen, zuurstof, koolstofdioxide en andere afvalstoffen.</li> </ul> <p><b>Wordt:</b> een schema van de bloedsomloop van zowel voor als na de geboorte, interpreteren:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- de richting van de bloedstroom aangeven;</li> <li>- aders, slagaders en haarvaten herkennen;</li> <li>- de samenstelling van bloed in verschillende bloedvaten vergelijken ten aanzien van voedingsstoffen, zuurstof, koolstofdioxide en andere afvalstoffen.</li> </ul>	CE
83	D3.8		X	<p><b>Was:</b> met behulp van een afbeelding de relatie aangeven tussen het bloedvatenstelsel en het lymfevatenstelsel. <b>Wordt:</b> met behulp van een afbeelding het verband aangeven tussen het bloedvatenstelsel en het lymfevatenstelsel.</p>	CE

84	D3.9		X	<p><b>Was:</b> de functie van de grote en kleine bloedsomloop, de pompwerking van het hart en de functie van kleppen in diverse vaten uitleggen en het drukverloop in het bloedvatenstelsel aangeven, waarbij gebruik kan worden gemaakt van verstrekte anatomische informatie. <b>Wordt:</b> de functie van de grote en kleine bloedsomloop, de pompwerking van het hart en de functie van kleppen in hart en vaten uitleggen en het drukverloop in het bloedvatenstelsel aangeven, waarbij gebruik kan worden gemaakt van verstrekte anatomische informatie.</p>	CE
85	D3.10		X	<p><b>Was:</b> transportfuncties van het bloed aangeven: het transport van:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• CO2 en O2;</li> <li>• voedingsstoffen;</li> <li>• afvalstoffen;</li> <li>• hormonen;</li> <li>• <b>geneesmiddelen.</b></li> </ul> <p><b>Wordt:</b> functies van het bloed aangeven: onder andere het transport van:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- CO2 en O2;</li> <li>- voedingsstoffen;</li> <li>- afvalstoffen;</li> <li>- hormonen.</li> </ul>	CE
86	D3.11		X	<p><b>Was:</b> de volgende bestanddelen van het bloed in afbeeldingen herkennen en de functie en plaats(en) van vorming van deze bestanddelen aangeven:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• rode bloedcellen;</li> <li>• witte bloedcellen;</li> <li>• bloedplaatjes;</li> <li>• bloedplasma.</li> </ul> <p><b>Wordt:</b> bestanddelen van het bloed in afbeeldingen herkennen en de functie en plaats(en) van vorming van deze bestanddelen aangeven.</p>	CE
88	D3.13		X	<p><b>Was:</b> aangeven door welke processen in de haarvaten weefselvloeistof ontstaat en door welke processen de cellen van de organen stoffen uitwisselen voor hun stofwisseling in het bijzonder:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• diffusie, waaronder osmose;</li> <li>• actief transport;</li> <li>• bloeddruk;</li> <li>• stroming.</li> </ul> <p><b>Wordt:</b> aangeven door welke processen in de haarvaten weefselvloeistof ontstaat en welke processen een rol spelen bij de uitwisseling van stoffen tussen cellen en hun omgeving</p>	CE

				<p>in het bijzonder:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- diffusie, waaronder osmose;</li> <li>- actief transport;</li> <li>- bloeddruk.</li> </ul>	
89	D3.14		X	<p><b>Was:</b> met behulp van verstrekte afbeeldingen aangeven op welke wijze longventilatie tot stand komt in het bijzonder:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• middenrif;</li> <li>• tussenribspieren;</li> <li>• longelasticiteit;</li> <li>• elasticiteit van de buikwand;</li> <li>• zwaartekracht;</li> <li>• dode ruimte;</li> <li>• vitale capaciteit.</li> </ul> <p><b>Wordt:</b> met behulp van verstrekte afbeeldingen aangeven op welke wijze longventilatie tot stand komt.</p>	CE
91	D3.16		X	<p><b>Was:</b> aangeven wat de functie is van de nieren voor het lichaam als geheel. <b>Wordt:</b> aangeven wat de functie is van de nieren.</p>	CE
93	D3.18		X	<p><b>Was:</b> de functies van de lever noemen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• opslag van glycogeen;</li> <li>• uitscheiding van afbraakproducten van rode bloedcellen;</li> <li>• vorming van ureum bij de afbraak van aminozuren;</li> <li>• omzetting van zowel lichaamseigen stoffen als opgenomen stoffen zoals geneesmiddelen en drugs.</li> </ul> <p><b>Wordt:</b> de functies van de lever noemen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- opslag van glycogeen;</li> <li>- uitscheiding van afbraakproducten o.a. van hemoglobine via gal;</li> <li>- vorming van ureum bij de afbraak van aminozuren;</li> <li>- omzetting van zowel lichaamseigen stoffen als opgenomen stoffen zoals geneesmiddelen en drugs.</li> </ul>	CE
94		X		<p>Met behulp van informatie over de samenstelling van voedingsmiddelen een verantwoord voedselpakket samenstellen in samenhang met een bepaalde leefwijze:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• onder andere met behulp van ICT.</li> </ul>	
95		X		<p>Aangeven op welke wijze het lichaamsgewicht verantwoord geregeld kan worden.</p>	
96		X		<p>Uitleggen dat bacteriën en schimmels een rol spelen bij voedselbederf.</p>	

97		X		<p>Aangeven hoe voedselbederf tijdens de bewaring en de bereiding is te voorkómen</p> <p>in het bijzonder:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• hygiëne;</li> <li>• bewerkingsmethoden;</li> <li>• controles;</li> <li>• additieven;</li> <li>• bewaarmethoden.</li> </ul>	
98	D1.15		X	<p><b>Was:</b> de verschillen in de wijze van voedselproductie aangeven tussen ecologische en niet- ecologische voedingsmiddelen</p> <p>in het bijzonder:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• verschillen m.b.t. gebruik van meststoffen en bestrijdingsmiddelen.</li> </ul> <p><b>Wordt:</b> de verschillen aangeven tussen ecologische en niet- ecologische voedselproductie</p> <p>in het bijzonder:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- verschillen m.b.t. gebruik van meststoffen en bestrijdingsmiddelen;</li> <li>- gebruik van biotechnologie;</li> <li>- duurzame voedselproductie.</li> </ul>	CE
99	D3.19		X	<p><b>Was:</b> genotmiddelen en drugs noemen die bij gebruik een gezondheidsrisico opleveren</p> <p>in het bijzonder:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• verslaving;</li> <li>• gewenning;</li> <li>• weefselbeschadiging, waaronder het ontstaan van kanker.</li> </ul> <p><b>Wordt:</b> genotmiddelen en drugs noemen die bij gebruik een gezondheidsrisico opleveren</p> <p>in het bijzonder:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- verslaving;</li> <li>- gewenning.</li> </ul>	CE
100	D3.20		X	<p><b>Was:</b> leefstijl en milieufactoren noemen met betrekking tot voeding en ademhaling die de kans op ziekten verhogen</p> <p>in het bijzonder:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• hart- en vaatziekten;</li> <li>• kanker;</li> <li>• allergieën;</li> <li>• voedselinfecties;</li> <li>• cara.</li> </ul> <p><b>Wordt:</b> leefstijl en milieufactoren noemen met betrekking tot voeding en ademhaling die de kans op ziekten verhogen</p> <p>in het bijzonder:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- hart- en vaatziekten;</li> </ul>	CE

				<ul style="list-style-type: none"> <li>- kanker;</li> <li>- allergieën;</li> <li>- infecties via voedsel;</li> <li>- copd (cara).</li> </ul>	
104	D2.7		X	<p><b>Was:</b> aangeven waarin anaërobe dissimilatie verschilt van aërobe dissimilatie: in het bijzonder:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• geen zuurstofgebruik;</li> <li>• minder energieopbrengst;</li> <li>• energierijke eindproducten: alcohol of melkzuur.</li> </ul> <p><b>Wordt:</b> aangeven waarin anaerobe dissimilatie verschilt van aerobe dissimilatie: in het bijzonder:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- geen zuurstofgebruik;</li> <li>- minder energieopbrengst (in de vorm van ATP);</li> <li>- energierijke eindproducten: alcohol of melkzuur (bij anaerobe dissimilatie).</li> </ul>	SE
113	D2.16		X	<p><b>Was:</b> aangeven dat biotechnologische productie door genetische modificatie plaatsvindt bij:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• bacteriën ten behoeve van voedselproductie;</li> <li>• bacteriën ten behoeve van afvalwaterzuivering;</li> <li>• bacteriën ten behoeve van geneesmiddelen- en hormonenproductie;</li> <li>• planten en dieren ten behoeve van verhoging van de efficiëntie van hun door de mens gewenste productie.</li> </ul> <p><b>Wordt:</b> aangeven dat biotechnologische productie door genetische modificatie plaatsvindt bij:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- bacteriën ten behoeve van voedselproductie;</li> <li>- bacteriën ten behoeve van afvalwaterzuivering;</li> <li>- bacteriën ten behoeve van geneesmiddelen- en hormonenproductie;</li> <li>- planten en dieren ten behoeve van verhoging van de efficiëntie van hun productie.</li> </ul>	SE
114	D2.17		X	<p><b>Was:</b> een mening formuleren en beargumenteren over het gebruik van biotechnologie naar aanleiding van artikelen uit dag- en weekbladen. <b>Wordt:</b> een mening formuleren en beargumenteren over het gebruik van biotechnologie naar aanleiding van actuele ontwikkelingen (artikelen uit dag en weekbladen en van internet).</p>	SE

115	E1.1		X	<p><b>Was:</b> bij een voorbeeld van een ecosysteem de in dit subdomein genoemde begrippen gebruiken in verband met handhaving, ontwikkeling en verstoring van het ecosysteem. <b>Wordt:</b> bij een voorbeeld van een ecosysteem begrippen gebruiken die verband houden met handhaving, ontwikkeling en verstoring (o.a. door de mens)</p> <p>in het bijzonder:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- verdroging;</li> <li>- vermesting (eutrofiëring);</li> <li>- verzuring;</li> <li>- versnippering.</li> </ul>	CE
116	E1.2		X	<p><b>Was:</b> uitleggen welke rol competitie binnen en tussen populaties speelt bij de instandhouding en ontwikkeling van een ecosysteem. <b>Wordt:</b> uitleggen welke rol concurrentie (competitie) binnen en tussen populaties speelt bij de instandhouding en ontwikkeling van een ecosysteem.</p>	CE
117	E1.3		X	<p><b>Was:</b> veranderingen van de grootte van populaties verklaren met behulp van de begrippen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• populatiedichtheid;</li> <li>• emigratie/immigratie;</li> <li>• geboortecijfer;</li> <li>• sterftcijfer.</li> </ul> <p><b>Wordt:</b> veranderingen van de grootte van populaties verklaren met behulp van de begrippen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- dichtheid;</li> <li>- emigratie/immigratie;</li> <li>- geboortecijfer/sterftcijfer.</li> </ul>	CE
118	E1.4		X	<p><b>Was:</b> het verschil in populatiegroei bij beperkte en onbeperkte hulpbronnen aangeven. <b>Wordt:</b> het verschil in populatiegroei bij beperkte en onbeperkte hulpbronnen aangeven in het bijzonder: J- en S-curve.</p>	CE
125		X		<p>De gevolgen aangeven van toevoeging van elementen aan een ecosysteem:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• overbemesting;</li> <li>• eutrofiëring;</li> <li>• beheersing van de waterstand;</li> <li>• accumulatie van stoffen in voedselketens: pesticiden, zware metalen, pcb's.</li> </ul>	
126		X		<p>De gevolgen van onttrekking van elementen aan een ecosysteem uitleggen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• uitroeiing van soorten;</li> <li>• kaalkap;</li> <li>• verdroging.</li> </ul>	

127		X		Een verklaring geven voor het ontstaan van plagen in monocultures.	
128		X		In een beschreven situatie methoden aangeven ter vermindering van de productie van industrieel afval, huishoudelijk afval en mest.	
129		X		In een beschreven situatie methoden aangeven voor de verwerking van afval tot bruikbare en onschadelijke materialen: <ul style="list-style-type: none"> <li>• recycling;</li> <li>• zuivering van afvalwater;</li> <li>• opslag van niet-verwerkbaar afval;</li> <li>• verbranding.</li> </ul>	
130		X		De werking van een installatie voor de zuivering van huishoudelijk afval op hoofdpunten beschrijven: <ul style="list-style-type: none"> <li>• de gebruikte biologische principes;</li> <li>• de belangrijkste technische onderdelen van de installatie in relatie tot de biologische principes.</li> </ul>	
131		X		Zelf een ontwerp maken en uitvoeren voor een kleinschalige methode voor de verwerking van afval in het bijzonder: <ul style="list-style-type: none"> <li>• GFT-afval;</li> <li>• huishoudelijk afvalwater.</li> </ul>	
132		X		De gevolgen aangeven die ingrepen op het gebied van ruimtelijke ordening kunnen hebben voor een ecosysteem in het bijzonder <ul style="list-style-type: none"> <li>• invloed op de areaalgrootte;</li> <li>• versnippering.</li> </ul>	
134	E3.2		X	<p><b>Was:</b> voor concrete voorbeelden de relatie aangeven tussen gedrag en inwendige en uitwendige factoren in het bijzonder:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• sleutel prikkel;</li> <li>• motiverende factoren;</li> <li>• daglengte;</li> <li>• temperatuur.</li> </ul> <p><b>Wordt:</b> voor concrete voorbeelden de relatie aangeven tussen gedrag en inwendige en uitwendige factoren in het bijzonder:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- sleutel prikkel;</li> <li>- motiverende factoren;</li> <li>- daglengte;</li> <li>- biologische klok;</li> <li>- temperatuur.</li> </ul>	CE

135	E3.3		X	<p><b>Was:</b> aangeven dat gedrag voor een deel erfelijk is bepaald en voor een deel wordt veroorzaakt door leerprocessen in het bijzonder:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• gewenning;</li> <li>• inprenting;</li> <li>• conditionering;</li> <li>• imitatie;</li> <li>• inzicht;</li> <li>• trial-and-error/proefondervindelijk leren.</li> </ul> <p><b>Wordt:</b> aangeven dat gedrag voor een deel erfelijk is bepaald en voor een deel wordt veroorzaakt door leerprocessen in het bijzonder:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- gewenning;</li> <li>- inprenting;</li> <li>- conditionering (klassiek en operant);</li> <li>- imitatie;</li> <li>- inzicht;</li> <li>- trial-and-error/proefondervindelijk leren.</li> </ul>	CE
136	E3.4		X	<p><b>Was:</b> waarnemingen aan het gedrag van dieren interpreteren in termen van functie. <b>Wordt:</b> op grond van waarnemingen aan het gedrag van dieren een ethogram opstellen en een protocol maken.</p>	CE
139		X		Een standpunt over de vergelijking van het gedrag van mensen en dieren bediscussiëren en beargumenteren.	
143	E4.4		X	<p><b>Was:</b> bij zichzelf of in afbeeldingen of modellen aanwijzen waar de zintuigen liggen voor de waarneming van:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• licht;</li> <li>• geluid;</li> <li>• geur;</li> <li>• smaak;</li> <li>• druk;</li> <li>• warmte of koude;</li> <li>• evenwicht.</li> </ul> <p><b>Wordt:</b> aangeven dat de mens zintuigen heeft voor het waarnemen van veranderingen in het inwendige en uitwendige milieu.</p>	CE

148	E4.9		X	<p><b>Was:</b> verstrekte gegevens over de indeling van het zenuwstelsel op grond van ligging en wijze van werken toepassen in beschreven situaties</p> <p>in het bijzonder:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• centraal en perifeer zenuwstelsel;</li> <li>• animaal en autonoom zenuwstelsel;</li> <li>• ortho- en parasympatisch deel van het autonome zenuwstelsel;</li> <li>• dubbele innervatie van doelwitorganen.</li> </ul> <p><b>Wordt:</b> verstrekte gegevens over de indeling van het zenuwstelsel op grond van ligging en wijze van werken toepassen in beschreven situaties</p> <p>in het bijzonder:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- centraal en perifeer zenuwstelsel;</li> <li>- animaal en autonoom (vegetatief) zenuwstelsel.</li> </ul>	CE
151	E4.12		X	<p><b>Was:</b> de functie van een zenuwcel aangeven, waarbij gebruik kan worden gemaakt van een afbeelding van de bouw, met behulp van de volgende begrippen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• cellichaam;</li> <li>• uitlopers, met of zonder myelineschede;</li> <li>• impulsgeleiding;</li> <li>• synaps.</li> </ul> <p><b>Wordt:</b> de functie van een zenuwcel aangeven, waarbij gebruik kan worden gemaakt van een afbeelding van de bouw, met behulp van de volgende begrippen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- cellichaam;</li> <li>- uitlopers;</li> <li>- impulsgeleiding;</li> <li>- synaps.</li> </ul>	CE
155		X		Het effect van training op prestaties beschrijven.	
156	E4.16		X	<p><b>Was:</b> verstrekte informatie over de functie van specifieke hormonen, de hormoonklieren die ze produceren en hun doelwitorganen toepassen in beschreven situaties:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• hypofyse: groeihormoon, FSH, LH, TSH;</li> <li>• schildklier: thyroxine;</li> <li>• eilandjes van Langerhans: insuline, glucagon;</li> <li>• bijnieren: adrenaline;</li> <li>• ovaria: oestrogenen (oestradiol en oestron), progesteron;</li> <li>• testes: testosteron;</li> <li>• placenta: HCG.</li> </ul> <p><b>Wordt:</b> verstrekte informatie over de functie van specifieke hormonen, de hormoonklieren die ze produceren en hun doelwitorganen toepassen in</p>	CE

				beschreven situaties.	
159	E5.2		X	<b>Was:</b> de functies van de onderdelen van de huid aangeven, waarbij gebruik kan worden gemaakt van een afbeelding van de bouw. <b>Wordt:</b> de functies van de onderdelen van de huid aangeven, waarbij gebruik kan worden gemaakt van afbeeldingen die de bouw van de huid weergeven .	SE
160	E5.3		X	<b>Was:</b> de effecten van zonbestraling uitleggen en uitleggen op welke wijze bescherming tegen zonbestraling plaatsvindt in het bijzonder: <ul style="list-style-type: none"> <li>• zonnebaden;</li> <li>• pigmentvorming;</li> <li>• verschillen in huidkleur;</li> <li>• productie van vitamine D.</li> </ul> <b>Wordt:</b> de effecten van bestraling door de zon aangeven en uitleggen op welke wijze bescherming tegen bestraling door de zon plaatsvindt in het bijzonder: <ul style="list-style-type: none"> <li>- zonnebaden;</li> <li>- pigmentvorming;</li> <li>- verschillen in huidkleur;</li> <li>- productie van vitamine D.</li> </ul>	SE
161		X		De rol van de huid aangeven bij de opslag van vet.	

**Tabel 2.5<sup>3,4,6</sup>:** Veranderde en vervallen eindtermen biologie VWO in CE en SE. Zie referenties 3 en 4 voor het volledige overzicht van de eindtermen en specificering van de hernummerde en veranderde eindtermen.

oud	nieuw	vervallen	omschrijving veranderd	specificatie	SE of CE
2	B1.2		X		CE
3	B1.3		X		CE
4	B1.4		X		CE
6	B1.6		X		CE
7		X		De relaties aangeven tussen de begrippen soort, populatie en ecosysteem.	
8		X		Aangeven volgens welke criteria soorten zijn geordend en benoemd.	
9		X		Toelichten dat het biologische begrip soort verschillend gedefinieerd wordt door het verschil in betekenis dat wordt gehecht aan: bouw, verwantschap, mogelijkheid van vruchtbare nakomelingschap.	
10		X		De regels van de binaire naamgeving herkennen en toepassen.	
11		X		Een soort indelen in één van de vier rijken (planten, dieren, schimmels, bacteriën) aan de hand van afbeeldingen en gegevens over: <ul style="list-style-type: none"> <li>• voedingswijze (autotroof, heterotroof);</li> <li>• grootte van cellen</li> <li>• aan- of afwezigheid van organellen (celkern, vacuole);</li> <li>• aan- of afwezigheid van een celwand.</li> </ul>	
12		X		Aangeven dat virussen buiten de ordening in vier rijken vallen en de reden daarvan noemen.	
13		X		Aangeven dat ordening mogelijk is op grond van gemeenschappelijke afstamming; in het bijzonder: <ul style="list-style-type: none"> <li>• evolutionaire verwantschap (zie ook bouw en samenstelling DNA).</li> </ul>	
14		X		Organen en typen weefsel bij planten en de mens benoemen in afbeeldingen en de opbouw uit cellen herkennen.	
15		X		Functie(s) van verschillende typen weefsel bij zaadplanten aangeven; in het bijzonder: <ul style="list-style-type: none"> <li>• bescherming;</li> <li>• stevigheid;</li> <li>• fotosynthese;</li> <li>• transport;</li> <li>• opslag;</li> <li>• groei;</li> <li>• voortplanting.</li> </ul>	

16		X		Functie(s) van organen bij de mens aangeven; in het bijzonder: <ul style="list-style-type: none"> <li>• stevigheid;</li> <li>• gaswisseling;</li> <li>• vertering en voedselopname;</li> <li>• transport;</li> <li>• uitscheiding;</li> <li>• opslag;</li> <li>• beweging;</li> <li>• voortplanting;</li> <li>• regulatie;</li> <li>• waarneming.</li> </ul>	
17		X		Functie(s) van verschillende typen weefsel bij de mens aangeven; in het bijzonder: <ul style="list-style-type: none"> <li>• bescherming;</li> <li>• stevigheid;</li> <li>• beweging;</li> <li>• impulsgeleiding;</li> <li>• opslag;</li> <li>• groei;</li> <li>• uitscheiding.</li> </ul>	
19	B2.2		X		SE
20		X		De functie aangeven van: <ul style="list-style-type: none"> <li>• kern (regulatie);</li> <li>• mitochondriën (ATP-productie);</li> <li>• endoplasmatisch reticulum (transport);</li> <li>• ribosomen (eiwitsynthese);</li> <li>• lysosomen (productie van enzymen en vertering);</li> <li>• chloroplasten (fotosynthese);</li> </ul>	
21	B2.3		X		SE
22		X		De functies van het celmembraan aangeven in het bijzonder: <ul style="list-style-type: none"> <li>• transportfuncties;</li> <li>• afweerfuncties.</li> </ul>	
29	C1.3		X		CE
32		X		Vervallen maar ook opgenomen in 33	
33	C1.6		X		CE
34		X		Een eigen standpunt ten aanzien van genetische modificatie beargumenteren.	
35		X		Uitleggen waardoor veredelen en fokken kunnen leiden tot verlies van erfelijke informatie.	
36	C1.7		X		CE
37	C1.8		X		CE
38		X		Een beargumenteerde mening geven over het toepassen	

				van prenatale diagnostiek bij de mens.	
39	C1.9		X		CE
40	C1.10		X		CE
55	C2.15		X		SE
57	C2.17		X		SE
61	C3.2		X		SE
62	C3.3		X		SE
64		X		Aangeven dat verandering in cellen kan leiden tot verandering in het functioneren van het individu.	
67	C3.7		X		SE
74	D1.6		X		CE
75		X		Aangeven dat stoffen voor de opbouw van organismen afkomstig zijn uit het abiotische milieu of van andere organismen.	
77	D1.8		X		CE
78	D1.9		X		CE
79	D1.10		X		CE
80		X		Menselijke activiteiten noemen die: <ul style="list-style-type: none"> <li>• het 'zure regen'-probleem veroorzaken (onder meer overbemesting);</li> <li>• het broeikas-effect veroorzaken (onder meer verbrandingsprocessen).</li> </ul>	
81		X		Voorbeelden van menselijk gedrag beschrijven die bijdragen aan oplossingen voor milieuproblemen.	
84	D2.1		X		SE
86	D2.3		X		SE
87		X		Aan de hand van de structuurformules polysacchariden en disacchariden herkennen als een aaneenschakeling van monosacchariden.	
88		X		Van de volgende mono-, di- en polysacchariden de molecuulformule opzoeken en herkennen: <ul style="list-style-type: none"> <li>• glucose;</li> <li>• sacharose;</li> <li>• zetmeel;</li> <li>• glycogeen;</li> <li>• ribose.</li> </ul>	
89		X		De reactievergelijking in molecuulformules opschrijven van de vorming van een polysaccharide uit glucose.	
90	D2.4		X		SE
92		X		Uitspraken doen over de gaswisseling van een plant op basis van gegevens over assimilatie en dissimilatie.	
98	D3.2		X		CE
99	D3.3		X		CE
100	D3.4		X		CE
102		X		Het belang van verschillende voedingsstoffen	

				<p>aangeven:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• eiwitten worden gebruikt voor de opbouw van cellen;</li> <li>• koolhydraten en vetten worden vooral gebruikt voor energievrijmaking;</li> <li>• ballaststoffen zijn vooral van belang voor bevordering van de darmperistaltiek (vezels).</li> </ul>	
103	D3.6		X		CE
104		X		Aangeven dat veel voedingsvetten glycerylesters zijn van verzadigde of onverzadigde vetzuren.	
105		X		Aangeven wat het verschil is tussen een olie en een vet.	
106		X		In een reactievergelijking de hydrolyse herkennen van: <ul style="list-style-type: none"> <li>• olie/vet;</li> <li>• eiwit;</li> <li>• di- en polysachariden.</li> </ul>	
107	D3.7		X		CE
108	D3.8		X		CE
109	D3.9		X		CE
113	D3.13		X		CE
114	D3.14		X		CE
115	D3.15		X		CE
116	D3.16		X		CE
117	D3.17		X		CE
119		X		Met behulp van informatie over de samenstelling van voedingsmiddelen een verantwoord voedselpakket samenstellen in samenhang met een bepaalde leefwijze <ul style="list-style-type: none"> <li>• onder andere met behulp van ICT.</li> </ul>	
120		X		De verschillen in de wijze van voedselproductie aangeven tussen ecologische en niet- ecologische voedingsmiddelen in het bijzonder <ul style="list-style-type: none"> <li>• verschillen met betrekking tot gebruik van meststoffen en bestrijdingsmiddelen.</li> </ul>	
121		X		Genotmiddelen en drugs noemen die bij gebruik een gezondheidsrisico opleveren in het bijzonder: <ul style="list-style-type: none"> <li>• verslaving;</li> <li>• gewenning;</li> <li>• weefselbeschadiging, waaronder het ontstaan van kanker.</li> </ul>	
122		X		Leefstijl en milieufactoren noemen met betrekking tot voeding en ademhaling die de kans op ziekten verhogen in het bijzonder: <ul style="list-style-type: none"> <li>• hart- en vaatziekten, kanker, allergieën, voedselinfecties, cara;</li> <li>• MAC- en ADI-waarden;</li> <li>• mutageniteit;</li> </ul>	

				• carcinogeniteit.	
123	D4.1		X		CE
127	D4.5		X		CE
128	D4.6		X		CE
132	D4.10		X		CE
133	D4.11		X		CE
134		X		Aangeven dat synthese van organische stoffen in alle cellen plaatsvindt.	
135	D4.12		X		CE
136	D5.1		X		CE
138	D5.3		X		CE
139	D5.4		X		CE
140		X		Een mening formuleren en beargumenteren over het gebruik van biotechnologie naar aanleiding van artikelen uit dag- en weekbladen.	
141	D5.6		X		CE
142	D5.7		X		CE
143	D5.8		X		CE
145		X		Beschrijven hoe eiwitten (proteïnen) gevormd worden door koppeling van aminozuurmoleculen als bouwstenen in het bijzonder: • polycondensatiereactie.	
146		X		Uitleggen dat het ontstaan van de peptidebinding het gevolg is van een condensatiereactie.	
148		X		Aangeven dat eiwitten polymeren zijn van verschillende aminozuren, waarbij het aantal, de soort en de volgorde van de aminozuurmoleculen, de molecuulstructuur en de eigenschappen/functie van het eiwit bepalen.	
150		X		De relatie aangeven tussen de celcompartimenten waar bepaalde enzymen werkzaam zijn en de functie van die compartimenten (zie eindterm 19) in het bijzonder: • in de kern enzymen voor productie van DNA en mRNA; • in de ribosomen aan het endoplasmatisch reticulum enzymen voor koppeling van aminozuurmoleculen.	
152	D5.13		X		CE
154	E1.2		X		SE
155	E1.3		X		SE
158	E1.6		X		SE
163	E2.3		X		CE

167		X		Aan de hand van modellen de gevolgen uitleggen van de invloed die de mens kan hebben op een ecosysteem door: <ul style="list-style-type: none"> <li>• het toevoegen van elementen (overbemesting, eutrofiëring, beheersen van de waterstand, accumulatie van stoffen in voedselketens);</li> <li>• onttrekken van elementen (uitroeien van soorten, kaalkap, verdroging);</li> <li>• veranderen van elementen (monocultures: plagen).</li> </ul>	
168		X		Aangeven dat voor het vaststellen van normen de draagkracht van een ecosysteem en de genenpool criteria zijn.	
169	E3.1		X		SE
170	E3.2		X		SE
175	E3.7		X		SE
178	E3.10		X		SE
179	E3.11		X		SE
180	E3.12		X		SE
181	E3.13		X		SE
186	E4.5		X		CE
191		X		Bij een gegeven indeling van het zenuwstelsel aangeven welke kenmerken zijn gebruikt bij deze indeling.	
195	E4.13		X		CE
198	E4.16		X		CE
199	E4.17		X		CE
200	E4.18		X		CE
201		X		Door de hypofyse geproduceerde hormonen noemen en hun functie beschrijven: groeihormoon, FSH, LH, TSH, ADH, oxytocine, prolactine.	
205	E5.2		X		CE
206	E5.3		X		CE
207	E5.4		X		CE

## 2.4 Aanbevelingen

De CEVO stelt in haar syllabi<sup>2,3</sup> dat de veranderingen in de biologie examenprogramma's niet vergaand van aard zijn. Zij spreekt van "klein onderhoud". Naar onze mening is het echter raadzaam om binnen het Applied Science domein met een aantal veranderingen binnen het schoolvak biologie toch degelijk rekening te houden. In onze aanbevelingen willen wij niet te specifiek ingaan op de kleinere veranderingen binnen de deelgebieden van de biologie, zie hiervoor de tabellen 2.4 en 2.5, maar willen we ons meer richten op de algemenere veranderingen op zowel vakinhoudelijk als vakdidactisch gebied.

---

## 2.5 Vakinhoudelijke aanbevelingen

In het onderwijsprogramma zal op vakinhoudelijk gebied rekening moeten worden gehouden met het verdwijnen van met name kennis over de indeling van organismen (ordering) voor zowel HAVO als VWO leerlingen en een sterk verminderde kennis van celbiologie voor VWO leerlingen.

Daar komt bij dat de kennisdifferentiatie tussen instromende leerlingen van verschillende scholen verder toe zal gaan nemen in de toekomst. Enerzijds is dit een gevolg van de steeds grotere vrijheid van scholen om zich te profileren in een bepaalde richting (talenschool, technasium). Anderzijds bestaat de mogelijkheid dat de strikte verdeling van de in het CE en SE te toetsen onderwerpen kan lijden tot kennisdifferentiatie. Hieronder van beiden een voorbeeld.

Een voorbeeld van differentiatie door profilering van de school:

*Een leerling heeft niet de mogelijk gehad om op zijn talenschool NLT te volgen. Deze leerling is bij het vak biologie niet getoetst op (en onderwezen in) de invloed van de mens op ecosystemen. Een leerling van een andere school, waar NLT verplicht is gesteld voor zijn profiel, heeft deze kennis niet bij biologie maar wel bij NLT opgedaan.*

Een voorbeeld van differentiatie door verdeling CE en SE stof:

*Docent A vind voortplanting en de daarbij behorende voorlichting veel belangrijker dan celbiologie. Hij besluit op het SE slechts een paar vragen te stellen over celbiologie en dit ook in de les zo summier mogelijk te behandelen (binnen de wettelijke kaders). Docent B is veel meer een celbioloog dan een seksuoloog. Zij besluit op het SE maar 1 uitgebreide vraag te stellen over voortplanting en dit in de les zo summier mogelijk te behandelen. Beide onderwerpen komen op het CE niet meer terug.*

## 2.6 Vakdidactische aanbevelingen

Vakdidactisch kunnen wij de aanbeveling doen de steeds verdergaande ontwikkelingen richting meer concept-context denken, en lesgeven, binnen de biologie op de voet te blijven volgen. Niet alleen om op de hoogte te blijven van de snel veranderende didactische aanpak waarmee onze instroom is opgeleid maar ook om hier eventueel zelf een rol in te spelen. Steeds meer hogescholen werken al actief samen met instellingen voor voortgezet onderwijs bij de ontwikkeling van concept-context lesprogramma's. De commissie vernieuwing biologie onderwijs (CVBO) doet in haar rapport<sup>9</sup> voorstellen voor geheel vernieuwde examenprogramma's HAVO en VWO die volledig gestoeld zijn op een concept-context benadering.

Invoering hiervan zal op zijn vroegst in 2012 geschieden. Meer concept-context gestuurd onderwijs heeft daarnaast de implicatie dat toekomstige studenten op de middelbare school al veelvuldig kennis zullen maken met de beroepspraktijk (context) om een bepaald concept, en de maatschappelijke relevantie van dat concept, eigen te maken. Het domein applied science heeft de schone taak om op deze ontwikkelingen tijdig in te spelen. Niet alleen om leerlingen, via een praktijkgerichte aanpak, moeilijke concepten te leren begrijpen maar ook om de leerling geïnteresseerd te krijgen in een studie binnen ons domein.

---

## 2.7 Referenties

- 1) De Vernieuwde Tweede Fase: organiseerbaar, werkbaar, studeerbaar? Vervolgverslag van 'Vernieuwde Tweede Fase, de start in cijfers', maart 2008, Tweede Fase Adviespunt, Koninginnegracht 63, 2514 AG Den Haag.
- 2) Biologie HAVO, Syllabus centraal examen 2009, mei 2007, CEVO, postbus 8128, 3503 RC Utrecht.
- 3) Biologie VWO, Syllabus centraal examen 2010, juni 2008, CEVO, postbus 8128, 3503 RC Utrecht.
- 4) Handreiking schoolexamen biologie HAVO/VWO, maart 2007, A. Legierse, SLO, postbus 2041, 7500 CA Enschede.
- 5) Examenprogramma biologie HAVO 2008, CEVO, postbus 8128, 3503 RC Utrecht.
- 6) Examenprogramma biologie VWO 2008, CEVO, postbus 8128, 3503 RC Utrecht.
- 7) Biologie voor jou, G. Smits en B. Waas, 4<sup>e</sup> druk, 2005, Malmberg, 's-Hertogenbosch.
- 8) Biologie voor jou, G. Smits en B. Waas, 3<sup>e</sup> druk, 1998, Malmberg, 's-Hertogenbosch.
- 9) Leerlijn biologie, van 4 tot 18 jaar., september 2007, Commissie vernieuwing biologie onderwijs CVBO, Utrecht, cvbo@nibi.nl.



---

## 3 Scheikunde

### 3.1 Positie van het vak

Bij de invoering van de tweede fase in 1998 werd een HAVO scheikundeprogramma vastgesteld voor 280 slu. Dit programma werd als erg overladen ervaren en is in 2002 voor het centraal schriftelijk examen teruggebracht tot ca 75%. Over onderwijs in de resterende 25% en examinering ervan in de schoolexamens besliste de school. Het programma voor VWO bestond uit een programma scheikunde 1 voor 400 slu en scheikunde 1,2 van 520 slu.

Bij de invoering van de geherstructureerde tweede fase vanaf 2007 wordt het bestaande HAVO scheikundeprogramma enigszins aangepast en gewijzigd, doch de veranderingen worden zo beperkt mogelijk gehouden. Voor het VWO wordt het programma meer aangepast en vervallen een aantal subdomeinen en eindtermen van het programma scheikunde 1,2.

Vanaf 2007 kan scheikunde ook als keuzevak gekozen worden door de leerlingen met het profiel Cultuur & Maatschappij en Economie & Maatschappij.

Het examenprogramma scheikunde is voor de beide natuurprofielen identiek, evenals de centrale examens. De omvang van het programma voor HAVO is t.o.v. het programma uit 1998 uitgebreid met 40 uur. In deze 40 slu worden kernelementen van het programma ANW opgenomen (ANW domein : Analyse van en reflectie op natuurwetenschap en techniek). Het programma voor VWO is globaal het deelvak S1, uitgebreid met 40 uur welke niet ingevuld zijn. Deze 40 slu is de ruimte die o.a. nodig is voor het practicum.

**Tabel 3.1:** Scheikunde in de natuurprofielen

Scheikunde	Natuur & Gezondheid	Natuur & Techniek
HAVO	320 slu (incl. 40 slu ANW)	320 slu (incl. 40 slu ANW)
VWO	440 slu	440 slu

### 3.2 Veranderingen t.o.v. de bestaande programma's

De veranderingen in het examenprogramma van 2009 zijn beperkt gebleven, de indeling van de domeinen is gelijk aan die van 1998.

**Tabel 3.2:** Leerstof domeinen voor HAVO en VWO

Domein	HAVO	VWO
A1	Vaardigheden	Vaardigheden
A2	Analyse van en reflectie op natuurwetenschap en techniek	
B	Stoffen en materialen 1: anorganisch	Stoffen, structuur en binding
C	Stoffen en materialen 2: organisch	Koolstofchemie
D	Stoffen en materialen 3: biochemisch	Biochemie
E	Sturen van reacties	Kenmerken van reacties
F	Chemische industrie	Chemische techniek
G	Zuren en basen	Zuren en basen
H	Reacties en stroom	Redox

De domeinen zijn onderverdeeld in subdomeinen. In de domeinen zijn de eindtermen opgenomen. Er zijn 47 eindtermen voor het domein A. De domeinen B t/m H bevatten 111 eindtermen voor HAVO en 202 eindtermen voor VWO.

Voor HAVO is een apart domein A2 ingevoerd met subdomeinen betreffende onderdelen van ANW.

De onderdelen van het scheikunde programma (25%) die in 2002 ondergebracht zijn in het schoolexamen zijn in 2007 komen te vervallen.

Het VWO programma is met 120 uur ingekort. Dit is voornamelijk bereikt door alleen die elementen uit S1,2 op te nemen voor zover het de samenhang en diepgang van het programma waarborgt. Na raadpleging van de docenten is besloten om het subdomein E2: "Energetische effecten" bijna geheel te laten vervallen.

**Tabel 3.3:** Geschrapte onderdelen voor HAVO en VWO t.o.v. het programma van 1998

HAVO	VWO
B1(1, 2): Toepassingen van metalen, silicaathoudende stoffen	B1(1-4): Toepassingen van metalen, silicaten, zeolieten
C1(14): synthetische polymeren, naamgeving en structuur	B3(10, 11): Energieniveaus in het atoom
C1(15): Toepassingen van synthetische polymeren	B4(21-25): Silicaten, eigenschappen, structuren, bindingen
C1(16): Verwerking van kunststoffen	C1(30): Bioplastics
C4(41): Naamgeving en structuurformules van alkenen, halogeenalkanen, alkanolen, alkaanzuren.	C1(32): Afvalverwerking kunststoffen
C4(43): Naamgeving en structuurformules van polymeren	C4(69-71): Optische activiteit, racemisch mengsel
D3(53, 55): Koolhydraten, glycerol	D1(72): Verzeping van vetten
E1(61): Effect onttrekken reactant bij industriële processen	D1(73): Verharding van vetten
E2(67): Concentratieveranderingen bij reacties	D1(74): Vergisting van koolhydraten
E3(70): Evenwichtsvoorwaarde	D2(82): Gebruik biologisch afbreekbare stoffen
E3(71): Rekenen aan evenwichten	D3(91, 93): Cellulose, glycerol
F3(82): Stappen onderscheiden in een industrieel proces	E1(100, 101): Kunstmeststoffen
G1(85): Buffers	E2(106): Endotherm, exotherm
G1(86)Effecten zuren en basen in atmosfeer en bodem	E2(108): Termen van energieveranderingen
H1(100-105): Toepassingen redox: accu, corrosie, elektrolyseproces, reductoren, oxidatoren	E2(109): Wet van Hess
	E3(115-117): Reactiesnelheidsvergelijkingen
	E4(124): Rekenen aan evenwichten met evenwichtsvoorwaarde
	F1(133): Maatschappelijke betekenis chemische en aanverwante industrie, BNP
	F6(152, 153): Productie en procesvoering van bulkproducten
	G2(162): Bufferberekeningen
	G3(171): Zuurvormende oxiden
	H1(182): Electrochemische cellen, accu's
	H1(187): Bereiding van IJzer (toepassingredoxreactie)
	H3(199, 200): Electrolysereacties in electrochemische cel, sterkte van oxidatoren, reductoren

---

Extra toegevoegde onderwerpen in het HAVO programma t.o.v. 2002

- De structuurformule van aminozuren (56)
- Begrip evenwicht weer aan de examenstof toegevoegd (68)
- Zwakke zuren en zwakke basen (89, 90, 92 en 94)

### 3.3 Studietoeken

De aanpassingen van de studietoeken<sup>7,8</sup> is minimaal. Na 2002 zijn er slechts kleine bijstellingen geweest. De meeste uitgevers beperken zich nu ook alleen tot het opnemen van kleine aanpassingen of het uitbreiden met een nieuw katern (extra ANW). ("Curie" van Thieme Meulenhof, "Chemie is overal" van Noordhof)

Wel worden steeds meer digitale technieken toegepast en vindt ondersteuning plaats middels het Digitaal Schoolbord. Ca 11% van de docenten gebruikt het digitale schoolbord. Met invoering van de Nieuwe Scheikunde, medio 2012 zal men geheel nieuwe leerboeken op de markt brengen.

### 3.4 Het examen

Het eindexamen<sup>3,4</sup> is opgedeeld in een schoolexamen (SE) en een Centraal schriftelijk examen (CE). Zowel voor HAVO als VWO omvat het CE 60% van de stof en wordt 40% alleen in het schoolexamen geëxamineerd. De voorgeschreven examenstof moet wel geheel behandeld worden. Het schoolexamen heeft betrekking op domein A (vaardigheden) en ten minste de subdomeinen waarop het centraal eindexamen geen betrekking heeft. Het schoolexamen kan uitgebreid worden met andere vakonderdelen die per kandidaat kunnen verschillen. In de bijlage wordt een overzicht gegeven van de verdeling van de onderwerpen voor het CE en SE.

### 3.5 Vernieuwde Scheikunde (In ontwikkeling)

Met de invoering van het nog nieuw te ontwikkelen Nieuwe Scheikunde programma<sup>6</sup> wordt gekozen voor een vernieuwde aanpak en didactiek. Daarnaast zullen scholen meer vrijheid krijgen in het ontwikkelen van een eigen programma waarmee ze zich kunnen profileren. Vernieuwing van het programma wordt ook gebruikt om de leerling voor te bereiden op een vervolgopleiding in het HBO of WO, er zal bij het leren uitgegaan worden van competentieontwikkeling. Hierbij gaat het naast het ontwikkelen van kennis en vaardigheden ook om inhoudsaspecten. In de examenprogramma's zullen algemene vaardigheden opgenomen worden als samenwerken, probleemoplossend werken, onderzoeksvragen formuleren, communiceren, verslagleggen en presenteren. Bij de vernieuwde Scheikunde zal worden uitgegaan van het molecuulconcept en het micro/macroconcept, met een context- en conceptbenadering. Is er nu nog een gedetailleerde beschrijving van de eindtermen, in het nieuwe programma zal dit vervangen worden door een beperkt aantal globale subdomeinen, waarbij de indeling in domeinen en subdomeinen geheel herzien en geordend wordt in een nieuwe structuur. En deel van het programma wordt aangewezen voor het schoolexamen. Hierdoor krijgen scholen meer vrijheid om binnen enkele kaders te bepalen hoe hun schoolexamen er uitziet. Voor het centrale examen zijn een aantal subdomeinen gespecificeerd. De verdeling in het examenprogramma wordt 60% voor het centraal examen en 40% voor het schoolexamen, waarbij in elk domein zowel subdomeinen voor het centraal als voor het school examen voorkomen. Bij het centraal examen zal de nadruk gelegd worden op de centrale concepten (micro-macro concept en molecuulconcept) met passende contexten. In het programma voor het schoolexamen<sup>5</sup> komen subdomeinen die ook op een andere manier dan met schriftelijke toetsen kunnen worden geëxamineerd zoals b.v. eigen onderzoek, experimentele bepalingen, ICT- middelen o.a. molecular modelling. Voor VWO omvat het centraal te examineren gedeelte ca 240 slu (60%) en het schoolexamen inclusief practicum 200 slu.

---

Voor HAVO is dit centraal geëxamineerde gedeelte ongeveer 170 sln en is 150 uur beschikbaar voor het schoolexamen. Door de grote vrijheid die de scholen hebben om de invulling voor het schoolexamen zelf te kiezen kunnen zij zich profileren.

**Tabel 3.4:** Nieuwe Leerdomeinen voor HAVO en VWO

Domein	HAVO	VWO
A	Vaardigheden	Vaardigheden
B	Onderzoeksmethoden en -technieken	Analysemethoden en –technieken
C	Structuren en reacties	Structuren en reacties
D	Synthesen	Synthesen
E	Chemie van het leven	Chemie van het leven
F	Materialen	Materiaalinnovatie
G	Duurzame ontwikkeling	Duurzame ontwikkeling

De eerste experimentele examens worden voor HAVO in 2009 afgenomen en voor VWO in 2010. De invoering van het vernieuwde scheikundeprogramma is niet voor 2012 te verwachten.

### 3.6 Aanbevelingen

De HAVO studenten die in september 2009 met hun HBO-opleiding gaan starten hebben veelal hetzelfde scheikunde programma gevolgd. In de onderdelen die voor het schoolexamen getoetst worden kunnen verschillen zitten, maar deze waren er ook al in de afgelopen jaren. Er kan echter ook al een aantal studenten van voorloperscholen starten die het Vernieuwde Scheikundeprogramma heeft gevolgd, maar wel het eindexamen “oude stijl” heeft gedaan.

Op dit moment zijn er niet veel inhoudelijke veranderingen. Deze zullen er in de Vernieuwde Scheikunde wel zijn. Het is daarom belangrijk om op de hoogte te blijven van de accenten die aangebracht gaan worden op de toeleverende scholen in de regio, en eventueel daar een samenwerkingsverband mee aangaan.

De VWO studenten die in 2009 met een HBO-opleiding starten hebben nog het oude programma gevolgd. In 2010 worden de eerste vernieuwde tweede fase examens afgenomen.

### 3.7 Referenties

- 1) Scheikunde HAVO, syllabus centraal examen 2009, CEVO, mei 2007.
- 2) Scheikunde VWO, syllabus centraal examen 2010, CEVO, mei 2007.
- 3) Examenprogramma scheikunde HAVO 1998.
- 4) Examenprogramma scheikunde VWO 1998.
- 5) Werkversie handreiking schoolexamen Nieuwe Scheikunde HAVO/VWO, Heleen Driessen, SLO Enschede augustus 2008.
- 6) Chemie tussen context en concept, commissie vernieuwing Scheikunde HAVO en VWO, in opdracht van het ministerie van OC en W.
- 7) Curie, scheikunde voor de tweede fase, Uitgeverij Thieme Zutphen.
- 8) Chemie is overal, scheikunde voor de tweede fase, Uitgeverij EPN Houten.
- 9) Handreiking schoolexamen scheikunde HAVO/VWO Tweede fase, Heleen Driessen, SLO Enschede maart 2007.
- 10) Handreiking schoolexamen algemene natuurwetenschappen VWO(tevens HAVO), Agnes Legierse, SLO Enschede maart 2007.

**Bijlage 3.1: Examenprogramma 2009 HAVO**

In onderstaand overzicht is weergegeven welke eindtermen van het examenprogramma 1998<sup>3</sup> deel uitmaken van de specificatie van de geglobaliseerde subdomeinen voor het centraal examen vanaf 2007<sup>1</sup>. Ook staat aangegeven welke eindtermen vanaf 2007 vervallen zijn en op welke eindtermen de geglobaliseerde subdomeinen voor het schoolexamen vanaf 2007<sup>9,10</sup> gebaseerd zijn. De letters van de domeinen en subdomeinen en de nummering van eindtermen verwijzen naar het examenprogramma van 1998.

	CE	SE
<b>Domein A1: Vaardigheden</b>	***	***
<b>Subdomein A1.1: Taalvaardigheden</b> <b>1</b> correct formuleren. <b>2</b> conventies hanteren bij tekst- en alinea-opbouw, en uiterlijke presentatie. <b>3</b> beknopt formuleren. <b>4</b> taalgebruik afstemmen op het doel en het publiek. <b>5</b> informatie inhoudelijk logisch presenteren. <b>6</b> op adequate wijze informatie overbrengen. <b>7</b> een standpunt beargumenteren en verdedigen. <b>8</b> verslag doen.	***	***
<b>Subdomein A1.2: Reken-/wiskundige vaardigheden</b> <b>9</b> basisrekenvaardigheden uitvoeren: <ul style="list-style-type: none"><li>• een (grafische) rekenmachine gebruiken;</li><li>• rekenen met verhoudingen, procenten, machten, wortels;</li><li>• gewogen gemiddelde berekenen.</li></ul> <b>10</b> berekeningen uitvoeren met bekende grootheden en relaties en daarbij de juiste formules en eenheden hanteren. <b>11</b> wiskundige technieken toepassen: <ul style="list-style-type: none"><li>• omwerken van eenvoudige wiskundige betrekkingen;</li><li>• oplossen van lineaire vergelijkingen;</li><li>• rekenen met evenredigheden (recht en omgekeerd);</li><li>• berekeningen maken met logaritmen met grondtal 10.</li></ul> <b>12</b> afgeleide eenheden herleiden tot eenheden van het SI met behulp van omzettingstabellen. <b>13</b> uitkomsten schatten en beoordelen. <b>14</b> uitkomsten van berekeningen weergeven in een aanvaardbaar aantal significante cijfers: <ul style="list-style-type: none"><li>• een uitkomst mag één significant cijfer meer of minder bevatten dan op grond van de nauwkeurigheid van de vermelde gegevens verantwoord is.</li></ul>	***	***
<b>Subdomein A1.3: Informatievaardigheden</b> <b>15</b> informatie verwerven en selecteren uit schriftelijke, mondelinge en audiovisuele bronnen, mede met behulp van ICT. <b>16</b> informanten kiezen en informanten bevragen. <b>17</b> benodigde gegevens halen uit grafieken, tekeningen, simulaties, schema's, diagrammen en tabellen en deze gegevens interpreteren, mede met behulp van ICT: <ul style="list-style-type: none"><li>• onder andere het in tabellen opzoeken van grootheden, symbolen, eenheden en formules.</li></ul>	***	***

<p><b>18</b> gegevens weergeven in grafieken, tekeningen, schema's, diagrammen en tabellen, mede met behulp van ICT.</p> <p><b>19</b> hoofd- en bijzaken onderscheiden.</p> <p><b>20</b> feiten met bronnen verantwoorden.</p> <p><b>21</b> informatie en meetresultaten analyseren, schematiseren en structureren, mede met behulp van ICT.</p> <p><b>22</b> de betrouwbaarheid beoordelen van informatie en de waarde daarvan vaststellen voor het op te lossen probleem of te maken ontwerp.</p>		
<p>Subdomein A1.4: Technisch-instrumentele vaardigheden</p> <p><b>23</b> gebruik maken van stoffen, instrumenten en apparaten voor:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• het in de praktijk uitvoeren van experimenten en technische ontwerpen met betrekking tot de in domein C t/m I genoemde vakinhoud, voorzover veiligheid, milieu-eisen, kosten en instrumentarium dit toelaten.</li> </ul> <p><b>24</b> bij het raadplegen, verwerken en presenteren van informatie en bij het inzichtelijk maken van processen gebruik maken van toepassingen van ICT.</p> <p><b>25</b> gebruik maken van micro-elektronica systemen voor het meten en regelen van grootheden.</p> <p><b>26</b> aangeven met welke technieken en apparaten de belangrijkste grootheden uit de natuurwetenschappen worden gemeten.</p> <p><b>27</b> verantwoord omgaan met stoffen, instrumenten en organismen, zonder daarbij schade te berokkenen aan mensen, dieren en milieu.</p>	***	***
<p>Subdomein A1.6: Ontwerpvaardigheden</p> <p><b>28</b> een technisch probleem herkennen en specificeren.</p> <p><b>29</b> een technisch probleem herleiden tot een ontwerp-opdracht.</p> <p><b>30</b> prioriteiten, mogelijkheden en randvoorwaarden vaststellen voor het uitvoeren van een ontwerp.</p> <p><b>31</b> een werkplan maken voor het uitvoeren van een ontwerp.</p> <p><b>32</b> een ontwerp bouwen.</p> <p><b>33</b> ontwerpproces en -product evalueren, rekening houdende met ontwerpeisen en randvoorwaarden.</p> <p><b>34</b> voorstellen doen voor verbetering van het ontwerp.</p>	***	***
<p>Subdomein A1.6: Onderzoeksvaardigheden</p> <p><b>35</b> een natuurwetenschappelijk probleem herkennen en specificeren.</p> <p><b>36</b> verbanden leggen tussen probleemstellingen, hypothesen, gegevens en aanwezige natuurwetenschappelijke voorkennis.</p> <p><b>37</b> een natuurwetenschappelijk probleem herleiden tot een onderzoeksvraag.</p> <p><b>38</b> hypothesen opstellen en verwachtingen formuleren.</p> <p><b>39</b> prioriteiten, mogelijkheden en randvoorwaarden vaststellen om een natuurwetenschappelijk onderzoek uit te voeren.</p> <p><b>40</b> een werkplan maken voor het uitvoeren van een natuurwetenschappelijk onderzoek ter beantwoording van een onderzoeksvraag.</p> <p><b>41</b> relevante waarnemingen verrichten en (meet)gegevens verzamelen.</p> <p><b>42</b> conclusies trekken op grond van verzamelde gegevens van uitgevoerd onderzoek.</p> <p><b>43</b> oplossing, onderzoeksgegevens, resultaat en conclusies evalueren.</p>	***	***

<p>Subdomein A1.7: Maatschappij, studie en beroep</p> <p><b>44</b> toepassingen van de natuurwetenschappen herkennen in verschillende maatschappelijke situaties.</p> <p><b>45</b> maatschappelijke effecten benoemen van natuurwetenschappelijke en technologische toepassingen in verschillende maatschappelijke situaties.</p> <p><b>46</b> een relatie leggen tussen natuurwetenschappelijke kennis en vaardigheden en de praktijk van verschillende beroepen.</p> <p><b>47</b> een relatie leggen tussen eigen vaardigheden, kennis en attitudes en de eisen van opleidingen en beroepsuitoefening.</p>		
Domein A2: Analyse van en reflectie op natuurwetenschap en techniek*		
<p>Subdomein A2.1: Kennisvorming</p> <p><b>ANW1</b> met voorbeelden uitleggen hoe natuurwetenschappelijke kennis tot stand komt en hierbij het cyclisch karakter van onderzoek aangeven:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• theorieën als basis voor onderzoek;</li> <li>• uitvoering van experimenteel onderzoek;</li> <li>• aanpassing van de theorie op basis van de geïnterpreteerde resultaten.</li> </ul> <p>en een uitspraak doen over de betrouwbaarheid van een gegeven natuurwetenschappelijk onderzoek door het beoordelen van:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• de bronnen en gegevens;</li> <li>• de werkwijze;</li> <li>• de interpretatie van de resultaten;</li> <li>• de presentatie van de conclusies.</li> </ul> <p><b>ANW2</b> met voorbeelden het gebruik en de ontwikkeling toelichten van methoden, technieken, instrumenten en materialen en hierbij aangeven hoe deze ontwikkeling en de vakinhoudelijke kennisvorming van invloed zijn op elkaar, waar het gaat om:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• onderzoeksmethoden en experimenteertechnieken;</li> <li>• methoden voor analyse en interpretatie;</li> <li>• instrumenten en materialen.</li> </ul> <p><b>ANW3</b> met voorbeelden uitleggen wanneer onderzoek in interdisciplinair of multidisciplinair verband wordt opgezet en welke eisen deze samenwerking stelt aan de omgang met begrippen, modellen en onderzoek.</p> <p><b>ANW4</b> met voorbeelden toelichten dat bij onderzoek van persoonlijke en maatschappelijke vragen kennis gebruikt kan worden uit meerdere vakgebieden, ook uit niet natuurwetenschappelijke vakgebieden.</p>		<p>x</p> <p>x</p> <p>x</p> <p>x</p>
<p>Subdomein A2.2: Toepassing van kennis</p> <p><b>ANW5</b> met voorbeelden uitleggen hoe natuurwetenschappelijke kennis toegepast wordt om maatschappelijk relevante producten en technieken te ontwikkelen, en aangeven hoe samenleving en technologische ontwikkelingen elkaar beïnvloeden.</p> <p><b>ANW6</b> met voorbeelden toelichten dat de ontwikkeling van natuurwetenschappelijke kennis niet vanzelf leidt tot nieuwe relevante toepassingen maar dat bij de ontwikkeling voldaan moet worden aan:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• functionele criteria;</li> <li>• sociaal-economische criteria;</li> <li>• ethische criteria.</li> </ul>		<p>x</p> <p>x</p>

<p>Subdomein A2.3: De invloed van natuurwetenschap en techniek</p> <p><b>ANW7</b> een oordeel geven over de betrouwbaarheid van beweringen waaronder ook de eigen beweringen door passende criteria te hanteren bij het beoordelen van:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• bronnen;</li> <li>• de kwaliteit van een product of techniek of behandeling;</li> <li>• de kwaliteit van onderzoek waaraan de bewering refereert.</li> </ul> <p><b>ANW8</b> met voorbeelden de invloed -in verleden, heden en toekomst toelichten van:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• culturele, economische, maatschappelijke en politieke belangen op de ontwikkeling van natuurwetenschap en techniek;</li> <li>• natuurwetenschappelijke kennis en techniek op het dagelijks leven;</li> <li>• natuurwetenschappelijke kennis en techniek op het beeld dat mensen hebben van de natuur en hun eigen rol daarin.</li> </ul> <p><b>ANW9</b> een standpunt innemen en beargumenteren over:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• toepassingen van natuurwetenschap of techniek in de maatschappij;</li> <li>• het eigen leerproces in het omgaan met natuurwetenschappelijke kennis en techniek.</li> </ul>		<p>x</p> <p>x</p> <p>x</p>
Domein B: Stoffen en materialen 1, anorganisch		
Subdomein B1: toepassingen: <b>vervallen</b>		
<p>Subdomein B2: Reacties van zouten</p> <p><b>3</b> met behulp van een oplosbaarheidstabel laten zien hoe via neerslagreacties</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ionen uit een oplossing kunnen worden verwijderd</li> <li>• de aanwezigheid van bepaalde ionen kan worden aangetoond;</li> <li>• een bepaald zout kan worden bereid;</li> <li>• ionen in oplossing met elkaar kunnen reageren.</li> </ul>	x	
<p>Subdomein B3: Atoombouw en periodiek systeem</p> <p><b>4</b> aangeven welke principes ten grondslag liggen aan de plaatsing en ordening van elementen in het Periodiek Systeem in groepen en perioden:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• kernlading/atoommassa;</li> <li>• eigenschappen.</li> </ul> <p><b>5</b> van een aantal elementen aangeven waar ze zich in het Periodiek Systeem bevinden:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• metalen en niet-metalen;</li> <li>• edelgassen;</li> <li>• halogenen;</li> <li>• alkalimetalen.</li> </ul> <p><b>6</b> de bouw van atomen en ionen beschrijven, gebruik makend van de begrippen atoomkern, proton, neutron, kernlading, atoomnummer, massagetal, elektron, elektronenwolk, ionlading.</p>	<p>x</p> <p>x</p> <p>x</p>	
<p>Subdomein B4: Bindingstypen en eigenschappen</p> <p><b>7</b> aangeven of een stof uit ionen, atomen of moleculen bestaat.</p> <p><b>8</b> aangeven hoe de volgende typen bindingen tot stand komen en aangeven welk van die bindingstypen aanwezig is bij zouten, metalen en moleculaire stoffen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• atoombinding of covalente binding;</li> <li>• polaire binding, als overgangstype tussen atoombinding en ionbinding;</li> </ul>	<p>x</p> <p>x</p>	

<ul style="list-style-type: none"> <li>• ionbinding;</li> <li>• metaalbinding;</li> <li>• waterstofbrug;</li> <li>• vanderwaalsbinding.</li> </ul> <p><b>9</b> aangeven dat ionen watermoleculen kunnen binden en dat dit proces omkeerbaar is:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• hydratatie;</li> <li>• zouthydraten;</li> <li>• kristalwater, met gebruik van de notatie <math>\cdot nH_2O</math>.</li> </ul> <p><b>10</b> verband leggen tussen typen binding en eigenschappen van metalen, ionogene en moleculaire stoffen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• hoogte van het smeltpunt;</li> <li>• hoogte van het kookpunt;</li> <li>• al dan niet elektrische geleiding in vaste, vloeibare en/of opgeloste toestand.</li> </ul> <p><b>11</b> uitleggen welke stoffen, gezien de structuur van de moleculen en het aanwezige bindingstype, in het algemeen goed mengen, respectievelijk oplossen en welke niet, gebruik makend van de begrippen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• apolair/polair;</li> <li>• hydrofoob/hydrofiel;</li> <li>• waterstofbruggen.</li> </ul>	<p>x</p> <p>x</p> <p>x</p>	
<p>Subdomein B5: Namen en formules</p> <p><b>12</b> de naam geven van de volgende stoffen als de formule is gegeven en omgekeerd: ammoniak, broom, chloor, fluor, jood, ozon, stikstof, waterstof, waterstofperoxide, zuurstof.</p> <p><b>13</b> namen en formules geven en interpreteren van zouten die samengesteld zijn uit de volgende ionen:  <math>Ag^+</math>, <math>Al^{3+}</math>, <math>Ba^{2+}</math>, <math>Ca^{2+}</math>, <math>Cu^{2+}</math>, <math>Fe^{2+}</math>, <math>Fe^{3+}</math>, <math>H^+</math>, <math>Hg^{2+}</math>, <math>K^+</math>, <math>Na^+</math>, <math>NH_4^+</math>, <math>Mg^{2+}</math>, <math>Pb^{2+}</math>, <math>Sn^{2+}</math>, <math>Zn^{2+}</math>  <math>Br^-</math>, <math>CO_3^{2-}</math>, <math>Cl^-</math>, <math>F^-</math>, <math>HCO_3^{2-}</math>, <math>I^-</math>, <math>O^{2-}</math>, <math>OH^-</math>, <math>NO_2^-</math>, <math>NO_3^-</math>, <math>PO_4^{3-}</math>, <math>S^{2-}</math>, <math>SiO_3^{2-}</math>, <math>SO_3^{2-}</math>, <math>SO_4^{2-}</math>, <math>CH_3COO^-</math></p>		<p>x</p> <p>x</p>
<p>Domein C: Stoffen en materialen 2, organisch</p>		
<p>Subdomein C1: Toepassingen van synthetische polymeren: <b>vervallen</b></p>		
<p>Subdomein C2: Andere toepassingen van koolstofverbindingen</p> <p><b>17</b> voorbeelden noemen van producten afkomstig uit de aardolie en steenkoolverwerkende industrie en de toepassing daarvan:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ brandstoffen: lpg, benzine, dieselolie, stookolie, kerosine, cokes;</li> <li>▪ asfalt;</li> <li>▪ smeermiddelen;</li> <li>▪ grondstoffen voor de chemische industrie.</li> </ul> <p><b>18</b> argumenten noemen voor de keuze tussen het gebruik van aardolie als bron van brandstoffen of als leverancier van grondstoffen voor chemische producten.</p> <p><b>19</b> de vorming van fossiele brandstoffen beschrijven als een proces waarbij energie van plantaardige en dierlijke oorsprong wordt opgeslagen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ steenkool;</li> <li>▪ aardolie;</li> </ul>	<p>x</p> <p>x</p> <p>x</p>	

<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ aardgas.</li> </ul> <p><b>20</b> alternatieve brandstoffen noemen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ (bio)alcohol;</li> <li>▪ biogas;</li> <li>▪ waterstof.</li> </ul> <p><b>21</b> de voor- en nadelen van het gebruik van de in de eindtermen 19 en 20 genoemde brandstoffen beargumenteren:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ milieu;</li> <li>▪ winning;</li> <li>▪ opslag en transport.</li> </ul> <p><b>22</b> de invloed van de toepassing van fossiele en alternatieve brandstoffen op het koolstofdioxide-gehalte van de atmosfeer aangeven:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ mogelijke invloed op het broeikaseffect.</li> </ul> <p><b>23</b> de begrippen volledige en onvolledige verbranding onderscheiden en de consequenties voor het milieu van beide aangeven:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ uitstoot van koolstofdioxide;</li> <li>▪ NO<sub>x</sub> ;</li> <li>▪ koolstofmono-oxide;</li> <li>▪ roet;</li> <li>▪ onverbrande koolwaterstoffen.</li> </ul>		<p>X</p> <p>X</p> <p>X</p> <p>X</p>
<p>Subdomein C3: Reacties van koolstofverbindingen</p> <p><b>24</b> typen reacties van koolstofverbindingen noemen en aangeven wat de kenmerken van die reacties zijn:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• verestering;</li> <li>• hydrolyse;</li> <li>• polymerisatie;</li> <li>• additie;</li> <li>• kraken.</li> </ul> <p><b>25</b> uit gegevens afleiden tot welke van de in eindterm 24 genoemde typen reacties een bepaalde reactie behoort:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• uit de vergelijking van de reactie;</li> <li>• uit gegevens over beginstoffen en reactieproducten.</li> </ul> <p><b>26</b> aangeven dat alkenen kunnen reageren met de volgende stoffen, aangeven welke producten daarbij worden gevormd en de daarbij horende reactievergelijkingen geven:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• waterstof;</li> <li>• water;</li> <li>• halogenen, al dan niet in oplossing.</li> </ul> <p><b>27</b> aangeven dat uit een alcohol en een alkaanzuur een ester en water kunnen worden gevormd en de daarbij horende reactievergelijking in structuurformules geven.</p> <p><b>28</b> beschrijven hoe de waswerking van zeep kan worden verklaard.</p> <p><b>29</b> aangeven hoe esters kunnen worden gehydrolyseerd, welke producten daarbij worden gevormd en de daarbij horende reactievergelijking in structuurformules geven.</p> <p><b>30</b> in molecuul- en structuurformules van monomeer en polymeer het proces beschrijven van de polymerisatie van:</p>	<p>X</p> <p>X</p> <p>X</p> <p>X</p> <p>X</p> <p>X</p> <p>X</p> <p>X</p>	



45 een toepassing geven van de vergisting van koolhydraten: • bereiding van alcohol uit glucose.		x
Subdomein D2: Stofwisseling		
46 de fotosynthese van glucose beschrijven als een proces waarbij energie wordt opgeslagen: • licht; • chlorofyl; • energieopslag; • binding van koolstofdioxide; • productie van zuurstof.	x	
47 de hoofdbestanddelen van voedsel noemen: • koolhydraten; • vetten; • eiwitten.	x	
48 aangeven dat zetmeel en glycogeen koolhydraten zijn waaruit bij hydrolyse glucose ontstaat.	x	
49 aangeven dat vetten esters zijn waaruit bij hydrolyse vetzuren en glycerol ontstaan.	x	
50 aangeven dat eiwitten polymeren zijn waaruit bij hydrolyse aminozuren ontstaan: • peptidebinding.	x	
51 uitleggen wat wordt verstaan onder het begrip essentieel bij essentiële aminozuren en essentiële vetzuren.	x	
52 op basis van gegevens over biologische afbreekbaarheid van stoffen een beargumenteerde mening geven over het gebruik van die stoffen.	x	
56 de algemene structuurformule van aminozuren geven.	x	
Subdomein D3: Structuren van biochemische stoffen is <b>vervallen*</b>		
Domein E: Sturen van reacties		
Subdomein E1: Toepassingen		
57 uit gegevens over een reactie/proces de beginstoffen en producten aangeven.	X	
58 oplossen, indampen en chemische processen weergeven met behulp van formules en reactievergelijkingen: • molecuulformules; • structuurformules; • verhoudingsformules; • ionen.	x	
59 het rendement van een proces berekenen als fractie of percentage van de theoretische opbrengst, op basis van volledige omzetting.	x	
60 aangeven dat door het beïnvloeden van de reactiesnelheid bij (industriële) processen een bepaald product kan worden verkregen of goedkoper kan worden geproduceerd.	x	
62 aangeven wat een katalysator is: • enzymen als biokatalysator.	x	
Subdomein E2: Effecten tijdens het verloop van reacties		
63 begrippen die met toxiciteit samenhangen beschrijven: • acute toxiciteit;		x

<ul style="list-style-type: none"> <li>• chronische toxiciteit;</li> <li>• no-toxic effectlevel;</li> <li>• ADI-waarde;</li> <li>• MAC-waarde.</li> </ul>		
<p><b>64</b> aangeven dat fase-overgangen, oplossen en reacties (meestal) gepaard gaan met een energie-effect:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• exotherm;</li> <li>• endotherm.</li> </ul>		x
<p><b>65</b> het 'botsende-deeltjes-model' beschrijven.</p>		x
Subdomein E3: Reactiesnelheid en evenwichten		
<p><b>66</b> met behulp van het 'botsende-deeltjes-model' uitleggen welke invloed concentratie, verdelingsgraad en temperatuur op de reactiesnelheid hebben.</p>	x	
<p><b>68</b> aangeven wat in de scheikunde onder een evenwicht wordt verstaan:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• dynamisch evenwicht;</li> <li>• homogeen evenwicht;</li> <li>• heterogeen evenwicht;</li> <li>• verdelingsevenwicht.</li> </ul>	x**	
<p><b>69</b> uitleggen dat door het onttrekken van een reactant een aflopende reactie ontstaat.</p>	x**	
Subdomein E4: Rekenen aan reacties		
<p><b>72</b> van een aantal grootheden die specifiek zijn voor een deeltje of een stof aangeven wat ze betekenen en deze grootheden gebruiken in berekeningen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• atoommassa;</li> <li>• molecuulmassa;</li> <li>• ionmassa;</li> <li>• molaire massa;</li> <li>• chemische hoeveelheid stof, eenheid mol.</li> </ul>	x	
<p><b>73</b> van een aantal begrippen die worden gebruikt om een gehalte aan te geven uitleggen wat ze betekenen en er berekeningen mee uitvoeren:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• volumepercentage;</li> <li>• massapercentage;</li> <li>• concentratie in mol L<sup>-1</sup>, molariteit.</li> </ul>	x	
<p><b>74</b> chemische berekeningen uitvoeren:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• massapercentages in verbindingen;</li> <li>• gehalten in mengsels;</li> <li>• massaverhouding bij reacties;</li> <li>• molverhouding bij reacties;</li> <li>• overmaat.</li> </ul>	x	
Domein F: Chemische Industrie		
Subdomein F1: Het maken van stoffen		
<p><b>75</b> uitleggen in welke theoretische verhouding grondstoffen moeten worden gekozen als beginstoffen voor de bereiding van een bepaald product.</p>		x
<p><b>76</b> uitleggen welke rol een katalysator bij een chemisch proces kan spelen.</p>		x
<p><b>77</b> kenmerken geven van productieprocessen waarbij sprake is van duurzame</p>		x



<p>omgekeerd en aangeven of het een sterk zuur of een zwak zuur betreft: HCl, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, HNO<sub>3</sub>, H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>, 'H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>', CH<sub>3</sub>COOH.</p> <p><b>90</b> van de volgende basen de naam noemen als de formule is gegeven en omgekeerd en aangeven of het een sterke base of een zwakke base betreft: NH<sub>3</sub>, OH<sup>-</sup>, CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>, O<sup>2-</sup>, HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>, CH<sub>3</sub>COO<sup>-</sup>.</p> <p><b>91</b> aangeven wat de samenstelling van de volgende oplossingen is:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ammonia;</li> <li>• zoutzuur;</li> <li>• natronloog;</li> <li>• kaliloog.</li> </ul> <p><b>92</b> aangeven wat men verstaat onder een sterk zuur en een zwak zuur en een sterke base en een zwakke base.</p> <p><b>93</b> een zuur-base reactie beschrijven in termen van protonenoverdracht.</p> <p><b>94</b> van een gegeven reactie aangeven of het een zuur-base reactie is en aangeven wat het zuur en wat de base is.</p> <p><b>95</b> het effect beschrijven van verdunning van een oplossing op de pH:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• sterke en zwakke zuren in oplossing;</li> <li>• sterke en zwakke basen in oplossing.</li> </ul>	<p>x**</p> <p>x**</p> <p>x**</p> <p>x**</p> <p>x**</p> <p>x**</p>	
<p>Subdomein G4: Berekeningen</p> <p><b>97</b> de pH berekenen uit de molariteit van oplossingen en omgekeerd, gebruik makend van de betrekking pH + pOH = 14,00 (bij 298 K):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• sterke zuren;</li> <li>• sterke basen.</li> </ul> <p><b>98</b> de waarde van [H<sup>+</sup>], [OH<sup>-</sup>] en pH bij 298 K van water en van neutrale oplossingen geven.</p> <p><b>99</b> met behulp van de gegevens van een neutralisatie waarbij aan een sterk zuur een sterke base wordt toegevoegd, of omgekeerd, de molariteit van het zuur of de base berekenen.</p>	<p>x</p> <p>x</p> <p>x</p>	
Domein H: Reacties en stroom		
Subdomein H1: Toepassingen zijn <b>vervallen</b>		
<p>Subdomein H2: Redox als proces</p> <p><b>106</b> de schematische opbouw en de werking van een elektrochemische cel beschrijven gebruik makend van de begrippen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• reductor, oxidator;</li> <li>• halfreacties;</li> <li>• elektrolyt-oplossing;</li> <li>• positieve elektrode, negatieve elektrode;</li> <li>• zoutbrug/membraan.</li> </ul> <p><b>107</b> de bouw en werking beschrijven van een elektrolyse-opstelling gebruik makend van de begrippen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• reductor, oxidator;</li> <li>• halfreacties;</li> <li>• elektrolyt-oplossing;</li> <li>• (on)aantastbare elektroden, positieve elektrode, negatieve elektrode.</li> </ul>	<p>x</p> <p>x</p>	
<p>Subdomein H3: Reacties</p> <p><b>108</b> met behulp van een tabel met gegevens over de sterkte van oxidatoren en</p>	<p>x</p>	

---

reductoren voorspellen of in een gegeven situatie een redoxreactie zal kunnen verlopen en daarin reductor en oxidator aanwijzen.		
<b>109</b> voor een redoxreactie tussen gegeven stoffen/deeltjes met behulp van een tabel aangeven welke halfreacties plaatsvinden en hieruit de vergelijking van de totaalreactie afleiden.	x	
<b>110</b> met behulp van een tabel met halfreacties en gegevens over de sterkte van oxidatoren en reductoren aangeven welke halfreacties plaatsvinden in een elektrochemische cel en hieruit de vergelijking van de totaalreactie afleiden.	x	
<b>111</b> met behulp van een tabel met halfreacties en gegevens over de sterkte van oxidatoren en reductoren aangeven welke halfreacties tijdens de elektrolyse van een oplossing verlopen bij de positieve en negatieve elektrode en hieruit de vergelijking van de totaalreactie afleiden.	x	

\* De omschrijvingen van de eindtermen zijn die van ANW.

\*\* In deze eindtermen zijn veranderingen in vergelijking met het programma van 1998

\*\*\* Deze eindtermen kunnen zowel in het centraal examen als het schoolexamen worden geëxamineerd.

**Bijlage 3.2: Examenprogramma VWO 2010**

In onderstaand overzicht is weergegeven welke eindtermen van het examenprogramma 1998<sup>4</sup> deel uitmaken van de specificatie van de geglobaliseerde subdomeinen voor het centraal examen (CE) vanaf 2007<sup>2</sup> en op welke eindtermen de geglobaliseerde subdomeinen voor het schoolexamen (SE) vanaf 2007<sup>9,10</sup> gebaseerd zijn. De letters van de domeinen en subdomeinen en de nummering van eindtermen verwijzen naar het examenprogramma van 1998.

	CE	SE
<b>Domein A1: Vaardigheden</b>	*	*
<b>Subdomein A1.1: Taalvaardigheden</b> <b>1</b> correct formuleren. <b>2</b> conventies hanteren bij tekst- en alinea-opbouw, en uiterlijke presentatie. <b>3</b> beknopt formuleren. <b>4</b> taalgebruik afstemmen op het doel en het publiek. <b>5</b> informatie inhoudelijk logisch presenteren. <b>6</b> op adequate wijze informatie overbrengen. <b>7</b> een standpunt beargumenteren en verdedigen. <b>8</b> verslag doen	*	*
<b>Subdomein A1.2: Reken-/wiskundige vaardigheden</b> <b>9</b> basisrekenvaardigheden uitvoeren: • een (grafische) rekenmachine gebruiken; • rekenen met verhoudingen, procenten, machten, wortels; • gewogen gemiddelde berekenen. <b>10</b> berekeningen uitvoeren met bekende grootheden en relaties en daarbij de juiste formules en eenheden hanteren. <b>11</b> wiskundige technieken toepassen: • omwerken van wiskundige betrekkingen; • oplossen van lineaire en eenvoudige tweedegraadsvergelijkingen; • rekenen met evenredigheden (recht en omgekeerd); • berekeningen maken met logaritmen met grondtal 10; • twee lineaire vergelijkingen met twee onbekenden oplossen. <b>12</b> afgeleide eenheden herleiden tot eenheden van het SI met behulp van omzettingstabellen. <b>13</b> uitkomsten schatten en beoordelen. <b>14</b> uitkomsten van berekeningen weergeven in een aanvaardbaar aantal significante cijfers: • een uitkomst mag één significant cijfer meer of minder bevatten dan op grond van de nauwkeurigheid van de vermelde gegevens verantwoord is.	*	*
<b>Subdomein A1.3: Informatievaardigheden</b> <b>15</b> informatie verwerven en selecteren uit schriftelijke, mondelinge en audiovisuele bronnen, mede met behulp van ICT. <b>16</b> informanten kiezen en informanten bevragen. <b>17</b> benodigde gegevens halen uit grafieken, tekeningen, simulaties, schema's, diagrammen en tabellen en deze gegevens interpreteren, mede met behulp van ICT: • onder andere het in tabellen opzoeken van grootheden, symbolen, eenheden en formules.	*	*

<p><b>18</b> gegevens weergeven in grafieken, tekeningen, schema's, diagrammen en tabellen, mede met behulp van ICT.</p> <p><b>19</b> hoofd- en bijzaken onderscheiden.</p> <p><b>20</b> feiten met bronnen verantwoorden.</p> <p><b>21</b> informatie en meetresultaten analyseren, schematiseren en structureren, mede met behulp van ICT.</p> <p><b>22</b> de betrouwbaarheid beoordelen van informatie en de waarde daarvan vaststellen voor het op te lossen probleem of te maken ontwerp.</p>		
<p>Subdomein A1.4: Technisch-instrumentele vaardigheden</p> <p><b>23</b> gebruik maken van stoffen, instrumenten en apparaten voor:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• het in de praktijk uitvoeren van experimenten en technische ontwerpen met betrekking tot de in domein B t/m H genoemde vakinhoud, voorzover veiligheid, milieu-eisen, kosten en instrumentarium dit toelaten.</li> </ul> <p><b>24</b> bij het raadplegen, verwerken en presenteren van informatie en bij het inzichtelijk maken van processen gebruik maken van toepassingen van ICT.</p> <p><b>25</b> gebruik maken van micro-elektronica systemen voor het meten en regelen van grootheden.</p> <p><b>26</b> aangeven met welke technieken en apparaten de belangrijkste grootheden uit de natuurwetenschappen worden gemeten.</p> <p><b>27</b> verantwoord omgaan met stoffen, instrumenten en organismen, zonder daarbij schade te berokkenen aan mensen, dieren en milieu.</p>	*	*
<p>Subdomein A1.5: Ontwerpvaardigheden</p> <p><b>28</b> een technisch probleem herkennen en specificeren.</p> <p><b>29</b> een technisch probleem herleiden tot een ontwerp-opdracht.</p> <p><b>30</b> prioriteiten, mogelijkheden en randvoorwaarden vaststellen voor het uitvoeren van een ontwerp.</p> <p><b>31</b> een werkplan maken voor het uitvoeren van een ontwerp.</p> <p><b>32</b> een ontwerp bouwen.</p> <p><b>33</b> ontwerpproces en -product evalueren, rekening houdende met ontwerpeisen en randvoorwaarden.</p> <p><b>34</b> voorstellen doen voor verbetering van het ontwerp.</p>	*	*
<p>Subdomein A1.6: Onderzoeksvaardigheden</p> <p><b>35</b> een natuurwetenschappelijk probleem herkennen en specificeren.</p> <p><b>36</b> verbanden leggen tussen probleemstellingen, hypothesen, gegevens en aanwezige natuurwetenschappelijke voorkennis.</p> <p><b>37</b> een natuurwetenschappelijk probleem herleiden tot een onderzoeksvraag.</p> <p><b>38</b> hypothesen opstellen en verwachtingen formuleren.</p> <p><b>39</b> prioriteiten, mogelijkheden en randvoorwaarden vaststellen om een natuurwetenschappelijk onderzoek uit te voeren.</p> <p><b>40</b> een werkplan maken voor het uitvoeren van een natuurwetenschappelijk onderzoek ter beantwoording van een onderzoeksvraag.</p> <p><b>41</b> relevante waarnemingen verrichten en (meet)gegevens verzamelen.</p> <p><b>42</b> conclusies trekken op grond van verzamelde gegevens van uitgevoerd onderzoek.</p> <p><b>43</b> oplossing, onderzoeksgegevens, resultaat en conclusies evalueren.</p>	*	*
<p>Subdomein A1.7: Maatschappij, studie en beroep</p> <p><b>44</b> toepassingen van de natuurwetenschappen herkennen in verschillende</p>	*	*

<p>maatschappelijke situaties.</p> <p><b>45</b> maatschappelijke effecten benoemen van natuurwetenschappelijke en technologische toepassingen in verschillende maatschappelijke situaties.</p> <p><b>46</b> een relatie leggen tussen natuurwetenschappelijke kennis en vaardigheden en de praktijk van verschillende beroepen.</p> <p><b>47</b> een relatie leggen tussen eigen vaardigheden, kennis en attitudes en de eisen van opleidingen en beroepsuitoefening.</p>		
<b>Domein B: Stoffen, structuur en binding</b>		
<b>Subdomein B1: Toepassingen: vervallen</b>		
<p><b>Subdomein B2: Processen/reacties</b></p> <p><b>5</b> met behulp van een oplosbaarheidstabel laten zien hoe via neerslagreacties:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ionen uit een oplossing kunnen worden verwijderd;</li> <li>• de aanwezigheid van bepaalde ionen kan worden aangetoond;</li> <li>• een bepaald zout kan worden bereid;</li> <li>• ionen in oplossing met elkaar kunnen reageren.</li> </ul> <p><b>6</b> het oplossen van zouten in water beschrijven als het uiteenvallen van het kristalrooster en hydratatie van ionen.</p>	<p>x</p> <p>x</p>	
<p><b>Subdomein B3: Atoombouw en periodiek systeem</b></p> <p><b>7</b> aangeven welke principes ten grondslag liggen aan de plaatsing en ordening van elementen in het Periodiek Systeem in groepen en perioden:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– kernlading/atoommassa;</li> <li>– eigenschappen.</li> </ul> <p><b>8</b> van een aantal elementen aangeven waar ze zich in het Periodiek Systeem bevinden:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– metalen en niet-metalen;</li> <li>– edelgassen;</li> <li>– halogenen;</li> <li>– alkalimetalen.</li> </ul> <p><b>9</b> de bouw van atomen en ionen beschrijven, gebruik makend van de begrippen: atoomnummer, atoomkern, proton, neutron, elektron, schil, elektronenwolk, isotoop, massagetal, atoomstraal, valentie-elektronen, ionstraal, ionlading.</p>		<p>x</p> <p>x</p> <p>x</p>
<p><b>Subdomein B4: Bindingstypen en eigenschappen</b></p> <p><b>12</b> aangeven of een stof uit ionen, atomen of moleculen bestaat.</p> <p><b>13</b> aangeven hoe de volgende typen bindingen tot stand komen en aangeven welk(e) van die bindingstypen aanwezig is/zijn bij een zout, moleculaire stof (zowel polair als apolair), stof met een atoomrooster, respectievelijk een metaal:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• atoombinding of covalente binding;</li> <li>• polaire binding;</li> <li>• waterstofbrug;</li> <li>• vanderwaalsbinding;</li> <li>• ionbinding;</li> <li>• metaalbinding;</li> <li>• dipool-dipoolbinding.</li> </ul> <p><b>14</b> aangeven dat ionen watermoleculen kunnen binden en dat dit proces omkeerbaar is:</p>	<p>x</p> <p>x</p> <p>x</p>	

<ul style="list-style-type: none"> <li>• hydratatie;</li> <li>• zouthydraten;</li> <li>• kristalwater, met gebruik van de notatie <math>\cdot nH_2O</math>.</li> </ul> <p><b>15</b> met behulp van gegevens uitleggen welk type kristalrooster een stof zal hebben:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• atoomrooster;</li> <li>• molecuulrooster;</li> <li>• ionrooster;</li> <li>• metaalrooster.</li> </ul> <p><b>16</b> verband leggen tussen type bindingen, roostertype en de eigenschappen van een stof:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• smeltpunt en kookpunt;</li> <li>• hardheid en brosheid;</li> <li>• wel/niet elektrische geleiding in vaste, vloeibare en/of opgeloste toestand.</li> </ul> <p><b>17</b> aangeven hoe de sterkte van intermoleculaire bindingen samenhangt met de hoogte van het smeltpunt, respectievelijk kookpunt van een moleculaire stof:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• vanderwaalsbinding;</li> <li>• dipool-dipoolbinding;</li> <li>• waterstofbrug.</li> </ul> <p><b>18</b> uitleggen welke moleculaire stoffen, gezien de structuur van de moleculen en het aanwezige bindingstype in het algemeen goed mengen, respectievelijk oplossen en welke niet, gebruik makend van de begrippen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• apolair/polair;</li> <li>• hydrofoob/hydrofiel;</li> <li>• waterstofbruggen.</li> </ul> <p><b>19</b> verband leggen tussen de ruimtelijke bouw van een molecuul en de in het molecuul aanwezige enkele, dubbele of drievoudige atoombindingen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• tetraëder (bindingshoeken <math>\approx 109^\circ</math>);</li> <li>• plat vlak (bindingshoeken <math>\approx 120^\circ</math>);</li> <li>• lineair (bindingshoek <math>\approx 180^\circ</math>).</li> </ul> <p><b>20</b> met behulp van bronnen en het begrip elektronegativiteit een kwalitatieve voorspelling doen over de polariteit van een binding.</p>	x	
<p>Subdomein B5: Namen en formules</p> <p><b>26</b> de naam geven van de volgende stoffen als de formule is gegeven en omgekeerd: broom, chloor, fluor, jood, ozon, stikstof, ammoniak, waterstofperoxide.</p> <p><b>27</b> namen en formules geven en interpreteren van zouten die samengesteld zijn uit de volgende ionen:</p> <p><math>Ag^+</math>, <math>Al^{3+}</math>, <math>Ba^{2+}</math>, <math>Ca^{2+}</math>, <math>Cu^{2+}</math>, <math>Fe^{2+}</math>, <math>Fe^{3+}</math>, <math>H^+</math>, <math>H_3O^+</math>, <math>Hg^{2+}</math>, <math>K^+</math>, <math>Na^+</math>, <math>NH_4^+</math>, <math>Mg^{2+}</math>, <math>Pb^{2+}</math>, <math>Sn^{2+}</math>, <math>Zn^{2+}</math></p> <p><math>Br^-</math>, <math>CH_3COO^-</math>, <math>CO_3^{2-}</math>, <math>Cl^-</math>, <math>F^-</math>, <math>HCO_3^-</math>, <math>I^-</math>, <math>O^{2-}</math>, <math>OH^-</math>, <math>NO_2^-</math>, <math>NO_3^-</math>, <math>PO_4^{3-}</math>, <math>S^{2-}</math>, <math>SO_4^{2-}</math>, <math>SO_3^{2-}</math>, <math>SiO_3^{2-}</math></p>		x
<p>Domein C: Koolstofchemie</p>		
<p>Subdomein C1: Toepassingen van synthetische polymeren</p> <p><b>28</b> verband leggen tussen de structuur van synthetische polymeren en de eigenschappen en toepassingen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• (supersterke) vezel;</li> </ul>		x

<ul style="list-style-type: none"> <li>• kabel;</li> <li>• schuim;</li> <li>• folie;</li> <li>• buis;</li> <li>• autobanden;</li> <li>• speelgoed;</li> <li>• huishoudelijke artikelen;</li> <li>• kunstglas;</li> <li>• biologisch afbreekbare polymeren.</li> </ul> <p><b>29</b> synthetische polymeren noemen en aangeven hoe de structuur en de ordening van de moleculen is:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• polyetheen (pe);</li> <li>• polybutadien;</li> <li>• polyvinylchloride (pvc);</li> <li>• polypropen (pp);</li> <li>• polystyreen (ps);</li> <li>• rubber;</li> <li>• polyesters;</li> <li>• polyamiden.</li> </ul> <p><b>31</b> principes aangeven van de verwerking van synthetische polymeren:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• (ge vulkaniseerd) rubber en thermoharders (persen);</li> <li>• thermoplasten (schuimen, spuiten, spuitgieten, extruderen, blazen).</li> </ul>		<p style="text-align: center;">x</p> <p style="text-align: center;">x</p>
<p>Subdomein C2: Andere toepassingen van koolstofverbindingen</p> <p><b>33</b> de vorming van fossiele brandstoffen beschrijven als een proces waarbij energie wordt opgeslagen van plantaardige en dierlijke oorsprong en de tijdschaal van de vorming in vergelijking met die van het verbruik aangeven:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• steenkool;</li> <li>• aardolie;</li> <li>• aardgas.</li> </ul> <p><b>34</b> alternatieve brandstoffen noemen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• methanol en ethanol;</li> <li>• biogas;</li> <li>• waterstof.</li> </ul> <p><b>35</b> de voor- en nadelen van het gebruik van de in de eindtermen 33 en 34 genoemde brandstoffen beargumenteren:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• toepassingen;</li> <li>• milieu;</li> <li>• winning;</li> <li>• opslag en transport.</li> </ul> <p><b>36</b> de invloed van de toepassing van fossiele en alternatieve brandstoffen op het koolstofdioxidegehalte van de atmosfeer aangeven:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• mogelijke invloed op het broeikaseffect.</li> </ul> <p><b>37</b> de begrippen volledige en onvolledige verbranding onderscheiden en de consequenties voor het milieu van beide aangeven:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• uitstoot van koolstofdioxide;</li> <li>• NO<sub>x</sub>;</li> <li>• koolstofmono-oxide;</li> </ul>		<p style="text-align: center;">x</p> <p style="text-align: center;">x</p> <p style="text-align: center;">x</p> <p style="text-align: center;">x</p> <p style="text-align: center;">x</p>

<ul style="list-style-type: none"> <li>• roet;</li> <li>• onverbrande koolwaterstoffen.</li> </ul> <p><b>38</b> aardolie en steenkool noemen als bron van brandstoffen en aardolie als leverancier van grondstoffen voor chemische producten.</p> <p><b>39</b> argumenten aangeven die een rol spelen bij de keuze om aardolie te gebruiken als brandstof dan wel als grondstof voor chemische producten.</p> <p><b>40</b> processen beschrijven die gebruikt worden om producten te maken in de aardolieverwerkende industrie:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• gefractioneerde destillatie;</li> <li>• kraken.</li> </ul>		<p>x</p> <p>x</p> <p>x</p>
<p>Subdomein C3: Reacties van koolstofverbindingen</p> <p><b>41</b> de reactie van alkenen en andere onverzadigde verbindingen met de volgende stoffen als een additiereactie beschrijven, de mogelijke producten van de reactie geven en de daarbij horende reactievergelijking in structuurformules geven:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• waterstof;</li> <li>• water;</li> <li>• waterstofhalogeniden;</li> <li>• halogenen, al dan niet in oplossing.</li> </ul> <p><b>42</b> aangeven op welke wijze de vermoedelijke aanwezigheid van een onverzadigde verbinding kan worden nagegaan.</p> <p><b>43</b> aangeven welke soorten alcoholen (primair, secundair, tertiair) kunnen reageren met een oxidator, welke producten daarbij kunnen worden gevormd en de daarbij horende reactievergelijking in structuurformules geven.</p> <p><b>44</b> aangeven dat carbozuren en benzenol als een zuur reageren en aminen als base en dat aminozuren amfolyten zijn.</p> <p><b>45</b> aangeven dat uit een alcohol en een zuur een ester en water kunnen worden gevormd en de daarbij horende reactievergelijking in structuurformules geven:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• evenwichtsreactie;</li> <li>• <math>H^+</math> als katalysator;</li> <li>• glyceryltrinitraat;</li> <li>• vetten.</li> </ul> <p><b>46</b> beschrijven hoe de waswerking van zeep kan worden verklaard.</p> <p><b>47</b> aangeven op welke wijze esters kunnen worden gehydrolyseerd, welke producten daarbij kunnen worden gevormd en de daarbij horende reactievergelijking in structuurformules geven:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• evenwichtsreactie.</li> </ul> <p><b>48</b> aangeven welke twee typen polymerisatie zijn te onderscheiden en waarin deze van elkaar verschillen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• additiepolymerisatie;</li> <li>• condensatiepolymerisatie.</li> </ul> <p><b>49</b> in molecuul- en structuurformules van monomeer en polymeer het proces beschrijven van de polymerisatie van:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• etheen;</li> <li>• vinylchloride;</li> <li>• propeen;</li> </ul>	<p>x</p> <p>x</p> <p>x</p> <p>x</p> <p>x</p> <p>x</p> <p>x</p> <p>x</p> <p>x</p> <p>x</p>	

<ul style="list-style-type: none"> <li>• styreen;</li> <li>• isopreen.</li> </ul>		
<p><b>50</b> polymeren op grond van hun gedrag onderscheiden in thermoplasten en thermoharders.</p>	x	
<p>Subdomein C4: Structuren van koolstofverbindingen</p>		
<p><b>51</b> aangeven wat een structuurformule is.</p>	x	
<p><b>52</b> uit een structuurformule een molecuulformule afleiden.</p>	x	
<p><b>53</b> een aantal onderdelen van een structuurformule herkennen en benoemen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• koolstofketen;</li> <li>• koolstofskelet;</li> <li>• alkylgroepen: methyl en ethyl;</li> <li>• karakteristieke groep;</li> <li>• substituent;</li> <li>• enkele binding;</li> <li>• dubbele binding;</li> <li>• drievoudige binding;</li> <li>• primair, secundair, tertiair koolstofatoom;</li> <li>• asymmetrisch koolstofatoom.</li> </ul>	x	
<p><b>54</b> in een koolstofskelet structuurkenmerken herkennen en benoemen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• vertakt;</li> <li>• onvertakt;</li> <li>• cyclisch;</li> <li>• a-cyclisch;</li> <li>• alifatisch;</li> <li>• aromatisch;</li> <li>• verzadigd;</li> <li>• onverzadigd.</li> </ul>	x	
<p><b>55</b> aangeven in welke gevallen de draaibaarheid van een binding tussen koolstofatomen beperkt is.</p>	x	
<p><b>56</b> de ruimtelijke structuur van moleculen afleiden uit het koolstofskelet:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• configuratie;</li> <li>• tetraëder.</li> </ul>	x	
<p><b>57</b> een verband leggen tussen de algemene formule van een homologe reeks en de bijbehorende structuurformules.</p>	x	
<p><b>58</b> van een aantal koolstofverbindingen waarvan de hoofdketen in de moleculen uit maximaal 6 koolstofatomen bestaat de structuurformule afleiden uit de systematische naam (IUPAC):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• alkanen;</li> <li>• alkenen;</li> <li>• cycloalkanen;</li> <li>• alkynen;</li> <li>• halogeenalkanen;</li> <li>• alkanolen;</li> <li>• alkoxyalkanen;</li> <li>• alkanalen;</li> <li>• alkanonen;</li> <li>• alkaanzuren;</li> </ul>	x	

<ul style="list-style-type: none"> <li>• alkylalkanoaten;</li> <li>• alkaanaminen.</li> </ul>		
<p><b>59</b> van een aantal koolstofverbindingen waarvan de hoofdketen in de moleculen uit maximaal 6 koolstofatomen bestaat en de moleculen 2 of meer van de volgende groepen bevatten, de structuurformule afleiden uit de systematische naam (IUPAC):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• C=C (niet meer dan 3 groepen);</li> <li>• halogeen (niet meer dan 4 halogeenatomen);</li> <li>• OH;</li> <li>• C=O: aldehyde, keton, carbonzuur (niet meer dan 2 groepen);</li> <li>• NH<sub>2</sub>.</li> </ul>	x	
<p><b>60</b> van koolstofverbindingen aangeven tot welke grotere klasse van verbindingen deze behoren en de karakteristieke groepen aangeven:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• koolwaterstoffen</li> <li>• verzadigde en onverzadigde verbindingen</li> <li>• alifatische verbindingen</li> <li>• aromatische verbindingen;</li> <li>• ethers;</li> <li>• primaire, secundaire en tertiaire alcoholen/hydroxylgroep;</li> <li>• aldehyden;</li> <li>• ketonen;</li> <li>• carbonzuren;</li> <li>• vetzuren;</li> <li>• esters;</li> <li>• aminen/aminogroep;</li> <li>• aminosuren.</li> </ul>	x	
<p><b>61</b> van een aantal aromatische verbindingen de structuurformule afleiden uit de systematische naam (IUPAC):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• benzeen;</li> <li>• alkylbenzenen;</li> <li>• halogeenbenzenen;</li> <li>• benzenol/fenol;</li> <li>• benzeencarbonzuren.</li> </ul>	x	
<p><b>62</b> aangeven dat stoffen naast systematische namen ook triviale namen kunnen hebben en deze naast elkaar gebruiken.</p>	x	
<p><b>63</b> uit de structuurformule of naam van een aantal additiepolymeren de structuurformule van het monomeer afleiden en omgekeerd:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• polymeren van alkenen en gesubstitueerde alkenen;</li> <li>• polybutadieen;</li> <li>• natuurrubber.</li> </ul>	x	
<p><b>64</b> uit de structuurformule of naam van een aantal condensatiepolymeren de structuurformule van de bouwstenen afleiden en omgekeerd:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• polyesters;</li> <li>• polyamiden.</li> </ul>	x	
<p><b>65</b> aangeven wat men onder verschillende soorten isomeren verstaat, deze herkennen en voorbeelden ervan geven:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• structuurisomeren;</li> </ul>	x	

<ul style="list-style-type: none"> <li>• stereo-isomeren;</li> <li>• <i>cis-trans</i>-isomeren;</li> <li>• spiegelbeeldisomeren.</li> </ul> <p><b>66</b> de structuurformules geven van structuurisomeren die voldoen aan een gegeven molecuulformule met maximaal 6 koolstofatomen.</p> <p><b>67</b> uit gegevens over een reactie afleiden of daarbij structuurisomeren kunnen ontstaan en zo ja welke.</p> <p><b>68</b> overeenkomsten en verschillen in eigenschappen van isomeren aangeven en in verband brengen met de structuur:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• smelt- en kookpunten;</li> <li>• reactiviteit.</li> </ul>	x	
Domein D: Biochemie		
Subdomein D1: Industriële toepassingen van biopolymeren: <b>vervallen</b>		
Subdomein D2: Stofwisseling		
<p><b>75</b> de fotosynthese van glucose beschrijven als een proces waarbij energie wordt opgeslagen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• licht;</li> <li>• chlorofyl;</li> <li>• energieopslag;</li> <li>• binding van koolstofdioxide;</li> <li>• productie van zuurstof.</li> </ul> <p><b>76</b> de hoofdbestanddelen van voedsel noemen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• eiwitten;</li> <li>• koolhydraten;</li> <li>• vetten.</li> </ul> <p><b>77</b> de functie van enzymen in organismen beschrijven:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• katalysator;</li> <li>• substraat;</li> <li>• sleutel-slot-hypothese.</li> </ul> <p><b>78</b> aangeven dat de vertering van voedsel begint met de enzymatische hydrolyse van koolhydraten, vetten en eiwitten en noemen welke stoffen daarbij ontstaan:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• glucose; • glycerol en vetzuren;</li> <li>• aminozuren.</li> </ul> <p><b>79</b> aangeven dat eiwitten polyamiden zijn:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• peptidebinding.</li> </ul> <p><b>80</b> uitleggen wat wordt verstaan onder het begrip essentieel bij essentiële aminozuren en essentiële vetzuren.</p> <p><b>81</b> de betekenis van nucleïnezuren in het lichaam beschrijven:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• chromosoom;</li> <li>• gen;</li> <li>• DNA;</li> <li>• RNA;</li> <li>• transcriptie;</li> <li>• translatie;</li> <li>• genetische code.</li> </ul>	x	
Subdomein D3: Structuren van biochemische stoffen		

<p><b>83</b> van een aantal typen natuurlijke condensatiepolymeren aangeven uit welke bouwstenen ze bestaan en de structuur van zo'n polymeermolecuul schematisch weergeven:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• zetmeel;</li> <li>• cellulose;</li> <li>• eiwitten;</li> <li>• nucleïnezuren.</li> </ul>	x	
<p><b>84</b> aangeven dat in eiwitmoleculen het aantal, de soort en de volgorde van de aminozuurmoleculen karakteristiek is:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• primaire, secundaire en tertiaire structuur.</li> </ul>	x	
<p><b>85</b> aangeven dat bij het denatureren van eiwitten de tertiaire structuur wordt aangetast.</p>	x	
<p><b>86</b> aangeven dat nucleïnezuren bestaan uit polyesters van fosforzuur en ribose plus nucleïnebasen.</p>	x	
<p><b>87</b> aangeven dat nucleïnezuren een helixstructuur hebben.</p>	x	
<p><b>88</b> aangeven dat koolhydraten kunnen worden ingedeeld in mono-, di- en polysachariden en van elke categorie een of meer voorbeelden noemen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• glucose;</li> <li>• fructose;</li> <li>• ribose;</li> <li>• sacharose;</li> <li>• glycogeen;</li> <li>• zetmeel;</li> <li>• cellulose.</li> </ul>	x	
<p><b>89</b> de molecuulformule geven van glucose en sacharose.</p>	x	
<p><b>90</b> aangeven dat di- en polysachariden bestaan uit een aaneenschakeling van monosachariden met een ringstructuur.</p>	x	
<p><b>92</b> aangeven op welke wijze de vermoedelijke aanwezigheid van zetmeel kan worden nagegaan.</p>	x	
<b>Domein E: Kenmerken van reacties</b>		
Subdomein E1: Toepassingen		
<p><b>94</b> het rendement van een proces berekenen als percentage of fractie van de theoretische opbrengst op basis van volledige omzetting.</p>	x	
<p><b>95</b> aangeven dat door beïnvloeden van de reactiesnelheid bij (industriële) processen een bepaald product kan worden verkregen of goedkoper kan worden geproduceerd.</p>	x	
<p><b>96</b> beschrijven hoe met behulp van maatregelen die de evenwichtsligging beïnvloeden bij (industriële) processen een bepaald product kan worden verkregen of goedkoper kan worden geproduceerd.</p>	x	
<p><b>97</b> begrippen gebruiken die met toxiciteit samenhangen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• acute toxiciteit;</li> <li>• chronische toxiciteit;</li> <li>• mutageniteit;</li> <li>• carcinogeniteit;</li> <li>• no-toxic effectlevel;</li> <li>• ADI-waarde;</li> <li>• MAC-waarde.</li> </ul>	x	

<p><b>98</b> de natuurlijke kringloop van koolstof beschrijven als voorbeeld van elementbehoud:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• fotosynthese;</li> <li>• omzetting glucose in organische stoffen;</li> <li>• afbraak van deze stoffen;</li> <li>• betekenis van deze kringloop in verband met het milieu.</li> </ul>	x	
<p><b>99</b> de natuurlijke kringloop van stikstof beschrijven als voorbeeld van elementbehoud:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• stikstofbinding;</li> <li>• nitraat in voedingsstof planten (kunstmest);</li> <li>• vorming stikstofhoudende organische stoffen (eiwitten);</li> <li>• afbraak stikstofhoudende organische stoffen tot eenvoudige moleculen;</li> <li>• betekenis van deze kringloop voor het milieu.</li> </ul>	x	
<p><b>102</b> typen reacties noemen en aangeven wat de kenmerken van die reacties zijn:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• substitutie;</li> <li>• additie;</li> <li>• redox;</li> <li>• zuur-base;</li> <li>• verestering;</li> <li>• verzeping;</li> <li>• polymerisatie;</li> <li>• hydrolyse;</li> <li>• kraken.</li> </ul>	x	
<p><b>103</b> chemische processen, oplossen en indampen weergeven met behulp van formules en reactievergelijkingen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• molecuulformules;</li> <li>• structuurformules;</li> <li>• verhoudingsformules;</li> <li>• ionen.</li> </ul>	x	
<p><b>104</b> uit gegevens afleiden tot welk type reacties (zie eindterm 102) een bepaalde reactie behoort:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• uit de vergelijking van de reactie;</li> <li>• uit gegevens over beginstoffen en reactieproducten.</li> </ul>	x	
<p><b>105</b> uit gegevens over een reactie/proces de beginstoffen en producten aangeven.</p>	x	
Subdomein E2: Energetische effecten: <b>vervallen</b>		
Subdomein E3: Reactiesnelheid		
<p><b>107</b> aan de hand van een energiediagram het verloop van een chemische reactie beschrijven:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• overgangstoestand;</li> <li>• activeringsenergie.</li> </ul>	x	
<p><b>110</b> aangeven wat verstaan wordt onder reactiesnelheid.</p>	x	
<p><b>111</b> het 'botsende-deeltjes-model' beschrijven.</p>	x	
<p><b>112</b> met behulp van het 'botsende-deeltjes-model' uitleggen welke invloed concentratie, verdelingsgraad en temperatuur op de reactiesnelheid hebben.</p>	x	
<p><b>113</b> met behulp van het begrip activeringsenergie verklaren welke invloed de</p>	x	



<p>aangeven wat ze betekenen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• gemiddelde atoommassa;</li> <li>• molecuulmassa;</li> <li>• ionmassa;</li> <li>• molaire massa.</li> </ul> <p><b>127</b> van een aantal begrippen die gebruikt worden om een gehalte aan te geven, uitleggen wat ze betekenen en er berekeningen mee uitvoeren:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• volumepercentage;</li> <li>• massapercentage;</li> <li>• volume-ppm;</li> <li>• massa-ppm;</li> <li>• concentratie in mol L<sup>-1</sup> , molariteit.</li> </ul> <p><b>128</b> chemische berekeningen uitvoeren:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• massapercentages in verbindingen;</li> <li>• gehalten in mengsels;</li> <li>• molverhouding en massaverhouding bij reacties;</li> <li>• volumeverhouding van gassen bij reacties.</li> </ul>	<p>x</p> <p>x</p>	
<b>Domein F: Chemische Techniek</b>		
Subdomein F1: Het maken van stoffen		
<p><b>129</b> uitleggen in welke theoretische verhouding grondstoffen moeten worden gekozen als beginstoffen voor de bereiding van een bepaald product.</p> <p><b>130</b> uitleggen welke rol andere stoffen bij een chemisch proces kunnen spelen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• katalysator;</li> <li>• inerte gassen;</li> <li>• oplosmiddel.</li> </ul> <p><b>131</b> de in de procesindustrie gekozen reactie-omstandigheden (druk, temperatuur, katalysator) en procesvoering (type reactoren, warmtebeheersing, scheidingstechnieken, meten &amp; regelen) in verband brengen met de aard en economie van het proces:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• veiligheid;</li> <li>• kostprijs;</li> <li>• milieu-eisen.</li> </ul> <p><b>132</b> kenmerken geven van productieprocessen waarbij sprake is van duurzame ontwikkeling en van een beschreven proces deze kenmerken aangeven:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• hernieuwbare grondstoffen;</li> <li>• recycling van afvalstoffen;</li> <li>• onuitputtelijke voorraad.</li> </ul>	<p>x</p> <p>x</p> <p>x</p> <p>x</p>	
Subdomein F2: Het scheiden en zuiveren van stoffen		
<p><b>134</b> uitleggen dat bij chemische processen meestal mengsels ontstaan:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• nevenreacties;</li> <li>• volgreacties;</li> <li>• onvolledige omzetting;</li> <li>• overmaat;</li> <li>• bijproducten;</li> <li>• onzuivere beginstoffen.</li> </ul> <p><b>135</b> uitleggen wat een geschikte methode is voor een scheiding van een mengsel of zuivering van een stof aan de hand van de eigenschappen van de</p>		<p>x</p> <p>x</p>



<p><b>147</b> aangeven in welke gevallen een batchproces de voorkeur geniet boven een continu proces:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• kleinschalige productie;</li> <li>• breed productenpalet.</li> </ul>	x	
<p><b>148</b> voordelen noemen van een continu proces boven een batchproces:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• beter te automatiseren;</li> <li>• geen tijdverlies voor vullen, legen, schoonmaken;</li> <li>• recycling eenvoudiger.</li> </ul>	x	
<p><b>149</b> van een beschreven productieproces het blokschema weergeven.</p>	x	
<p><b>150</b> een blokschema interpreteren van een beschreven productieproces.</p>	x	
<p><b>151</b> bij berekeningen aan een in het groot uitgevoerd chemisch proces gebruik maken van een massabalans, elementenbalans en/of energiebalans.</p>	x	
Subdomein F6: Bulkproducten: <b>vervallen</b>		
Domein G: Zuren en basen		
Subdomein G1: Toepassingen		
<p><b>154</b> het belang van buffers aangeven:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• de bufferwerking van bloed;</li> <li>• de bufferwerking van de bodem.</li> </ul>		x
<p><b>155</b> effecten van zuren en basen in atmosfeer en bodem aangeven:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• zwaveldioxide en zure regen;</li> <li>• ammoniak-emissie.</li> </ul>		x
<p><b>156</b> aangeven welke invloed een zuur, neutraal en basisch milieu kan hebben op het verloop van reacties:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• zuren en basen als katalysatoren;</li> <li>• invloed van de pH op de structuur van eiwitten;</li> <li>• invloed van de pH op enzymwerking.</li> </ul>		x
Subdomein G2: Onderzoek		
<p><b>157</b> aangeven op welke wijze kan worden aangetoond dat een oplossing zuur, basisch of neutraal is:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• zuur-base-indicatoren, lakmoes;</li> <li>• pH-meter.</li> </ul>		x
<p><b>158</b> zuur-base indicatoren en hun omslagtraject opzoeken en deze gegevens gebruiken bij experimenten.</p>		x
<p><b>159</b> een neutralisatie waarbij aan een zuur een base wordt toegevoegd, of omgekeerd, met een zelf te kiezen indicator, beschrijven.</p>		x
<p><b>160</b> een onderzoek, met pH-metingen en/of geleidbaarheidsmetingen, beschrijven naar de aanwezigheid van sterke en zwakke zuren, respectievelijk van sterke en zwakke basen.</p>		x
<p><b>161</b> een onderzoek beschrijven naar de aanwezigheid, de werking en het werkingsbereik van buffers.</p>		x
Subdomein G3: Kenmerken, reacties en de Brønsted-theorie		
<p><b>163</b> aangeven wat een zuur, een basisch en een neutraal milieu is.</p>	x	
<p><b>164</b> een zuur-base reactie beschrijven met behulp van de Brønstedtheorie.</p>	x	
<p><b>165</b> van een gegeven reactie aangeven of het een zuur-base reactie is en zuren en basen erin aanwijzen.</p>	x	
<p><b>166</b> aangeven wat men verstaat onder een geconjugeerd zuur, een geconjugeerde base en een zuur-base koppel.</p>	x	

<b>167</b> aangeven wat men verstaat onder een sterk zuur en een zwak zuur, een sterke base en een zwakke base, een buffer en een amfolyt.	x	
<b>168</b> met behulp van reactievergelijkingen laten zien dat water als zuur en als base kan reageren.	x	
<b>169</b> van enkele evenwichten de evenwichtsvoorwaarde weergeven: <ul style="list-style-type: none"> <li>• de waterconstante, <math>K_w</math>; <math>pK_w</math>;</li> <li>• de zuurconstante, <math>K_z</math>; <math>pK_z</math>;</li> <li>• de baseconstante, <math>K_b</math>; <math>pK_b</math>.</li> </ul>	x	
<b>170</b> met behulp van een tabel met zuur-base constanten voorspellen of een zuur-base reactie kan verlopen.	x	
<b>172</b> de werking van een bufferoplossing kwalitatief uitleggen.	x	
<b>173</b> uitleggen wat gebeurt met de pH bij verdunning van een oplossing: <ul style="list-style-type: none"> <li>• sterke en zwakke zuren in oplossing;</li> <li>• sterke en zwakke basen in oplossing;</li> <li>• buffers.</li> </ul>	x	
<b>174</b> uitleggen wat gebeurt met de pH bij het toevoegen van kleine hoeveelheden zuur of base aan een buffer.	x	
Subdomein G4: Berekeningen		
<b>175</b> met behulp van een tabel met zuur-base-constanten de pH berekenen uit de molariteit van oplossingen en omgekeerd: <ul style="list-style-type: none"> <li>• sterke zuren en eenwaardige zwakke zuren;</li> <li>• sterke basen en eenwaardige zwakke basen;</li> <li>• buffers.</li> </ul>	x	
<b>176</b> de waarde van de waterconstante bij 298 K geven.	x	
<b>177</b> de waarde van $[H^+]$ , $[OH^-]$ en pH bij 298 K van water en van neutrale oplossingen geven.	x	
<b>178</b> met behulp van de gegevens van een neutralisatie waarbij aan een zuur een base wordt toegevoegd, of omgekeerd, de molariteit van het zuur of de base berekenen.	x	
Subdomein S5: Namen en formules		
<b>179</b> aangeven wat de samenstelling is van de volgende oplossingen: <ul style="list-style-type: none"> <li>• ammonia;</li> <li>• zoutzuur;</li> <li>• natronloog;</li> <li>• kaliloog.</li> </ul>		x
<b>180</b> van de volgende zuren de naam noemen als de formule gegeven is en omgekeerd en aangeven of het een sterk zuur of een zwak zuur betreft: HCl, HBr, HI, H <sub>2</sub> S, H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> , HNO <sub>3</sub> , H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> , 'H <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> ', CH <sub>3</sub> COOH.		x
<b>181</b> van de volgende basen de naam noemen als de formule is gegeven en omgekeerd en aangeven of het een sterke base of een zwakke base betreft: NH <sub>3</sub> , OH <sup>-</sup> , O <sup>2-</sup> , CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> , HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , CH <sub>3</sub> COO <sup>-</sup> .		x
Domein H: Reacties en stroom		

<p>Subdomein H1: Toepassingen</p> <p><b>183</b> volgens een aantal gegeven eisen een ontwerp van een elektrochemische cel maken en realiseren.</p> <p><b>184</b> volgens een aantal gegeven eisen een ontwerp van een elektrolyse-opstelling maken en realiseren.</p> <p><b>185</b> enkele praktische toepassingen beschrijven van het elektrolyseproces:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• bereiding zeer onedele metalen;</li> <li>• zuiveren van metalen;</li> <li>• bedekken (galvaniseren, verchromen, verzilveren);</li> <li>• bereiding natronloog;</li> <li>• bereiding chloor;</li> <li>• bereiding waterstof.</li> </ul> <p><b>186</b> mogelijkheden beschrijven en tegen elkaar afwegen voor het bestrijden van corrosie/roesten:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• bedekken met beschermende laag;</li> <li>• opofferingsmetaal;</li> <li>• kathodische bescherming.</li> </ul>		<p>x</p> <p>x</p> <p>x</p> <p>x</p>
<p>Subdomein H2: Redox als proces</p> <p><b>188</b> de bouw en de werking van een elektrochemische cel beschrijven gebruik makend van de begrippen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• reductor;</li> <li>• oxidator;</li> <li>• halfreactie;</li> <li>• elektrolyt;</li> <li>• elektroden;</li> <li>• (standaard-)elektrodepotentiaal;</li> <li>• zoutbrug/membraan/poreuze wand/diafragma;</li> <li>• richting elektronenstroom.</li> </ul> <p><b>189</b> aangeven dat de bronspanning van een elektrochemische cel afhangt van de temperatuur en de elektrolytconcentratie.</p> <p><b>190</b> de bouw en werking beschrijven van een elektrolyse-opstelling gebruik makend van de begrippen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• reductor;</li> <li>• oxidator;</li> <li>• halfreactie;</li> <li>• (gesmolten) elektrolyt;</li> <li>• (on)aantastbare elektroden, positieve elektrode, negatieve elektrode;</li> <li>• zoutbrug/membraan/poreuze wand;</li> <li>• (standaard-)elektrodepotentiaal;</li> <li>• richting elektronenstroom.</li> </ul>		<p>x</p> <p>x</p> <p>x</p>
<p>Subdomein H3: Redoxreacties</p> <p><b>191</b> aangeven wat een reductor en wat een oxidator is.</p> <p><b>192</b> de naam en de formule noemen van enkele bekende reductoren:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• koolstofmono-oxide;</li> <li>• metalen;</li> <li>• koolstof;</li> </ul>	<p>x</p> <p>x</p>	

<ul style="list-style-type: none"> <li>• sulfiet.</li> </ul>		
<p><b>193</b> de naam en de formule van enkele bekende oxidatoren noemen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• salpeterzuur;</li> <li>• ijzer(III)verbindingen;</li> <li>• zuurstof;</li> <li>• halogenen;</li> <li>• waterstofperoxide;</li> <li>• ozon.</li> </ul>	x	
<p><b>194</b> aangeven wat een halfreactie is en welke typen deeltjes daarbij betrokken zijn:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• elektronen;</li> <li>• redoxkoppel;</li> <li>• reductor;</li> <li>• oxidator;</li> <li>• geconjugeerd.</li> </ul>	x	
<p><b>195</b> voor een redoxreactie tussen gegeven stoffen/deeltjes met behulp van een tabel aangeven welke halfreacties plaatsvinden en hieruit de vergelijking van de totaalreactie afleiden.</p>	x	
<p><b>196</b> met behulp van een tabel met halfreacties en gegevens over de sterkte van oxidatoren en reductoren aangeven welke halfreacties plaatsvinden in een elektrochemische cel en hieruit de vergelijking van de totaalreactie afleiden.</p>	x	
<p><b>197</b> van een gegeven reactie aangeven of het een redoxreactie is en reductor en oxidator er in aanwijzen en aangeven hoe de elektronenoverdracht is.</p>	x	
<p><b>198</b> met behulp van een tabel met gegevens over de sterkte van oxidatoren en reductoren voorspellen of in een gegeven situatie een redoxreactie zal kunnen verlopen en daarin reductor en oxidator aanwijzen.</p>	x	
<p><b>201</b> met behulp van bronnen aangeven welke reacties verlopen bij corrosie/roesten van een gegeven metaal.</p>	x	
<p><b>202</b> aangeven op welke wijze de vermoedelijke aanwezigheid kan worden nagegaan van:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• chloor;</li> <li>• jood;</li> <li>• sulfiet;</li> <li>• zwaveldioxide;</li> <li>• waterstof.</li> </ul>	x	

\* Deze eindtermen kunnen zowel in het centraal examen als het schoolexamen worden geëxamineerd

## 4 Wiskunde en natuurkunde

Onderstaande tabellen geven de veranderingen van de minimale inhoud van de HAVO en VWO profielen weer per 1 augustus 2007 op het gebied van wis- en natuurkunde<sup>1</sup> (ANW en NLT zijn meegenomen als zijnde aan natuurkunde gerelateerde vakken):

**Tabel 4.1:** Veranderingen ten opzichte van het bestaande programma

<b>HAVO</b>			
<b>NT</b>		<b>NG</b>	
<b>Voorheen</b>	<b>2007</b>	<b>Voorheen</b>	<b>2007</b>
Wiskunde B1,2	Wiskunde B	Wiskunde B1	Wiskunde A of B
Natuurkunde1,2	Natuurkunde	Natuurkunde1	
	NLT of wiskunde D of anders(!)*		NLT of natuurkunde of anders(!)
ANW		ANW	

\*) studenten kunnen hier immers ook kiezen voor biologie of informatica

<b>HAVO</b>			
<b>EM</b>		<b>CM</b>	
<b>Voorheen</b>	<b>2007</b>	<b>Voorheen</b>	<b>2007</b>
Wiskunde A1,2	Wiskunde A of B	Wiskunde A1	
ANW		ANW	

<b>VWO</b>			
<b>NT</b>		<b>NG</b>	
<b>Voorheen</b>	<b>2007</b>	<b>Voorheen</b>	<b>2007</b>
Wiskunde B1,2	Wiskunde B	Wiskunde B1	Wiskunde A of B
Natuurkunde1,2	Natuurkunde	Natuurkunde1	
	NLT of wiskunde D of anders(!)		NLT of natuurkunde of anders(!)
ANW	ANW	ANW	ANW

<b>VWO</b>			
<b>EM</b>		<b>CM</b>	
<b>Voorheen</b>	<b>2007</b>	<b>Voorheen</b>	<b>2007</b>
Wiskunde A1,2	Wiskunde A of B	Wiskunde A1	Wiskunde C of A of B
ANW	ANW	ANW	ANW

### 4.1 Wiskunde

Tot 2007 bestonden op HAVO en VWO vier wiskundevakken: Wiskunde A1, A12, B1 en B12, respectievelijk voor de profielen C&M, E&M, N&G en N&T.

Per 2007 zijn er de nieuwe wiskundevakken A,B en D en op het VWO ook C.

De school moet binnen de verschillende profielen de onderstaande wiskundevakken aanbieden<sup>2</sup>:

**Tabel 4.2:** Aanbod wiskundevakken in de profielen

	profiel			
	CM	EM	NG	NT
HAVO	-	Wiskunde A	Wiskunde A	Wiskunde B
VWO	Wiskunde C	Wiskunde A	Wiskunde A	Wiskunde B

Leerlingen mogen hierbij wiskunde C vervangen door wiskunde A of B of wiskunde A door wiskunde B, *mits de school dat toelaat*. Ook mag een school een leerling die natuurkunde volgt verplichten wiskunde B te kiezen. Scholen kunnen verder wiskunde D als keuzevak aanbieden naast wiskunde B.

In de volgende paragrafen worden de belangrijkste veranderingen binnen de wiskunde op HAVO en VWO besproken. Voor nadere informatie en verdieping (en bijvoorbeeld de eindtermen van de examenprogramma's) wordt verwezen naar de handreikingen wiskunde zoals deze op de site van het SLO te vinden zijn.

## 4.2 Wiskunde A HAVO

### Plaats van het vak

Het vak wiskunde A is een profielvak in de profielen E&M en N&G. Zoals gezegd kunnen de leerlingen in beide profielen in plaats van wiskunde A ook wiskunde B als profielvak kiezen, mits de school dit aanbiedt. In het profiel C&M komt wiskunde niet voor, niet bij de profielvakken en ook niet bij de profielkeuzevakken. Een leerling kan in dit profiel wiskunde A of wiskunde B als vrij examenvak opnemen, wederom mits de school dat aanbiedt. Het opnemen van meer dan één van de wiskundevakken is niet toegestaan.

### Aanpassingen examenprogramma aan nieuwe omvang vak

Bij de herstructurering tweede fase hebben we te maken gehad met een nieuwe vakkenstructuur en een nieuwe verdeling van de studielast. Het deelvak wiskunde A1 is verdwenen en het vak wiskunde A neemt de plaats in van het oude vak wiskunde A12.

Voor het vak wiskunde A wordt de omvang uitgebreid van 280 slv (het wiskunde A12 programma) naar 320 slv. Hiervan is 60 slv niet ingevuld. Zij hebben betrekking op praktische opdrachten e.d. Van het programma wiskunde A12 zijn subdomeinen geschrapt dan wel ingeperkt<sup>2</sup>.

**Tabel 4.3:** Onderdelen Wiskunde A HAVO

HAVO wiskunde A	A1	A1,2	A 2007
Tabellen en grafieken	X	X	X
Verandering	X	X	X
Lineaire verbanden en formules met meerdere variabelen	X	X	X
Exponentiële functies	X	X	X
Asymptotisch gedrag		X	

Voor wiskunde is het tot 2007 gebruikelijk dat het gehele programma zowel in het schoolexamen als in het centraal examen wordt getoetst. Vanaf 2007 wordt niet het gehele programma in het centraal examen getoetst, maar ongeveer 60%.

## Het programma voor wiskunde A

In onderstaande tabel is aangegeven welke subdomeinen getoetst worden in het Centraal Examen en welke in ieder geval getoetst moeten worden in het SE<sup>3</sup>. In het Centraal Examen zal meer dan in de vorige situatie het geval was aandacht worden besteed aan algebraïsche kennis en vaardigheden. Subdomein A5 is hierdoor aan het examenprogramma toegevoegd.

**Tabel 4.4:** Domeinen Wiskunde A HAVO

Domeinen	Subdomeinen	in CE	moet in SE	mag in SE
Domein A Vaardigheden	A1: Informatievaardigheden	X	X	
	A2: Onderzoeksvaardigheden	X	X	
	A3: Technisch-instrumentele vaardigheden	X	X	
	A4: Oriëntatie op studie en beroep		X	
	A5: Algebraïsche vaardigheden	X	X	
Domein B Veranderingen	B1: Tabellen	X		X
	B2: Grafieken	X		X
	B3: Veranderingen	X		X
Domein C Tellen en kansen	C1: Tellen	X		X
	C2: Kansen	X		X
Domein D Statistiek	D1: Populatie en steekproef		X	
	D2: Ordenen, verwerken en samenvatten van statistische gegevens		X	
	D3: De normale verdeling	X		X
Domein E Verbanden	E1: Formules met 2 of meer variabelen	X		X
	E2: Lineaire verbanden	X		X
	E3: Exponentiële verbanden	X		X
Domein F Toegepaste analyse	F1: Exponentiële functies		X	
	F2: Gebroken lineaire functies en machtsfuncties		X	
Domein G Binomiale verdeling	G1: Telproblemen	X		X
	G2: Rekenen met kansen	X		X
	G3: De binomiale verdeling	X		X

## 4.3 Wiskunde B HAVO

### Plaats van het vak

Het vak wiskunde B (360 slv) is een profielvak in het profiel NT.

In het profiel NG mogen de leerlingen in plaats van wiskunde A desgewenst wiskunde B als profielvak kiezen. Dit geldt ook in het profiel EM. In het profiel CM komt wiskunde niet voor, niet bij de profielvakken en ook niet bij de profielkeuzevakken.

Desgewenst kan een leerling in dit profiel wiskunde B als keuze-examenvak opnemen.

Het is een keuze van de school of wiskunde B in de andere profielen wordt aangeboden. Met name voor het profiel N&G lijkt dit wel wenselijk. Een combinatie van wiskunde A en B is niet toegestaan.

Naast wiskunde B bevat het profiel NT als verplichte profielvakken natuurkunde en scheikunde en één profielkeuzevak, te kiezen uit informatica, biologie, het nieuwe bètavak natuur, leven, technologie en wiskunde D.

---

### Aanpassingen examenprogramma aan nieuwe omvang vak

Bij de herstructurering tweede fase is het vak wiskunde B1 verdwenen en neemt het vak wiskunde B de plaats in van het oude vak wiskunde B12.

Voor het vak wiskunde B wordt de omvang gereduceerd van 440 slv (het wiskunde B12 programma) naar 360 slv. Hiervan is 60 slv niet ingevuld. Zij hebben betrekking op bijvoorbeeld praktische opdrachten. Het nieuwe programma<sup>2</sup> is opgebouwd uit bestaande (sub)domeinen. Gezien de geringere studielast van wiskunde B ten opzichte van wiskunde B12 is een aanzienlijke reductie noodzakelijke geweest. Vergeleken met het examenprogramma wiskunde B12 van 1998 zijn de 'wiskunde A-achtige' elementen zoals combinatoriek en kansrekening vervallen. Bovendien zijn er delen van ruimtemeetkunde en toegepaste analyse geschrapt.

Daarentegen komt er in het nieuwe programma meer aandacht voor het aanleren en onderhouden van algebraïsche vaardigheden.

**Tabel 4.5:** Onderdelen Wiskunde B HAVO

HAVO wiskunde B			
	B1	B1,2	B 2007
Functies en grafieken	X	X	X
Vergelijkingen en ongelijkheden	X	X	X
Veranderingen en afgeleide functies	X	X	X
Fragmenttekeningen	X	X	X
Oppervlakte en inhoud	X	X	X
Combinatoriek (tellen en kansen)	X	X	naar WISD
Kansrekening en statistiek	X		naar WISD
Synthetische ruimtemeetkunde		X	naar WISD
Voortgezette goniometrische en exponentiële functies		X	naar WISD
Afstanden en hoeken in het vlak		X	naar WISD
Vectorrekening in het vlak			
Evenredigheden			
Toepassing afgeleide functies			

Vanaf 2007 wordt voor wiskunde B tijdelijk het geheel vastgestelde examenprogramma centraal geëxamineerd, behalve die onderdelen die zich door hun aard niet lenen voor een schriftelijk examen. Dit in tegenstelling tot wiskunde A, waarbij slechts 60% van het examenprogramma centraal wordt getoetst.

### Het programma voor wiskunde B

Hieronder een overzicht aan van het programma, opgedeeld in domeinen en subdomeinen. In het centraal examen zal meer dan voorheen aandacht worden besteed aan formele wiskunde, wiskunde zonder context, en het abstracte denken. Subdomein A5 is hierdoor aan het examenprogramma toegevoegd. Het geeft aan dat de bij het examenprogramma passende algebraïsche vaardigheden ook zonder gebruik van een grafische rekenmachine moeten worden beheerst.

**Tabel 4.6:** Domeinen Wiskunde B HAVO<sup>4</sup>

Domeinen	Subdomeinen	in CE	moet in SE	mag in SE
A: Vaardigheden	A1: Informatievaardigheden	X	X	
	A2: Onderzoeksvaardigheden	X	X	
	A3: Technisch-instrumentele vaardigheden	X	X	
	A4: Oriëntatie op studie en beroep		X	
	A5: Algebraïsche vaardigheden	X	X	
B: Veranderingen	B1: Veranderingen	X	X	
D: Ruimte meetkunde 1	D1: Fragmenttekeningen van ruimtelijke objecten	X	X	
	D2: Oppervlakte en inhoud	X	X	
E: Toegepaste analyse 1	E1: Functies en grafieken	X		X
	E2: Vergelijken en ongelijkheden	X		X
	E3: Afgeleide functies	X		X
	E4: Periodieke functies	X		X
H: Toegepaste analyse 2	H1: Afgeleide functies 2	X		X

## 4.4 Wiskunde A VWO

### Plaats van het vak

Het vak wiskunde A (520 slu) is een profielvak in de profielen E&M en N&G. In beide profielen mogen de leerlingen in plaats van wiskunde A ook wiskunde B als profielvak kiezen, mits het bevoegd gezag dat toestaat.

In het profiel C&M mag een leerling het profielvak wiskunde C vervangen door wiskunde A of wiskunde B, mits het bevoegd gezag dat toestaat. Het opnemen van meer dan één van de wiskundevakken is echter niet toegestaan.

In het profiel N&T is wiskunde B profielvak en wiskunde D profielkeuzevak. In dit profiel is voor wiskunde A dus geen plaats.

### Aanpassingen examenprogramma aan nieuwe omvang vak

Bij de herstructurering tweede fase zijn het vak wiskunde A12 en het deelvak wiskunde A1 vervangen door wiskunde A en wiskunde C, elk met een eigen programma.

Voor het vak wiskunde A wordt de omvang gereduceerd van 600 slu (het wiskunde A12 programma) tot 520 slu. Hiervan is 100 slu niet ingevuld. Zij hebben betrekking op het keuzeonderwerp (40 slu) en praktische opdrachten e.d. (60 slu). Van de resterende 420 slu beslaat het CE deel 60%, dus ongeveer 250 slu.

Van het programma wiskunde A12 van 1998 zijn subdomeinen geschrapt dan wel ingeperkt. Zo is de meetkunde (Ruimtelijke objecten) vervallen alsmede het onderwerp Lineair Programmeren. Daarnaast is er reductie aangebracht bij de onderwerpen Differentiaalrekening en Discrete Dynamische Modellen.

**Tabel 4.7: Onderdelen Wiskunde A VWO<sup>2</sup>**

Wiskunde VWO A		
	A1,2	A 2007
Functies en grafieken	X	X
Discrete analyse: veranderingen	X	X
Discrete analyse: rijen	X	X
Differentiaalrekening	X	X
Lineaire vergelijkingen		
Algebra en tellen		
Discrete dynamische modellen	X	
Lineair programmeren	X	
Grafen en matrices	X	
Combinatoriek, kansrekening, statistiek	X	X

Vanaf 2007 wordt niet het gehele programma in het centraal examen getoetst, maar slechts het grootste deel.

#### Het programma voor wiskunde A

Hieronder een overzicht van het programma, opgedeeld in domeinen en subdomeinen.

**Tabel 4.8: Domeinen Wiskunde A VWO<sup>5</sup>**

Domeinen	Subdomeinen	in CE	moet in SE	mag in SE
A Vaardigheden	A1: Informatievaardigheden A2: Onderzoeksvaardigheden A3: Technisch-instrumentele vaardigheden A4: Oriëntatie op studie en beroep A5: Algebraïsche vaardigheden	X X X X X	X X X X X	
BG Functies en grafieken	Bg1: Standaardfuncties Bg2: Functies, grafieken, Vergelijkingen en ongelijkheden	X X	X	X X
Cg1 Discrete analyse	Cg1: Veranderingen Cg2: Rijen en recurrente Betrekkingen	X	X	X
Eg Combinatoriek en kansrekening	Eg1: Combinatoriek Eg2: Kansen Eg3: Rekenen met kansen Eg4: Speciale discrete verdelingen	X X X X		X X X X
Ba Differentiaalrekening met toepassingen	Ba1: Afgeleide functies Ba2: Rekenregels	X X	X X	

Fa Statistiek en kansrekening	Fa1: Populatie en steekproef	X		X
	Fa2: Ordenen, verwerken en samenvatten van Statistische gegevens	X		X
	Fa3: Kansverdelingen	X		X
	Fa4: het toetsen van hypothesen	X		X
G Keuzeonderwerpen			X	

## 4.5 Wiskunde B VWO

### Positie van het vak

Het vak wiskunde B (600 slv) is een profielvak in het profiel NT. In het profiel NG mogen de leerlingen in plaats van wiskunde A desgewenst wiskunde B als profielvak kiezen. Dit geldt ook in het profiel E&M. In het profiel CM mag een leerling in plaats van wiskunde C desgewenst wiskunde B (of A) als profielvak kiezen. Het is een keuze van de school of wiskunde B in de andere profielen wordt aangeboden. Met name voor het profiel N&G lijkt dit wel wenselijk. Een combinatie van wiskunde A en B wordt niet toegestaan. Naast wiskunde B bevat het profiel NT als verplichte profielvakken natuurkunde en scheikunde en één profielkeuzevak, te kiezen uit informatica, biologie, het nieuwe bètavak 'natuur, leven, technologie' en wiskunde D. Het profiel NG bevat naast wiskunde A (of B) als verplichte profielvakken biologie en scheikunde en één profielvak te kiezen uit natuurkunde, het nieuwe bètavak 'natuur, leven, technologie' en aardrijkskunde.

### Aanpassingen examenprogramma aan nieuwe omvang vak

Bij de herstructurering tweede fase is het deelvak wiskunde B1 verdwenen en het vak wiskunde B neemt de plaats in van het oude vak wiskunde B12.

Voor het vak wiskunde B wordt de omvang gereduceerd van 760 slv (het wiskunde B12 programma) naar 600 slv. Hiervan is 100 slv niet ingevuld. Zij hebben betrekking op bijvoorbeeld praktische opdrachten (60 slv) en het keuze-onderwerp (40 slv).

Het nieuwe programma is opgebouwd uit bestaande (sub)domeinen. Gezien de geringere studielast van wiskunde B ten opzichte van wiskunde B12 is een aanzienlijke reductie noodzakelijke geweest. Vergeleken met het examenprogramma wiskunde B12 van 1998 zijn de 'wiskunde A-achtige' elementen zoals combinatoriek, kansrekening en statistiek vervallen, evenals continue dynamische modellen en voortgezette analyse. Bovendien is een deel van het meetkundeprogramma geschrapt. Daarentegen komt er in het nieuwe programma meer aandacht voor het aanleren en onderhouden van algebraïsche vaardigheden.

**Tabel 4.9: Onderdelen Wiskunde B VWO<sup>2</sup>**

Wiskunde B			
	B1	B1,2	B 2007
<b>Analyse</b>			
Formules en functies			
Standaardfuncties			X
Functies en grafieken	X	X	X
Vergelijkingen en ongelijkheden	X	X	X
Inverse functies			
Asymptoten en limietgedrag van functies		X	
Veranderingen	X	X	X
Rijen (discrete analyse)	X	X	
Afgeleide functies	X	X	X
Technieken voor differentiëren	X	X	X
Integraalrekening	X	X	X
Goniometrische functies en vergelijkingen	X	X	X
Rijen (voortgezette analyse)		X	
Convergentie van rijen		X	
Sommeerbare rijen		X	
Irrationale getallen		X	
Modelleren	X	X	
Oplossen van differentiaalvergelijkingen	X	X	
<b>Meetkunde</b>			
Oriëntatie op bewijzen		X	X
Ruimtelijke objecten	X	X	naar WISD
Berekeningen (in de meetkunde)	X	X	naar WISD
Constructie en bewijzen in de vlakke meetkunde		X	X
Afstanden en grenzen		X	
Oriëntatie op analytische en synthetische methoden		X	naar WISD
Meetkundige plaatsen en kegelsneden		X	naar WISD
Coördinaten, vergelijkingen en figuren in twee dimensies			naar WISD
Parametervoorstellingen			
Afstanden en vectoren			
Symmetrie en transformaties			
<b>Kansrekening en statistiek</b>			
Combinatoriek	X	X	naar WISD
Kansen	X	X	naar WISD
Rekenen met kansen	X	X	naar WISD
Speciale discrete verdelingen	X	X	naar WISD
Standaardafwijking	X	X	naar WISD
Normale verdeling	X	X	naar WISD
Toetsen van hypothesen	X	X	naar WISD

Vanaf 2007 wordt voor wiskunde B tijdelijk het geheel vastgestelde examenprogramma centraal geëxamineerd, behalve die onderdelen die zich door hun aard niet lenen voor een schriftelijk examen. Dit in tegenstelling tot wiskunde C, waarbij slechts 60% van het examenprogramma centraal wordt getoetst.

### Het programma voor wiskunde B

Hieronder een overzicht aan van het programma, opgedeeld in domeinen en subdomeinen.

**Tabel 4.10:** Domeinen Wiskunde B VWO<sup>4</sup>

Domeinen	Subdomeinen	in CE	moet in SE	mag in SE
A: Vaardigheden	A1: Informatievaardigheden	X	X	
	A2: Onderzoeksvaardigheden	X	X	
	A3: Technisch-instrumentele vaardigheden	X	X	
	A4: Oriëntatie op studie en beroep		X	
	A5: Algebraïsche vaardigheden	X	X	
Bg: Functies en grafieken	Bg1: Standaardfuncties	X		X
	Bg2: Functies, grafieken, vergelijkingen en ongelijkheden	X		X
Cg: Discrete analyse	Cg1: Veranderingen	X		X
Bb: Differentiaal- en Integraalrekening	Bb1: Afgeleide functies	X	X	
	Bb2: Algebraïsche technieken	X	X	
	Bb3: Integraalrekening	X	X	
Db: Goniometrische functies	Db1: Goniometrische functies	X	X	
Gb: Voortgezette meetkunde	Gb1: Oriëntatie op bewijzen	X	X	
	Gb2: Constructie en bewijzen in de vlakke meetkunde	X	X	
F: Keuzeonderwerpen			X	

## 4.6 Wiskunde C VWO

### Plaats van het vak

Het vak wiskunde C (480 sluis) is een profielvak in het profiel CM. In dit profiel mogen de leerlingen in plaats van wiskunde C ook wiskunde A of wiskunde B als profielvak kiezen. Het is de keuze van de school of leerlingen in het profiel CM wiskunde C mogen vervangen door wiskunde A dan wel B. Het opnemen van meer dan één van de wiskundevakken is niet toegestaan.

### Aanpassingen examenprogramma aan nieuwe omvang vak

Bij de herstructurering tweede fase hebben we te maken met een nieuwe vakkenstructuur en een nieuwe verdeling van de studielast. Het deelvak wiskunde A1 is vervangen door wiskunde C, met een eigen programma dat vrijwel overeenkomt met dat van wiskunde A1.

**Tabel 4.11: Onderdelen Wiskunde C VWO<sup>2</sup>**

Wiskunde C		
	A1	C 2007
Functies en grafieken	X	X
Discrete analyse: veranderingen	X	X
Discrete analyse: rijen	X	X
Grafen en matrices	X	X
Vorm en ruimte		
Algebra en tellen		
Logisch redeneren		
Combinatoriek, kansrekening, statistiek	X	X

(Bron: CTWO Verschildocument)

### Het programma voor wiskunde C

Hieronder een overzicht aan van het programma, opgedeeld in domeinen en subdomeinen.

**Tabel 4.12: Domeinen Wiskunde C VWO<sup>7</sup>**

Domeinen	Subdomeinen	in CE	moet in SE	mag in SE
Domein A Vaardigheden	A1: Informatievaardigheden A2: Onderzoeksvaardigheden A3: Technisch-instrumentele vaardigheden A4: Oriëntatie op studie en beroep A5: Algebraïsche vaardigheden	X X X X X	X X X X X	
Domein Bg Functies en grafieken	Bg1: Standaardfuncties Bg2: Formules, functies, grafieken, vergelijkingen en ongelijkheden	X X		X X
Domein Cg Discrete analyse	Cg1: Veranderingen Cg2: Rijen en recurrente betrekkingen	X	X	X
Domein Eg Combinatoriek en kansrekening	Eg1: Combinatoriek Eg2: Kansen Eg3: Rekenen met kansen Eg4: Speciale discrete verdelingen	X X X X		X X X X
Domein Ea Grafen en matrices	Ea1: Grafen Ea2: Matrices		X X	
Domein Fa Statistiek en kansrekening	Fa1: Populatie en steekproef Fa2: Ordenen, verwerken en samenvatten van statistische gegevens Fa3: Kansverdelingen		X X	X
Domein G Keuzeonderwerpen			X	

Het domein Bg heeft een profielspecifieke invulling gekregen. Het ligt in de bedoeling dat het domein Fa in een later stadium ook een profielspecifieke invulling krijgt. Opgemerkt wordt dat domein Ea: Grafen en matrices al een aantal jaren niet (meer) tot het oude programma behoorde.

---

## 4.7 Wiskunde D

### Plaats van het vak

Het vak wiskunde D is een profielkeuzevak binnen de profielen NT van HAVO en VWO, naast informatica, biologie en NLT. De school bepaalt het aanbod van deze vakken en de leerlingen dienen één van deze vakken als profielkeuzevak te kiezen. Daarnaast kunnen zij wiskunde D als keuze-examenvak kiezen. In de overige profielen mogen leerlingen die wiskunde B als profielvak volgen, wiskunde D als keuze-examenvak kiezen als de school dat toestaat. In de gehele vrije ruimte kunnen leerlingen domeinen uit wiskunde D kiezen, ook weer mits de school dat toestaat.

De school beslist zelf of wiskunde D wel of niet wordt aangeboden. Een school kan wiskunde D ook verplicht stellen voor alle NT-leerlingen.

### Veranderingen in het examenprogramma vanaf 2007

Bij de invoering van de tweede fase vanaf 2007 is de structuur van de profielen aangepast. De deelvakstructuur is opgeheven en er heeft een herverkaveling van vakken plaatsgevonden. Naast wiskunde B is er ruimte gemaakt voor het nieuwe vak wiskunde D. Dit vak is bedoeld als vak ter verdieping en verbreding van wiskunde B.

Wiskunde D heeft in het HAVO een omvang van 320 sluis en in het VWO 440 sluis.

Wiskunde D wordt alleen in een schoolexamen getoetst. Het schoolexamen dient in elk geval de subdomeinen die in het examenprogramma genoemd worden te omvatten. Daarnaast is het toegestaan onderwerpen toe te voegen.

Het gehele examenprogramma van wiskunde D wordt in het schoolexamen getoetst. Er is dus voor docenten en leerlingen meer vrijheid dan in de andere wiskundeprogramma's.

Het schoolexamen heeft betrekking op de globale subdomeinen. Leerlingen moeten aan de vastgestelde eindtermen voldoen. De inhoud en wijze van examinering van het schoolexamen wordt door de school vastgelegd in het Programma van Toetsing en Afsluiting

### Het programma: De (sub)-domeinen voor HAVO en VWO

Wiskunde D is bedoeld voor leerlingen die overwegen om door te stromen naar een exacte opleiding waarin wiskunde een rol speelt. Aangezien scholen niet verplicht zijn wiskunde D aan te bieden, is het niet mogelijk dat een vervolgopleiding het vak als verplichting opneemt in haar toelatingseisen. Het vak kan echter voor de individuele leerling doorstroomrelevant zijn, door de verdieping en verbreding die het wiskundig biedt. De verwachting is dat leerlingen die wiskunde D hebben gevolgd minder aansluitingsproblemen zullen hebben bij exacte opleidingen.

Hieronder een overzicht van het programma, opgedeeld in domeinen en subdomeinen. Hoewel de bijbehorende studielast niet is voorgeschreven, staat er ter advisering toch een globale aanduiding in sluis. Docenten kunnen er echter zelf voor kiezen bepaalde domeinen alleen globaal te behandelen en andere juist meer.

Tabel 4.13: Examenprogramma Wiskunde D<sup>8</sup>

De (sub)domeinen voor havo		De (sub)domeinen voor vwo	
Domein A: Vaardigheden	A1: Algemene vaardigheden A2: Wiskundige en natuurwetenschappelijke vaardigheden A3: Wiskundige vaardigheden	Domein A: Vaardigheden	A1: Algemene vaardigheden A2: Wiskundige en natuurwetenschappelijke vaardigheden A3: Wiskundige vaardigheden
Domein B: Kansrekening en statistiek (120 slv)	B1: Kansrekening B2: Statistiek - dataverwerking B3: Kansverdelingen B4: Profielspecifieke verdieping B5: Toepassing van statistische verwerkingsmethoden	Domein B: Kansrekening en statistiek (160 slv)	B1: Combinatoriek B2: Kansrekening B3: Ordenen, verwerken en samenvatten van statistische gegevens B4: Kansverdelingen B5: Het toetsen van hypothesen B6: Profielspecifieke verdieping
Domein C: Toegepaste analyse 2 (80 slv)	C1: Afgeleide functies 2 C2: Evenredigheidsverbanden C3: Exponentiële functies C4: Goniometrische functies	Domein C: Dynamische modellen 1 (80 slv)	C1: Discrete dynamische modellen C2: Continue dynamische modellen C3: Toepassingen van discrete en continue dynamische modellen
Domein D: Ruimte-meetkunde 2 (80 slv)	D1: Onderlinge ligging van punten, lijnen, vlakken in concrete situaties D2: Afstanden en hoeken in concrete situaties D3: Coördinaten en vectoren	Domein D: Meetkunde (80 slv)	D1: Oriëntatie op analytische en synthetische methoden D2: Coördinaten, vergelijkingen en figuren in twee dimensies D3: Lijnen, cirkels en kegelsneden in coördinaten D4: Parametrisering D5: De ruimte D6: Toepassingen en ICT
		Domein E: Complexe getallen (40 slv)	E1: Basisoperaties E2: Profielspecifieke verdieping
		Domein F: Dynamische modellen 2 (40 slv)	
Domein E: Wiskunde in technologie (80 slv)		Domein G: Wiskunde in wetenschap (80 slv)	
Domein F: Keuze-onderwerpen (40 slv)		Domein H: Keuze-onderwerpen (40 slv)	

### Overeenkomsten en verschillen

Het VWO heeft voor wiskunde D 120 slv meer beschikbaar dan het HAVO. Dit verschil leidt in het vakinhoudelijk deel tot meer verbreding bij het VWO dan bij het HAVO. Bij het VWO wordt een groter aantal subdomeinen aan de orde gesteld. Ook kent het VWO programma meer diepgang dan het HAVO-programma. Van VWO-leerlingen wordt meer verwacht op het gebied van formeel redeneren en bewijzen. Zowel voor het HAVO als het VWO kan wiskunde D een goede voorbereiding vormen op de wiskundige denktrant die in het hoger onderwijs wordt toegepast. In domein A "Vaardigheden" zijn er ogenschijnlijk geen verschillen tussen HAVO en VWO.

Toch zal er binnen dit domein differentiatie tussen HAVO- en VWO-leerlingen moeten worden aangebracht. Verschillende vaardigheden zullen VWO-leerlingen op een hoger niveau moeten beheersen dan HAVO-leerlingen. Bovendien wordt in het HAVO programma meer de nadruk gelegd op de technologische component en in het VWO programma meer op bèta-onderzoek als context.

---

Het domein "Kansrekening en statistiek" kent een gedeeltelijke overlap tussen het HAVO- en het VWO-programma. Kansrekening, kansverdelingen en statistiek komen in beide programma's voor maar in het VWO-programma wordt meer wiskundige diepgang gevraagd en komt onder andere ook het toetsen van hypothesen aan bod.

Vanzelfsprekend is er een verschil tussen HAVO en VWO wat de invulling van de samenwerking met het hoger onderwijs betreft.

Voor het HAVO is dat gericht op "Wiskunde in technologie". Dit domein beoogt leerlingen zicht te geven op exacte vervolgopleidingen en beroepen. De nadruk ligt op toepassingen van de wiskunde in technologie.

Voor het VWO is de samenwerking met het hoger onderwijs gericht op "Wiskunde in wetenschap". Binnen dit domein wordt met name gekeken naar de manier waarop wiskunde binnen exacte wetenschappen functioneert, zowel wat wiskundige resultaten betreft als wat het proces van het bedrijven van wiskunde betreft .

## **4.8 Algebraïsche vaardigheden**

Met het vaststellen van de nieuwe wiskundeprogramma's vanaf 2007 is voor zowel HAVO als VWO ook besloten aan te geven welke algebraïsche vaardigheden bij elk wiskundeprogramma horen. In domein A (Vaardigheden) is, in vergelijking met het oude wiskunde A12-programma, een subdomein A5 toegevoegd dat specifiek hierop betrekking heeft.

Afhankelijk van het wiskundeprogramma (HAVO of VWO, wiskunde A, B, C of D) wordt een verschillend niveau van algebraïsch inzicht en beheersing van vaardigheden en algebraïsche kennis verwacht. Van leerlingen die wiskunde B en D volgen, wordt een grotere mate van algebraïsch inzicht, formulevaardigheid en daarmee beheersing van algebraïsche technieken verwacht dan van een leerling die wiskunde A of C volgt.

Hieronder een overzicht van de algebra-eisen die aan examenkandidaten HAVO wiskunde A en HAVO wiskunde B worden gesteld. Het gaat hier om algebraïsche vaardigheden die in het kader van het CE getoetst kunnen worden.

**Tabel 4.14:** Algebraïsche vaardigheden HAVO Wiskunde A (NA) en Wiskunde B (NB)

Kennis		hA	hB
<b>A. Breukvormen</b>	1. $\frac{1}{A} + \frac{1}{B} = \frac{A+B}{AB}$ 2. $\frac{1}{A} + 1 = \frac{A+1}{A}$ 3. $\frac{A}{B} + \frac{C}{D} = \frac{AD+BC}{BD}$ 4. $A \cdot \frac{B}{C} = \frac{A \cdot B}{C} = \frac{A}{C} \cdot B = A \cdot B \cdot \frac{1}{C}$ 5. $\frac{A}{B} \cdot \frac{C}{D} = \frac{A \cdot C}{B \cdot D}$ 6. $\frac{A}{\frac{B}{C}} = A \cdot \frac{C}{B} = \frac{A \cdot C}{B}$		X X X X X X
<b>B. Wortelvormen</b>	1. $\sqrt{A \cdot B} = \sqrt{A} \cdot \sqrt{B}$ 2. $\sqrt{\frac{A}{B}} = \frac{\sqrt{A}}{\sqrt{B}}$ 3. $\sqrt{A+B} = C \rightarrow A = (C-B)^2$		X X X
<b>C. Bijzondere producten</b>	1. $(A \pm B)^2 = A^2 \pm 2AB + B^2$ 2. $(A+B)(A-B) = A^2 - B^2$ 3. $(A \pm B)(C \pm D) = AC \pm AD \pm BC \pm BD$		X <sup>1</sup> X X
<b>D. Exponenten en logaritmen</b>	1. Machtsregels kennen 2. Regels voor logaritmen kennen		X X
<b>E. Goniometrie</b>	$\sin^2 x + \cos^2 x = 1$ $\sin(-x) = -\sin x$ $\cos(-x) = \cos x$		X X X

Vaardigheden		hA	hB
<b>F. Omwerken van formules</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>Omwerken van expressies</li> <li>Substitutie van expressies in expressies</li> <li>Complexere delen van een expressie vervangen door een enkelvoudige 'plaatsvervanger' en daarmee verder werken</li> </ol>		X X X
<b>G. Vergelijkingen oplossen met behulp van algemene vormen</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li><math>A \cdot B = 0 \rightarrow A = 0</math> of <math>B = 0</math></li> <li><math>A \cdot B = A \cdot C \rightarrow A = 0</math> of <math>B = C</math></li> <li><math>\frac{A}{B} = C \Leftrightarrow A = B \cdot C</math> met <math>B \neq 0</math></li> <li><math>\frac{A}{B} = \frac{C}{D} \Leftrightarrow A \cdot D = B \cdot C</math> met <math>B, D \neq 0</math></li> <li><math>A^2 = B^2 \Leftrightarrow A = B</math> of <math>A = -B</math></li> </ol>		X X X X X
<b>H. Vergelijkingen met polynomen oplossen via standaardalgoritmen</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>Eerstegraadsvergelijkingen</li> <li>Tweedegraadsvergelijkingen</li> </ol>	X	X X
<b>I. Ongelijkheden van het type <math>f(x) \leq (g(x))</math></b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>Indien mogelijk <math>f(x) = g(x)</math> exact en verder grafisch</li> </ol>		X

Inzicht: strategieën en redeneringen			
<b>J. Algebraïsch redeneren</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>Kwalitatief redeneren aan de hand van een gegeven expressie (zoals: getransformeerde standaardfuncties als zodanig herkennen en daarmee vanuit de kenmerkende karakteristieken redeneren ipv. rekenen)</li> <li>het doorzien van de structuur van een formule</li> </ol>		X X

Algebraïsche vaardigheden komen bij wiskunde A vrijwel alleen voor bij het oplossen van contextproblemen. De eisen die op dit terrein aan wiskunde A leerlingen worden gesteld, zijn duidelijk minder hoog dan de eisen die worden gesteld aan wiskunde B leerlingen. Voor de invulling van de algebraïsche vaardigheden in het schoolexamen staat het de school vrij om meer vaardigheden te toetsen dan het CE voorschrijft, bijvoorbeeld voor leerlingen die profiel NG volgen.

De kruisjeslijst hieronder geeft een overzicht van de algebraïsche vaardigheden, voor zover deze in de eindexamenprogramma's VWO C, VWO A en VWO B (deels) zijn opgenomen. (Deze lijst heeft niet de pretentie om volledig dekkend te zijn. U moet het zien als een indicatie.)

Tabel 4.15: Algebraïsche vaardigheden Wiskunde A B C VWO

Kennis		vC	vA	vB
A. Breukvormen	<ol style="list-style-type: none"> <li><math>\frac{1}{A} + \frac{1}{B} = \frac{A+B}{AB}</math></li> <li><math>\frac{A}{B} + C = \frac{A+BC}{B}</math></li> <li><math>\frac{A}{B} + \frac{C}{D} = \frac{AD+BC}{BD}</math></li> <li><math>A \cdot \frac{B}{C} = \frac{A \cdot B}{C} = \frac{A}{C} \cdot B = A \cdot B \cdot \frac{1}{C}</math></li> <li><math>\frac{A}{B} \cdot \frac{C}{D} = \frac{A \cdot C}{B \cdot D}</math></li> <li><math>\frac{A}{\frac{B}{C}} = A \cdot \frac{C}{B} = \frac{A \cdot C}{B}</math></li> </ol>	X	X	X
B. Wortelvormen	<ol style="list-style-type: none"> <li><math>\sqrt{A \cdot B} = \sqrt{A} \cdot \sqrt{B}</math></li> <li><math>\sqrt{\frac{A}{B}} = \frac{\sqrt{A}}{\sqrt{B}}</math></li> <li><math>\sqrt{A} = B \rightarrow A = B^2</math></li> </ol>	X	X	X
C. Bijzondere producten	<ol style="list-style-type: none"> <li><math>(A \pm B)^2 = A^2 \pm 2AB + B^2</math></li> <li><math>(A+B)(A-B) = A^2 - B^2</math></li> </ol>			X
D. Exponenten en logaritmen	<ol style="list-style-type: none"> <li>Machtsregels kennen</li> <li>Regels voor logaritmen kennen</li> </ol>	X	X	X
E. Goniometrie	Zie syllabus vwo wiskunde B, domeinDb			X

Vaardigheden		vC	vA	vB
F. 'Herleidingen' uitvoeren aan de hand van de elementen genoemd bij 'kennis'	<ol style="list-style-type: none"> <li>Via substitutie van getallen</li> <li>Via substitutie van expressies</li> <li>Via reductie van expressies</li> <li>Via het omwerken van formules</li> </ol>	X	X	X
G. Vergelijkingen oplossen met behulp van algemene vormen	<ol style="list-style-type: none"> <li><math>A \cdot B = 0 \rightarrow A = 0</math> of <math>B = 0</math></li> <li><math>A \cdot B = A \cdot C \rightarrow A = 0</math> of <math>B = C</math></li> <li><math>\frac{A}{B} = C \Leftrightarrow A = B \cdot C</math> met <math>B \neq 0</math></li> <li><math>\frac{A}{B} = \frac{C}{D} \Leftrightarrow A \cdot D = B \cdot C</math> met <math>B, D \neq 0</math></li> <li><math>A^2 = B^2 \Leftrightarrow A = B</math> of <math>A = -B</math></li> </ol>	X	X	X
H: Vergelijkingen oplossen met behulp van standaardfuncties en transformaties	<ol style="list-style-type: none"> <li><math>f(bx + c) + d = e</math></li> <li><math>f(A) = f(B)</math></li> <li>Lijn- en puntsymmetrie kunnen hanteren: <ul style="list-style-type: none"> <li>* <math>f(a+b) = f(a-b)</math> bij lijnsymmetrie in <math>x = a</math></li> <li>* <math>f(a+b) = -f(a-b)</math> bij puntsymmetrie in <math>(a,0)</math></li> </ul> </li> </ol>			X
I: Vergelijkingen met polynomen oplossen via standaardalgoritmen	<ol style="list-style-type: none"> <li>Eerstegraadsvergelijkingen</li> <li>Tweedegraadsvergelijkingen</li> <li>Eerste- of tweedegraads-</li> </ol>	X	X	X

	vergelijkingen met parameter(s)			
J: Vergelijkingen van het type $f(x) = g(x)$	1. Indien mogelijk exact			X
K: Ongelijkheden van het type $f(x) > g(x)$	1. Indien mogelijk $f(x) = g(x)$ exact en verder grafisch			X

Inzicht: strategieën en redeneringen		vC	vA	vB
L: Kwalitatief redeneren	1. Kwalitatief redeneren aan de hand van een gegeven expressie (zoals: getransformeerde standaardfuncties als zodanig herkennen en daarmee vanuit de kenmerkende karakteristieken redeneren ipv. rekenen)	X	X	X
	2. Gedrag van een expressie (functie) globaal (uitzoomen) en lokaal (inzoomen) kwalitatief beschrijven	X	X	X
	3. Het doorzien van de structuur van een formule	X	X	X
M: Substitutie en reductie	1. Expressies invullen voor variabelen en daarmee verder werken			X
	2. Complexere delen van een expressie vervangen door 'plaatsvervangers' zodat een herkenbare expressie ontstaat		X	X
N: Algebraïsche stappen om expressies te bewerken kunnen benoemen en afwegen	1. Het vrijmaken van een variabele of expressie en daarmee verder werken			X
	2. Inverteren van formules en elimineren van variabelen en expressies			X
	3. Flexibel kunnen wisselen tussen betekenis toekennen aan symbolen en betekenisloos kunnen manipuleren			X

In het CE voor wiskunde C komen deze vaardigheden alleen binnen contextrijke opgaven voor. Het lijkt vooral van belang leerlingen de technieken die ze in de onderbouw geleerd hebben (of zouden moeten hebben) te laten onderhouden.

Wiskunde D is een verdieping en verbreding van wiskunde B. Het beheersingsniveau van algebraïsche vaardigheden is ten minste dat van wiskunde B. Dat wil zeggen dat een leerling die wiskunde D volgt, voldoende wiskundige kennis (van concepten, procedures en wanneer die toe te passen) heeft of opgebouwd om zelfstandig meerdere stappen bij de oplossing van complexere problemen te kunnen zetten.

### Leermiddelen

Uitgangspunt bij de herziening voor 2007 is dat voor het onderwijs van het nieuwe programma de bestaande leermiddelen toereikend moeten zijn. Daartoe zal aan alle leerlingen met behulp van bijvoorbeeld studiewijzers bij de bestaande leerboeken voor bijvoorbeeld wiskunde A12 verduidelijkt moeten worden op welke wijze sommige paragrafen en bladzijden geïnterpreteerd moeten worden ten aanzien van de formulering van de eindtermen die horen bij het nieuwe programma van wiskunde A. Sommige uitgeverijen geven wel een aan de nieuwe eindtermen aangepaste editie van hun methode uit. Indien de school gebruikt maakt van de vrijheid om vakonderdelen buiten het examenprogramma in het SE op te nemen, dan zullen ook bijbehorende leermiddelen gezocht moeten worden. Uitdrukkelijk valt daarbij te denken aan de mogelijkheden die ICT en internet op dit terrein te bieden hebben.

---

## 4.9 Natuurkunde

### Positie van het vak

Het vak natuurkunde is een verplicht profielvak in het profiel Natuur en Techniek. Het neemt daar een plaats in naast wiskunde B, scheikunde en één profielkeuzevak, te kiezen uit wiskunde D, biologie, informatica of het nieuwe bètavak natuur, leven, technologie (NLT). In het profiel Natuur en Gezondheid is natuurkunde een profielkeuzevak. In de profielen Economie en Maatschappij en Cultuur en Maatschappij is natuurkunde een keuze-examenvak. Het is aan een school toegestaan om het vak natuurkunde (of gedeelten daarvan, bijvoorbeeld in de vorm van modules) ook in het vrije deel aan te bieden.

### Aanpassing examenprogramma aan nieuwe omvang vak

Bij de herstructurering tweede fase 2007 hebben we te maken met een nieuwe vakkenstructuur en een nieuwe verdeling van de studielast. Voor natuurkunde betekent dit dat er geen deelvak natuurkunde 1 meer zal bestaan.

Voor het gehele vak natuurkunde VWO wordt de omvang gereduceerd van 560 sl u naar 480 sl u. Hiervan is 40 sl u niet ingevuld; dat is vrije ruimte die nodig is voor o.a. het practicum. Van de resterende 440 sl u beslaat het CE deel ongeveer 330 sl u (75%).

Voor het gehele vak natuurkunde HAVO wordt de omvang gereduceerd van 440 sl u naar 400 sl u. Hiervan is 40 sl u niet ingevuld; dat is vrije ruimte die nodig is voor o.a. het practicum. Van de resterende 360 sl u beslaat het CE deel ongeveer 270 sl u (75%).

Uit het programma natuurkunde 1,2 van 1998 zijn een aantal subdomeinen geschrapt en andere subdomeinen ingeperkt.

Vanaf 2007 is een deel van het programma aangewezen dat niet meer in het centraal examen wordt getoetst, maar wel in het schoolexamen. 25% van het programma valt buiten het centrale examen en wordt alleen in het schoolexamen geëxamineerd. Het centraal te examineren deel beslaat een studielast van ongeveer 330 sl u voor VWO en ongeveer 270 sl u HAVO. De examenstof dient geheel te worden onderwezen. Het is dus niet zo dat het bevoegd gezag in de school vrij is een gedeelte van de schoolexamenstof te laten vervallen, omdat deze niet centraal geëxamineerd wordt.

### Practicum en experimenteel onderzoek

In het natuurkundeprogramma is ruimte geschapen voor o.a. practicum. Zowel illustratief klassikaal practicum als onderdeel van het natuurkundeonderwijs, als praktische opdrachten waarbij leerlingen zelfstandig of in groepjes experimenteel onderzoek doen, vormen volgens breed gedragen opvattingen in het docentenveld een elementair onderdeel van goed natuurkundeonderwijs en een noodzakelijke voorbereiding op het profielwerkstuk.

Het aantal lessen natuurkunde in de lessentabel staat veelal op gespannen voet met het belang dat docenten en leerlingen aan practicum en experimenteel onderzoek in praktische opdrachten hechten.

## De programma's voor HAVO en VWO

**Tabel 4.16:** Examenprogramma Natuurkunde HAVO/VWO<sup>9</sup>

De (sub)domeinen voor vwo		De (sub)domeinen voor havo	
Domein A Vaardigheden	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Taalvaardigheden</li> <li>2. Reken-/wiskundige vaardigheden</li> <li>3. Informatievaardigheden</li> <li>4. Technisch-instrumentele vaardigheden</li> <li>5. Ontwerpvaardigheden</li> <li>6. Onderzoeksvaardigheden</li> <li>7. Maatschappij, studie en beroep</li> </ol>	Domein A1 Vaardigheden	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Taalvaardigheden</li> <li>2. Reken-/wiskundige vaardigheden</li> <li>3. Informatievaardigheden</li> <li>4. Technisch-instrumentele vaardigheden</li> <li>5. Ontwerpvaardigheden</li> <li>6. Onderzoeksvaardigheden</li> <li>7. Maatschappij, studie en beroep</li> </ol>
		Domein A2 Analyse van en reflectie op natuurwetenschap en techniek	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Kennisvorming</li> <li>2. Toepassing van kennis</li> <li>3. De invloed van natuurwetenschap en techniek</li> </ol>
Domein B Elektriciteit en magnetisme	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Elektrische stroom</li> <li>2. Signaalverwerking</li> <li>3. Elektromagnetisme</li> <li>4. Inductie en wisselstromen</li> </ol>	Domein B Elektrische processen	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Elektriciteit</li> <li>2. Regelsystemen en signaalverwerking</li> <li>3. Elektromagnetisme</li> <li>4. Opwekking en transport van elektrische energie</li> </ol>
Domein C Mechanica	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Rechthoekige beweging</li> <li>2. Kracht en moment</li> <li>3. Arbeid en energie</li> <li>4. Kromlijnige beweging</li> </ol>	Domein C Licht en geluid	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Licht</li> <li>2. Trillingen en golven</li> </ol>
Domein D Warmteleer	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Gas en vloeistof</li> <li>2. Thermische processen</li> </ol>	Domein D Kracht en beweging	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Beweging</li> <li>2. Kracht, arbeid en energie</li> </ol>

De (sub)domeinen voor vwo		De (sub)domeinen voor havo	
Domein E Golven en straling	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Trilling en golf</li> <li>2. Licht</li> <li>3. Elektromagnetisch spectrum</li> <li>4. Radioactiviteit</li> </ol>	Domein E Materie en energie	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Energie</li> <li>2. Straling, gezondheid en kernenergie</li> </ol>

### Overeenkomsten en verschillen

VWO heeft voor natuurkunde 80 sluis meer aan beschikbare studietijd dan HAVO. Dit verschil leidt in het vakinhoudelijk deel tot een differentiatie op het gebied van het aantal subdomeinen dat aan de orde gesteld wordt. Op de HAVO is de diepgang van een aantal onderwerpen beduidend beperkter.

Een opvallend verschil tussen het HAVO en het VWO programma is dat in het HAVO programma 40 sluis is ingeruimd voor domein A2: 'Analyse van en reflectie op natuurwetenschap en techniek'. Omdat ANW als vak op HAVO is verdwenen is er nu bij natuurkunde, scheikunde en biologie ruimte ingebouwd voor dit voormalige ANW domein.

In domein A (HAVO A1): 'Vaardigheden' zijn er ogenschijnlijk geen verschillen. Uit de specificatie voor het centraal examen blijken er echter wel verschillen bij A2-3 voor wat betreft de reken-/wiskundige vaardigheden.

Doordat er verder vanuit het vakinhoudelijk deel eindtermen naar de subdomeinen

A3: 'Informatievaardigheden', A4: 'Technisch-instrumentele vaardigheden', A5:

'Ontwerpvaardigheden' en A6: 'Onderzoeksvaardigheden' verplaatst zijn, zijn deze genoemde subdomeinen bij HAVO en VWO ook verschillend geworden voor wat betreft de contexten voor deze vaardigheden.

---

Zo is bijvoorbeeld in het VWO-programma het onderwerp modelleren toegevoegd aan het subdomein Informatievaardigheden als eindterm A3-9.

Voor het overige onderscheiden de programma's van HAVO en VWO zich op meer traditionele punten die ook al in de programma's van 1998 aanwezig waren.

In het algemeen valt te stellen dat het VWO-programma in het vakinhoudelijk deel meer diepgang kent en er meer beroep wordt gedaan op het abstraherend vermogen van de leerling. Bij het onderwerp licht kent het HAVO-programma alleen de geometrische optica, terwijl bij VWO ook facetten van de golfoptica behandeld worden.

In het HAVO-programma komt een aantal meer concrete uit het leven van alledag en uit de wereld van de beroepen afkomstige onderwerpen en contexten voor.

In het VWO programma ligt meer nadruk op een meer theoretische aanpak en onderwerpen en contexten die afkomstig zijn uit de natuurwetenschappen. Zo komen bijvoorbeeld bij elektromagnetische straling in het HAVO-programma alleen de belangrijkste (waarneembare) eigenschappen aan de orde terwijl bij het VWO programma veel dieper op de aard en het ontstaan van elektromagnetische straling wordt ingegaan.

In het HAVO-programma wordt er vaker naar een kwalitatieve verklaring gevraagd, terwijl voor het VWO vaker een kwantitatieve aanpak vereist is. Bij een VWO leerling zijn er ook hogere eisen te stellen op het gebied van reflectie en argumentatie.

#### **4.10 Conclusies en aanbevelingen**

Het meest opvallend aan de profielwijzigingen is de (mogelijke) diversiteit tussen de verschillende scholen: de vrijheid die VO scholen hebben in het wel of niet aanbieden van bepaalde vakken kan grote verschillen opleveren tussen de leerlingen die naar het HBO doorstromen. Zo kan bijvoorbeeld een leerling met N&G profiel alleen wiskunde A gevolgd hebben, of in het andere uiterste zowel wiskunde B, D als natuurkunde. Het omgaan met deze verschillen zal de primaire uitdaging zijn voor HBO instellingen.

Hierbij is het belangrijk:

- op de eerste plaats goed te bekijken wat het verwachte minimale kennisniveau is behorend bij een bepaald profiel (wat is het minimale vakkenpakket en wat zijn de eindtermen)
- te besluiten hoe om te gaan met de verschillen in instroom tussen de studenten:
  - wordt bij het vaststellen van het curriculum uitgegaan van het minimale pakket van de instroom zoals die voor elke VO school (hopelijk) geldt of, wellicht praktischer:
    - wordt binnen de opleiding een gewenste minimale kennis vastgesteld en worden studenten met een beperkt pakket (bijvoorbeeld alleen wiskunde A bij een N&G profiel) bijgespijkerd.
- hoe moet worden omgegaan met studenten met een uitgebreid pakket (wiskunde D)
  - krijgen ze vrijstellingen (gebaseerd op een diagnostische toets) of wellicht de mogelijkheid een verkorte route te volgen?

Overleg tussen docenten van het HBO en de VO scholen zal hierbij een belangrijke rol spelen.

---

## 4.11 Referenties

- 1) Tweede fase Adviespunt, [www.tweedefase-loket.nl](http://www.tweedefase-loket.nl)
- 2) CTWO Verschildocument betreffende de concept examenprogramma's Wiskunde, Commissie Toekomst Wiskunde Onderwijs, [www.CTWO.nl](http://www.CTWO.nl)
- 3) Handreiking schoolexamen Wiskunde A HAVO tweede fase, Nico Alink, Iris van Gulik, Jenneke Krüger, SLO Enschede, maart 2007.
- 4) Handreiking schoolexamen Wiskunde B HAVO tweede fase, Nico Alink, Iris van Gulik, Jenneke Krüger, SLO Enschede, maart 2007.
- 5) Handreiking schoolexamen Wiskunde A VWO tweede fase, Nico Alink, Iris van Gulik, Jenneke Krüger, SLO Enschede, maart 2007.
- 6) Handreiking schoolexamen Wiskunde B VWO tweede fase, Nico Alink, Iris van Gulik, Jenneke Krüger, SLO Enschede, maart 2007.
- 7) Handreiking schoolexamen Wiskunde C VWO tweede fase, Nico Alink, Iris van Gulik, Jenneke Krüger, SLO Enschede, maart 2007.
- 8) Handreiking schoolexamen Wiskunde D VWO tweede fase, Nico Alink, Iris van Gulik, Jenneke Krüger, SLO Enschede, maart 2007.
- 9) Handreiking schoolexamen Natuurkunde HAVO/VWO tweede fase, Lambert Heijnen, SLO Enschede, maart 2007.

**Bijlage 4.1: Examenprogramma Natuurkunde 2009 HAVO**

In onderstaand overzicht is weergegeven welke eindtermen van domeinen en subdomeinen van het examenprogramma onderdeel uitmaken van het centraal examen vanaf 2007, welke domeinen en subdomeinen betrekking hebben op het schoolexamen en welke zijn vervallen. Naast de aangegeven domeinen en subdomeinen van het schoolexamen kan het bevoegd gezag er ook voor kiezen om hierin op te nemen een of meer domeinen of subdomeinen waarop het centraal examen betrekking heeft, of andere vakonderdelen die per kandidaat kunnen verschillen.

	CE	SE
<b>Domein A1: Vaardigheden</b>		
<b>Subdomein A1-1: Taalvaardigheden</b>		
1.1 correct formuleren.	CE	SE
1.2 conventies hanteren bij tekst- en alineaopbouw, tekstsoort en uiterlijke presentatie.	CE	SE
1.3 beknopt formuleren.	CE	SE
1.4 taalgebruik afstemmen op het doel en het publiek.	CE	SE
1.5 informatie inhoudelijk logisch presenteren.	CE	SE
1.6 op adequate wijze informatie overbrengen.	CE	SE
1.7 een standpunt beargumenteren en verdedigen.	CE	SE
1.8 verslag doen.	CE	SE
<b>Subdomein A1-2: Reken-/wiskundige vaardigheden</b>		
2.1 basisrekenvaardigheden uitvoeren: <ul style="list-style-type: none"><li>▪ een (grafische) rekenmachine gebruiken;</li><li>▪ rekenen met verhoudingen, procenten, machten, wortels;</li><li>▪ omtrek van een cirkel berekenen;</li><li>▪ de oppervlakte berekenen van een driehoek en een cirkel;</li><li>▪ absolute waarde toepassen.</li></ul>	CE	SE
2.2 berekeningen uitvoeren met bekende grootheden en relaties en daarbij de juiste formules en eenheden hanteren: <ul style="list-style-type: none"><li>▪ formules zoals vermeld bij de vakinhoudelijke subdomeinen.</li></ul>	CE	SE
2.3 wiskundige technieken toepassen: <ul style="list-style-type: none"><li>▪ omwerken van eenvoudige wiskundige betrekkingen;</li><li>▪ rekenen met evenredigheden (recht en omgekeerd);</li><li>▪ oplossen van lineaire en tweedegraadsvergelijkingen;</li><li>▪ twee lineaire vergelijkingen met twee onbekenden oplossen;</li><li>▪ stelling van Pythagoras toepassen;</li><li>▪ sinus-, cosinus- en tangensfunctie toepassen;</li><li>▪ vectoren optellen, aftrekken, ontbinden en vermenigvuldigen met een scalar;</li><li>▪ berekeningen bij ontbinden alleen bij twee onderling loodrechte richtingen;</li><li>▪ berekeningen van grootte en richting bij samenstellen van vectoren alleen bij twee onderling loodrechte assen;</li><li>▪ grafieken tekenen met behulp van een functievoorschrift;</li><li>▪ interpoleren en extrapoleren in grafieken, tabellen en diagrammen;</li><li>▪ de grafiek tekenen en het functievoorschrift opstellen bij rechtevenredige verbanden;</li><li>▪ raaklijn tekenen aan een kromme en de richtingscoëfficiënt bepalen;</li><li>▪ de oppervlakte onder een grafiek schatten, benaderen.</li></ul>	CE	SE
2.4 afgeleide eenheden herleiden tot eenheden van het SI.	CE	SE
2.5 uitkomsten schatten en beoordelen.	CE	SE

<p><b>2.6</b> uitkomsten van berekeningen weergeven in een aanvaardbaar aantal significante cijfers:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ een uitkomst mag één significant cijfer meer of minder bevatten dan op grond van de nauwkeurigheid van de vermelde gegevens verantwoord is.</li> </ul>	CE	SE
<p>Subdomein A1-3: Informatievaardigheden</p> <p><b>3.1</b> informatie verwerven en selecteren uit schriftelijke, mondelinge en audiovisuele bronnen, mede met behulp van ICT.</p> <p><b>3.2</b> informanten kiezen en informanten bevragen.</p> <p><b>3.3</b> benodigde gegevens halen uit grafieken, tekeningen, simulaties, schema's, diagrammen en tabellen en deze gegevens interpreteren, mede met behulp van ICT:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ onder andere het in tabellen opzoeken van grootheden, symbolen, eenheden en formules.</li> </ul> <p><b>3.4</b> gegevens weergeven in grafieken, tekeningen, schema's, diagrammen en tabellen, mede met behulp van ICT.</p> <p><b>3.5</b> hoofd- en bijzaken onderscheiden.</p> <p><b>3.6</b> feiten met bronnen verantwoorden.</p> <p><b>3.7</b> informatie en meetresultaten analyseren, schematiseren en structureren, mede met behulp van ICT.</p> <p><b>3.8</b> de betrouwbaarheid beoordelen van informatie en de waarde daarvan vaststellen voor het op te lossen probleem of te maken ontwerp.</p> <p><b>3.9</b> natuurkundige grootheden via de computer meten met een sensor.</p>	CE CE CE CE CE CE CE CE CE	SE SE SE SE SE SE SE SE SE
<p>Subdomein A1-4: Technisch-instrumentele vaardigheden</p> <p><b>4.1</b> gebruik maken van stoffen, instrumenten en apparaten:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ voor het in de praktijk uitvoeren van experimenten en technische ontwerpen met betrekking tot de in de domeinen genoemde vakinhoud, voorzover veiligheid, milieueisen, kosten en beschikbaar instrumentarium dit toelaten.</li> </ul> <p>specificatie apparatuur:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ krachtmeter;</li> <li>▪ stemvork, toongenerator, luidspreker, microfoon, oscilloscoop;</li> <li>▪ prisma, filters, optische bank, optische schijf, brekingslichamen, positieve lens, glasvezels, fototoestel, diaprojector, overheadprojector;</li> <li>▪ vloeistofthermometer, meetlint, maatglas, stopwatch en weegschaal;</li> <li>▪ elektroscop, batterij, voedingsapparaat, schuifweerstand, stroommeter, spanningsmeter, kWh-meter, ohmse weerstand, LDR, NTC, LED;</li> <li>▪ permanente magneten, stroomspoel, transformator;</li> <li>▪ GM-teller.</li> </ul> <p><b>4.2</b> bij het raadplegen, verwerken en presenteren van informatie en bij het inzichtelijk maken van processen gebruik maken van toepassingen van ICT.</p> <p><b>4.3</b> gebruik maken van micro-elektronicasystemen voor meten, sturen en regelen.</p> <p><b>4.4</b> aangeven met welke technieken en apparaten de belangrijkste grootheden uit de natuurwetenschappen worden gemeten.</p> <p><b>4.5</b> verantwoord omgaan met stoffen, instrumenten en organismen, zonder daarbij schade te berokkenen aan mensen, dieren en milieu.</p>	CE CE CE CE CE	SE SE SE SE SE
<p>Subdomein A1-5: Ontwerpvaardigheden</p> <p><b>5.1</b> een technisch probleem herkennen en specificeren.</p> <p><b>5.2</b> een technisch probleem herleiden tot een ontwerpopdracht.</p>	CE CE	SE SE

5.3 prioriteiten, mogelijkheden en randvoorwaarden vaststellen voor het uitvoeren van een ontwerp.	CE	SE
5.4 een werkplan maken voor het uitvoeren van een ontwerp.	CE	SE
5.5 een ontwerp bouwen.	CE	SE
5.6 ontwerpproces en -product evalueren, rekening houdende met ontwerpeisen en randvoorwaarden.	CE	SE
5.7 voorstellen doen voor verbetering van het ontwerp.	CE	SE
Subdomein A1-6: Onderzoeksvaardigheden		
6.1 een natuurwetenschappelijk probleem herkennen en specificeren.	CE	SE
6.2 verbanden leggen tussen probleemstellingen, hypothesen, gegevens en aanwezige natuurwetenschappelijke voorkennis.	CE	SE
6.3 een natuurwetenschappelijk probleem herleiden tot een onderzoeksvraag.	CE	SE
6.4 hypothesen opstellen en verwachtingen formuleren.	CE	SE
6.5 prioriteiten, mogelijkheden en randvoorwaarden vaststellen om een natuurwetenschappelijk onderzoek uit te voeren.	CE	SE
6.6 een werkplan maken voor het uitvoeren van een natuurwetenschappelijk onderzoek ter beantwoording van een onderzoeksvraag.	CE	SE
6.7 relevante waarnemingen verrichten en (meet)gegevens verzamelen.	CE	SE
6.8 conclusies trekken op grond van verzamelde gegevens van uitgevoerd onderzoek.	CE	SE
6.9 oplossingen, onderzoeksgegevens, resultaten en conclusies evalueren.	CE	SE
Subdomein A1-7: Maatschappij, studie en beroep		
7.1 toepassingen van de natuurwetenschappen herkennen in verschillende maatschappelijke situaties.	CE	SE
7.2 maatschappelijke effecten benoemen van natuurwetenschappelijke en technologische toepassingen in verschillende maatschappelijke situaties.	CE	SE
7.3 een relatie leggen tussen natuurwetenschappelijke kennis en vaardigheden en de praktijk van verschillende beroepen.	CE	SE
7.4 een relatie leggen tussen eigen vaardigheden, kennis en attitudes en de eisen van opleidingen en beroepsuitoefening.	CE	SE
<b>Domein A2: Analyse van en reflectie op natuurwetenschap en techniek</b>		
A2.1 Subdomein: Kennisvorming		
<b>A2.1.1</b> met voorbeelden uitleggen hoe natuurwetenschappelijke kennis tot stand komt en hierbij het cyclisch karakter van onderzoek aangeven: <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ theorieën als basis voor onderzoek;</li> <li>▪ uitvoering van experimenteel onderzoek;</li> <li>▪ aanpassing van de theorie op basis van de geïnterpreteerde resultaten en een uitspraak doen over de betrouwbaarheid van een gegeven natuurwetenschappelijk onderzoek door het beoordelen van: <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ de bronnen en gegevens;</li> <li>▪ de werkwijze;</li> <li>▪ de interpretatie van de resultaten;</li> <li>▪ de presentatie van de conclusies.</li> </ul> </li> </ul>		SE
<b>A2.1.2</b> met voorbeelden het gebruik en de ontwikkeling toelichten van methoden, technieken, instrumenten en materialen en hierbij aangeven hoe deze ontwikkeling en de vakinhoudelijke kennisvorming van invloed zijn op elkaar, waar het gaat om: <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ onderzoeksmethoden en experimenteertechnieken;</li> <li>▪ methoden voor analyse en interpretatie;</li> </ul>		SE

<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ instrumenten en materialen.</li> </ul> <p><b>A2.1.3</b> met voorbeelden uitleggen wanneer onderzoek in interdisciplinair of multidisciplinair verband wordt opgezet en welke eisen deze samenwerking stelt aan de omgang met begrippen, modellen en onderzoek.</p> <p><b>A2.1.4</b> met voorbeelden toelichten dat bij onderzoek van persoonlijke en maatschappelijke vragen kennis gebruikt kan worden uit meerdere vakgebieden, ook uit niet-natuurwetenschappelijke vakgebieden.</p> <p><b>A2.1.5</b> met voorbeelden uitleggen hoe waarneming en theorievorming met elkaar samenhangen.</p>		SE
<p>A2.2 Subdomein: Toepassing van kennis</p> <p><b>A2.2.1</b> met voorbeelden uitleggen hoe natuurwetenschappelijke kennis toegepast wordt om maatschappelijk relevante producten en technieken te ontwikkelen, en aangeven hoe samenleving en technologische ontwikkelingen elkaar beïnvloeden.</p> <p><b>A2.2.2</b> met voorbeelden toelichten dat de ontwikkeling van natuurwetenschappelijke kennis niet vanzelf leidt tot nieuwe relevante toepassingen maar dat bij de ontwikkeling voldaan moet worden aan:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ functionele criteria;</li> <li>▪ sociaal-economische criteria;</li> <li>▪ ethische criteria.</li> </ul>		SE
<p><b>A2.3</b> Subdomein: De invloed van natuurwetenschap en techniek</p> <p><b>A2.3.1</b> een oordeel geven over de betrouwbaarheid van beweringen – waaronder ook de eigen beweringen- door passende criteria te hanteren bij het beoordelen van:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ bronnen;</li> <li>▪ de kwaliteit van een product of techniek of behandeling;</li> <li>▪ de kwaliteit van onderzoek waaraan de bewering refereert.</li> </ul> <p><b>A2.3.2</b> met voorbeelden de invloed -in verleden, heden en toekomst- toelichten van:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ culturele, economische, maatschappelijke en politieke belangen op de ontwikkeling van natuurwetenschap en techniek;</li> <li>▪ natuurwetenschappelijke kennis en techniek op het dagelijks leven;</li> <li>▪ natuurwetenschappelijke kennis en techniek op het beeld dat mensen hebben van de natuur en hun eigen rol daarin.</li> </ul> <p><b>A2.3.3</b> een standpunt innemen en beargumenteren over:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ toepassingen van natuurwetenschap of techniek in de maatschappij;</li> <li>▪ het eigen leerproces in het omgaan met natuurwetenschappelijke kennis en techniek.</li> </ul>		SE
<b>Domein B: Elektrische processen</b>		
<p>Subdomein B1: Elektriciteit</p> <p><b>11.1</b> toepassingen van het gebruik van elektriciteit beschrijven in de gezondheidszorg en techniek:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ opwekking van warmte;</li> <li>▪ magnetische werking.</li> </ul> <p><b>11.2</b> eigenschappen, functie en wijze van aansluiting beschrijven van onderdelen van een elektrische schakeling:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ spanningsbron;</li> <li>▪ weerstand, LDR, NTC;</li> <li>▪ gloeilamp, verwarmingselement, LED;</li> <li>▪ stroommeter en spanningsmeter;</li> </ul>	CE	CE

<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ zekering en aardlekschakelaar;</li> <li>▪ kWh-meter.</li> </ul> <p><b>11.3</b> schema's tekenen van elektrische schakelingen die opgebouwd of beschreven zijn.</p> <p><b>11.4</b> problemen oplossen met behulp van formules:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ spanning, stroom, weerstand, energie en/of vermogen;</li> <li>▪ serie- en parallelschakeling;</li> <li>▪ soortelijke weerstand en draadvormige geleiders;</li> <li>▪ omrekenen kWh naar J en omgekeerd.</li> </ul> <p><b>11.5</b> de volgende formules toepassen:</p> $I = \frac{Q}{t}, U = IR, U = U_1 + U_2 + \dots, R_v = R_1 + R_2 + \dots, I = I_1 + I_2 + \dots,$ $\frac{1}{R_v} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots, R = \rho \frac{\lambda}{A}, P = \frac{E}{t}, P = UI, P = I^2 R.$	<p>CE</p> <p>CE</p> <p>CE</p>	
<p>Subdomein B2: Regelsystemen en signaalverwerking</p> <p><b>12.1</b> het gebruik uitleggen van geautomatiseerde meet-, stuur- en regelsystemen in en om het huis, in de milieutechniek en in de gezondheidszorg:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ de functie van sensor, verwerker en actuator;</li> <li>▪ bij een gegeven doel een keuze maken uit sensoren.</li> </ul> <p><b>12.2</b> het bereik, de gevoeligheid en de nauwkeurigheid van een sensor experimenteel of op grond van gegevens bepalen.</p> <p><b>12.3</b> bij het doen van proeven de elektronische verwerkers bepalen die bij gegeven signalen de gewenste actie uitvoeren:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ omzetting van analoge in digitale signalen;</li> <li>▪ EN/OF-poort, invertor, comparator;</li> <li>▪ geheugenelement, teller;</li> <li>▪ gehele, decimale, getallen omzetten in binaire code en omgekeerd.</li> </ul>	<p>CE</p> <p>CE</p> <p>CE</p>	
<p>Subdomein B3: Elektromagnetisme</p> <p><b>13.1</b> magnetische verschijnselen verklaren in termen van magneetpolen, magneetvelden, magnetische kracht, permanente magneten, stroomvoerende draden, spoelen en elektro-magneten:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ luidspreker, microfoon, magneetband;</li> <li>▪ elektromagneet;</li> <li>▪ aardlekschakelaar en relais;</li> <li>▪ aardmagnetisme en kompas.</li> </ul> <p><b>13.2</b> bij elektromotor, luidspreker en microfoon, de werking uitleggen met behulp van de begrippen elektrische stroom, magnetisch veld en lorentzkracht.</p> <p><b>13.3</b> beschrijven hoe de afbuiging van een bundel elektronen in een magnetisch veld plaatsvindt in:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ beeldvorming bij de beeldbuis van een TV of monitor.</li> </ul> <p><b>13.4</b> de grootte bepalen van de lorentzkracht op een stroomvoerende draad, als de stroom loodrecht staat op de richting van het magneetveld.</p>		<p>SE</p> <p>SE</p> <p>SE</p> <p>SE</p>

<p><b>13.5</b> ten minste de volgende formules toepassen:</p> $F_L = BI\lambda, \quad \eta = \frac{P_{\text{nuttig}}}{P_{\text{in}}} \cdot 100\%$		
<p>Subdomein B4: Opwekking en transport van elektrische energie</p> <p><b>14.1</b> uitleggen hoe in ons eigen land, maar ook elders in de wereld, de elektriciteitsvoorziening wordt gerealiseerd:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ verschillende soorten energiecentrales;</li> <li>▪ hoogspanningsnet;</li> <li>▪ rendement van energieopwekking en transport;</li> <li>▪ milieu-effecten.</li> </ul> <p><b>14.2</b> de opwekking van wisselspanning kwalitatief uitleggen in termen van fluxverandering, tijdsduur en inductiespanning:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ bouw en werking van dynamo.</li> </ul> <p><b>14.3</b> de functie en toepassing van de transformator aangeven:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ toepassing van de regels voor spanning, stroom en vermogen bij een ideale transformator;</li> <li>▪ uitleggen waarom een transformator gebruikt wordt bij transport en distributie van elektrische energie;</li> <li>▪ de functie aangeven van een transformator bij het scheiden van circuits in verband met de veiligheid;</li> <li>▪ elektrisch lassen.</li> </ul> <p><b>14.4</b> ten minste de volgende formules toepassen:</p> $\frac{U_p}{U_s} = \frac{N_p}{N_s}, \quad P_p = P_s$	<p>SE</p> <p>SE</p> <p>SE</p> <p>SE</p>	
<b>Domein C: Licht en geluid</b>		
<p>Subdomein C1: Licht</p> <p><b>15.1</b> berekeningen maken met de brekingswetten:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ tekenen van de lichtweg;</li> <li>▪ hoek van inval, hoek van breking, brekingsindex;</li> <li>▪ grenshoek.</li> </ul> <p><b>15.2</b> met de brekingswetten het doorgeven van licht door een glasvezelkabel en de kleurschifting in een prisma beschrijven.</p> <p><b>15.3</b> de plaats en de grootte van het reële beeld bepalen bij het gebruik van een positieve lens door een tekening en een berekening:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ sterkte van een lens;</li> <li>▪ lenzenformule en lineaire vergroting;</li> <li>▪ menselijk oog, nabijheidspunt, accommodatie;</li> <li>▪ fototoestel, overheadprojector, diaprojector.</li> </ul> <p><b>15.4</b> uitleggen op welke wijze een vergroot beeld wordt waargenomen bij het gebruik van een loep in de situatie van een geaccommodeerd oog:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ in een tekening de vorming van het virtuele beeld schematisch weergeven.</li> </ul>	<p>CE</p> <p>CE</p> <p>CE</p> <p>CE</p> <p>CE</p>	

<p><b>15.5</b> aangeven welke technieken en principes gebruikt worden om beeld en geluid vast te leggen en over te brengen: digitale techniek; magneetband en compactdisc.</p> <p><b>15.6</b> voorbeelden noemen van toepassingen van ultrasoon geluid en laserlicht in de gezondheidszorg:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ echografie;</li> <li>▪ glasvezeltechniek.</li> </ul> <p><b>15.7</b> de volgende formules toepassen:</p> $\frac{\sin i}{\sin r} = n, \quad \sin g = \frac{1}{n}, \quad S = \frac{1}{f}, \quad \frac{1}{f} = \frac{1}{b} + \frac{1}{v}, \quad N = \left  \frac{b}{v} \right  = \frac{\text{beeldgrootte}}{\text{voorwerp-grootte}}.$	<p>CE</p> <p>CE</p>	
<p>Subdomein C2: Trillingen en golven</p> <p><b>16.1</b> uit de uitwijking-tijd-grafiek van een mechanische of elektrische trilling de trillingstijd, frequentie, amplitude en het soort trilling (harmonisch of niet) bepalen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ sinusvorm;</li> <li>▪ cardiogram;</li> <li>▪ oscillogram van stemvork, trillende snaar, menselijke stem, zuivere toon.</li> </ul> <p><b>16.2</b> het ontstaan van een harmonische trilling met een vaste eigenfrequentie uitleggen als gevolg van een krachtwerking in de richting van de evenwichtsstand, evenredig met de uitwijking:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ slinger en massaveersysteem;</li> <li>▪ veerconstante.</li> </ul> <p><b>16.3</b> de uitbreiding van geluid en licht in de vorm van lopende golven beschrijven:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ golflengte, frequentie en golfsnelheid;</li> <li>▪ faseverschil, afstand en golflengte.</li> </ul> <p><b>16.4</b> versterking en verzwakking van geluid door interferentie in verband brengen met faseverschillen.</p> <p><b>16.5</b> het verschijnsel resonantie verklaren:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ staande golfpatronen in snaar- en blaasinstrumenten;</li> <li>▪ knopen en buiken (niet het ontstaan ervan);</li> <li>▪ te nemen maatregelen tegen ongewenste resonanties.</li> </ul> <p><b>16.6</b> een overzicht geven van het elektromagnetisch spectrum met voorbeelden en toepassingen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ golfsnelheid elektromagnetische golven in vacuüm als natuurconstante;</li> <li>▪ verband stralingssoort en frequentie;</li> <li>▪ kleuren, infrarood en ultraviolet;</li> <li>▪ betekenis van frequentieafspraken bij radio, TV, telecommunicatie.</li> </ul> <p><b>16.7</b> de volgende formules toepassen:</p> $f = \frac{1}{T}, \quad \lambda = vT, \quad T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{C}}, \quad T = 2\pi\sqrt{\frac{\lambda}{g}}, \quad \lambda = n \cdot \frac{1}{2} \lambda \quad (n = 1, 2, \dots),$ $\lambda = (2n - 1) \cdot \frac{1}{4} \lambda \quad (n = 1, 2, \dots).$	<p>CE</p> <p>CE</p> <p>CE</p> <p>CE</p> <p>CE</p> <p>CE</p> <p>CE</p> <p>CE</p>	

<b>Domein D: Kracht en beweging</b>		
<p>Subdomein D1: Beweging</p> <p><b>17.1</b> plaats-tijd-diagrammen interpreteren:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ snelheid bepalen met behulp van raaklijn;</li> <li>▪ gemiddelde snelheid;</li> <li>▪ in een diagram van een valbeweging met wrijving de eindsnelheid bepalen.</li> </ul> <p><b>17.2</b> snelheid-tijd-diagrammen interpreteren:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ verplaatsing bepalen met behulp van oppervlakte;</li> <li>▪ in een diagram van de vrije val de versnelling bepalen;</li> <li>▪ in een diagram van een valbeweging met wrijving de eindsnelheid bepalen.</li> </ul> <p><b>17.3</b> berekeningen maken bij een vrije val vanuit rust:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ valversnelling, valtijd, snelheid, hoogte.</li> </ul> <p><b>17.4</b> de begrippen baansnelheid, omlooptijd en toerental toepassen bij een eenparig ronddraaiend voorwerp.</p> <p><b>17.5</b> de grootheden noemen die een rol spelen bij het eenparig versnellen van voertuigen en hiermee gegeven problemen oplossen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ afgelegde weg, gemiddelde snelheid, snelheid en versnelling;</li> <li>▪ versnellen vanuit rust.</li> </ul> <p><b>17.6</b> problemen over de veiligheid in het verkeer oplossen, gebruikmakend van natuurkundige begrippen en relaties:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ remweg, reactietijd, veilige snelheid en veilige afstand;</li> </ul> <p><b>17.7</b> de volgende formules toepassen:</p> $s(t) = vt, \quad v_{gem} = \frac{\Delta s}{\Delta t}, \quad a = \frac{\Delta v}{\Delta t}, \quad s(t) = \frac{1}{2}at^2, \quad v = \frac{2\pi r}{T}$	<p>CE</p> <p>CE</p> <p>CE</p> <p>CE</p> <p>CE</p> <p>CE</p> <p>CE</p>	
<p>Subdomein D2: Kracht, arbeid en energie</p> <p><b>18.1</b> de eerste wet van Newton uitleggen aan de hand van voorbeelden:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ evenwicht van krachten;</li> <li>▪ systemen in rust of eenparige beweging;</li> <li>▪ traagheid, massa en dichtheid.</li> </ul> <p><b>18.2</b> met de tweede wet van Newton de resulterende kracht of de versnelling berekenen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ zwaartekracht en valversnelling.</li> </ul> <p><b>18.3</b> de derde wet van Newton toepassen in eenvoudige situaties.</p> <p><b>18.4</b> krachten op een systeem weergeven als vectoren en hiermee krachten berekenen in situaties van rust en constante snelheid:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ krachten op een voorwerp benoemen;</li> <li>▪ schematische vectortekening van krachten;</li> <li>▪ in een tekening krachten samenstellen en ontbinden;</li> <li>▪ de grootte berekenen; alleen bij twee onderling loodrechte componenten;</li> <li>▪ hellend vlak.</li> </ul> <p><b>18.5</b> de grootheden noemen die een rol spelen bij het eenparig versnellen en vertragen van voertuigen en hiermee gegeven problemen oplossen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ arbeid en kinetische energie;</li> <li>▪ aandrijfkracht;</li> <li>▪ wrijvingskracht: lucht-, schuif- en rolweerstand;</li> </ul>	<p>CE</p> <p>CE</p> <p>CE</p> <p>CE</p> <p>CE</p>	

<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ normaalkracht;</li> <li>▪ veiligheidsgordel, veiligheidshelm, hoofdsteen, kreukelzone, kooiconstructie, airbag en remsysteem.</li> </ul> <p><b>18.6</b> de wet van behoud van energie toepassen onder andere bij een vrije val, verticale worp omhoog:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ arbeid door de zwaartekracht, zwaarte-energie;</li> <li>▪ energieomzetting, bewegingsenergie;</li> <li>▪ veerenergie, warmteontwikkeling bij het bereiken van de ondergrond;</li> <li>▪ hoogte, grootte van de beginsnelheid, grootte van de eindsnelheid.</li> </ul> <p><b>18.7</b> berekeningen maken over kracht, arbeid en vermogen in situaties van voertuigen bij verschillende constante snelheden op een vlakke weg:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ snelheid, vermogen en energiegebruik in het verkeer;</li> <li>▪ verbrandingswarmte/stookwaarde van brandstoffen;</li> <li>▪ rendement van motoren;</li> <li>▪ milieu-effecten van motoren.</li> </ul> <p><b>18.8</b> de volgende formules toepassen:</p> $F_z = mg, \quad m = \rho V, \quad F_{res} = ma, \quad E_z = mgh, \quad E_k = \frac{1}{2}mv^2, \quad W = Fs,$ $W_{tot} = \Delta E_k$ $P = \frac{\Delta E}{\Delta t}, \quad P = \frac{W}{t}, \quad P = Fv, \quad \eta = \frac{E_{nuttig}}{E_{in}} \cdot 100\%, \quad \eta = \frac{P_{nuttig}}{P_{in}} \cdot 100\%$ $\eta = \frac{W_{uit}}{W_{in}} \cdot 100\%$	<p>CE</p> <p>CE</p> <p>CE</p>	
<p>Subdomein D3: Versnellen en vertragen</p> <p><b>19. Verplaatst</b></p>		
<p>Subdomein D4: Cirkelbeweging</p> <p><b>20. Vervallen</b></p>		
<b>Domein E: Materie en energie</b>		
<p>Subdomein E1: Materie en energie</p> <p><b>21.1</b> macroscopische verschijnselen verklaren met behulp van modellen van de materie:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ temperatuur en warmtetransport (atomen en moleculen);</li> <li>▪ elektromagnetische straling (atomen);</li> <li>▪ ioniserende straling (atoomkernen).</li> </ul> <p><b>21.2</b> berekeningen maken met de energiebalans:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ soortelijke warmte, warmtecapaciteit;</li> <li>▪ verwarming van ruimtes;</li> <li>▪ warmtehuishouding van het menselijk lichaam.</li> </ul> <p><b>21.3</b> de werking van warmte-isolerende maatregelen verklaren aan de hand van de verschillende vormen van warmtetransport:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ geleiding en stroming;</li> <li>▪ straling;</li> <li>▪ isolatiemateriaal, thermoskan, ruimteverwarming.</li> </ul>	<p>SE</p> <p>SE</p> <p>SE</p>	

<p><b>21.4</b> het rendement van energieomzettingen berekenen.</p> <p><b>21.5</b> onderzoeken op welke wijze het rendement van energie-omzettingen kan worden verhoogd:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ wet van behoud van energie;</li> <li>▪ rendement van energie-omzettingen.</li> </ul> <p><b>21.6</b> aan de hand van verzamelde informatie factoren bespreken die een rol spelen bij het duurzamer gebruik maken van energie in situaties van verkeer en vervoer:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ opslag van energie in een vliegwiel;</li> <li>▪ energiegebruik en massa;</li> <li>▪ hergebruik van materialen;</li> <li>▪ dilemma tussen energiegebruik en veiligheid.</li> </ul> <p><b>21.7</b> tenminste de volgende formules toepassen</p> $Q = cm\Delta T, \quad Q = C\Delta T.$		<p>SE</p> <p>SE</p> <p>SE</p> <p>SE</p>
<p>Subdomein E2: Straling en gezondheid</p> <p><b>22.1</b> de verschillende soorten ioniserende straling en hun eigenschappen beschrijven:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ achtergrondstraling, röntgenstraling, <math>\alpha</math> -, <math>\beta</math> - en <math>\gamma</math> -straling;</li> <li>▪ ioniserend en doordringend vermogen;</li> <li>▪ detectie: GM-buis, badge.</li> </ul> <p><b>22.2</b> eenvoudige berekeningen maken waarbij de halveringstijd een rol speelt:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ alleen bij veelvoud van de halveringstijd;</li> <li>▪ vervalcurve, activiteit.</li> </ul> <p><b>22.3</b> een vervalvergelijking van een radioactieve kern opstellen als gegeven is welke straling wordt uitgezonden:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ atoomnummer, massagetal, isotoop.</li> </ul> <p><b>22.4</b> de effecten bespreken van ioniserende straling op de mens en het milieu:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ schema: bron, straling, ontvanger;</li> <li>▪ bestraling en besmetting;</li> <li>▪ absorptie, stralingsdosis en dosisequivalent, omrekenen van eV in joule en omgekeerd;</li> <li>▪ stralingsnormen;</li> <li>▪ afwegen van risico's.</li> </ul> <p><b>22.5</b> toepassing van ioniserende straling verklaren in industrie en techniek:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ doorstraling van voedsel;</li> <li>▪ materiaalonderzoek;</li> <li>▪ meettechniek, halveringsdikte;</li> <li>▪ gebruik van tracers.</li> </ul> <p><b>22.6</b> toepassingen noemen van beschermingsmaatregelen bij het gebruik van ioniserende straling in de gezondheidszorg en techniek:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ röntgenfoto, in- en uitwendige bestraling;</li> <li>▪ afscherming, dracht.</li> </ul> <p><b>22.7</b> de werking van een kerncentrale verklaren:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ reactievergelijkingen;</li> <li>▪ massadefect, atomaire massa-eenheid;</li> <li>▪ kettingreactie, kritiek zijn, verrijkt uranium;</li> <li>▪ veiligheidsvoorzieningen bij winning, transport, gebruik, opwerking en afval.</li> </ul>	<p>CE</p> <p>CE</p> <p>CE</p> <p>CE</p> <p>CE</p> <p>CE</p> <p>CE</p> <p>CE</p>	

<p><b>22.8</b> voor- en nadelen noemen van het gebruik van kernenergie op grote schaal en in de hele wereld:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ splijtstofcyclus, afvalprobleem;</li> <li>▪ beargumenteerde mening vormen;</li> <li>▪ risico's beoordelen en afwegen.</li> </ul> <p><b>22.9</b> de volgende formules toepassen:</p> $A = N + Z, \quad H = QD, \quad D = \frac{S_{str}}{m}, \quad E = mc^2.$	CE	
<p>Subdomein E3: Kernenergie en techniek</p> <p><b>23. Vervallen</b></p>		

## Bijlage 4.2: Examenprogramma Natuurkunde 2009 VWO

In onderstaand overzicht is weergegeven welke eindtermen van domeinen en subdomeinen van het examenprogramma onderdeel uitmaken van het centraal examen vanaf 2007, welke domeinen en subdomeinen betrekking hebben op het schoolexamen en welke zijn vervallen. Naast de aangegeven domeinen en subdomeinen van het schoolexamen kan het bevoegd gezag er ook voor kiezen om hierin op te nemen een of meer domeinen of subdomeinen waarop het centraal examen betrekking heeft, of andere vakonderdelen die per kandidaat kunnen verschillen

	CE	SE
<b>Domein A1: Vaardigheden</b>		
<b>Subdomein A1-1: Taalvaardigheden</b>		
<b>1.1</b> correct formuleren.	CE	SE
<b>1.2</b> conventies hanteren bij tekst- en alineaopbouw, tekstsoort en uiterlijke presentatie.	CE	SE
<b>1.3</b> beknopt formuleren.	CE	SE
<b>1.4</b> taalgebruik afstemmen op het doel en het publiek.	CE	SE
<b>1.5</b> informatie inhoudelijk logisch presenteren.	CE	SE
<b>1.6</b> op adequate wijze informatie overbrengen.	CE	SE
<b>1.7</b> een standpunt beargumenteren en verdedigen.	CE	SE
<b>1.8</b> verslag doen.	CE	SE
<b>Subdomein A1-2: Reken-/wiskundige vaardigheden</b>		
<b>2.1</b> basisrekenvaardigheden uitvoeren: <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ een (grafische) rekenmachine gebruiken;</li> <li>▪ rekenen met verhoudingen, procenten, machten, wortels;</li> <li>▪ omtrek van een cirkel berekenen;</li> <li>▪ de oppervlakte berekenen van een driehoek en een cirkel;</li> <li>▪ absolute waarde toepassen.</li> </ul>	CE	SE
<b>2.2</b> berekeningen uitvoeren met bekende grootheden en relaties en daarbij de juiste formules en eenheden hanteren: <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ formules zoals vermeld bij de vakinhoudelijke subdomeinen.</li> </ul>	CE	SE
<b>2.3</b> wiskundige technieken toepassen: <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ omwerken van eenvoudige wiskundige betrekkingen;</li> <li>▪ rekenen met evenredigheden (recht en omgekeerd);</li> <li>▪ oplossen van lineaire en tweedegraadsvergelijkingen;</li> <li>▪ twee lineaire vergelijkingen met twee onbekenden oplossen;</li> <li>▪ stelling van Pythagoras toepassen;</li> <li>▪ sinus-, cosinus- en tangensfunctie toepassen;</li> <li>▪ vectoren optellen, aftrekken, ontbinden en vermenigvuldigen met een scalar;</li> <li>▪ grafieken tekenen met behulp van een functievoorschrift;</li> <li>▪ interpoleren en extrapoleren in grafieken, tabellen en diagrammen;</li> <li>▪ de grafiek tekenen en het functievoorschrift opstellen bij rechtevenredige verbanden;</li> <li>▪ raaklijn tekenen aan een kromme en de richtingscoëfficiënt bepalen;</li> <li>▪ de oppervlakte onder een grafiek schatten, benaderen of door integreren bepalen.</li> <li>▪ relaties van de vorm <math>y = ax^2</math>, <math>y = ax^{-1}</math>, <math>y = ax^{1/2}</math> door coördinatentransformatie weergeven als grafieken met een rechte lijn;</li> <li>▪ radiaal als hoekmaat;</li> <li>▪ benadering van sinus en tangens voor kleine hoeken;</li> <li>▪ <math>\log x</math>, <math>\ln x</math>, <math>e^{-ax}</math>, <math>e^{ax}</math>, <math>a^x</math>, en <math>x^a</math>.</li> </ul>	CE	SE

<b>2.4</b> afgeleide eenheden herleiden tot eenheden van het SI.	CE	SE
<b>2.5</b> uitkomsten schatten en beoordelen.	CE	SE
<b>2.6</b> uitkomsten van berekeningen weergeven in een aanvaardbaar aantal significante cijfers: ▪ een uitkomst mag één significant cijfer meer of minder bevatten dan op grond van de nauwkeurigheid van de vermelde gegevens verantwoord is.	CE	SE
Subdomein A1-3: Informatievaardigheden		
<b>3.1</b> informatie verwerven en selecteren uit schriftelijke, mondelinge en audiovisuele bronnen, mede met behulp van ICT.	CE	SE
<b>3.2</b> informanten kiezen en informanten bevragen.	CE	SE
<b>3.3</b> benodigde gegevens halen uit grafieken, tekeningen, simulaties, schema's, diagrammen en tabellen en deze gegevens interpreteren, mede met behulp van ICT: ▪ onder andere het in tabellen opzoeken van grootheden, symbolen, eenheden en formules	CE	SE
<b>3.4</b> gegevens weergeven in grafieken, tekeningen, schema's, diagrammen en tabellen, mede met behulp van ICT.	CE	SE
<b>3.5</b> hoofd- en bijzaken onderscheiden.	CE	SE
<b>3.6</b> feiten met bronnen verantwoorden.	CE	SE
<b>3.7</b> informatie en meetresultaten analyseren, schematiseren en structureren, mede met behulp van ICT.	CE	SE
<b>3.8</b> de betrouwbaarheid beoordelen van informatie en de waarde daarvan vaststellen voor het op te lossen probleem of te maken ontwerp.	CE	SE
<b>3.9</b> gebruik maken van computermodellen om bewegingen te beschrijven.	CE	SE
Subdomein A1-4: Technisch-instrumentele vaardigheden		
<b>4.1</b> gebruik maken van stoffen, instrumenten en apparaten: ▪ voor het in de praktijk uitvoeren van experimenten en technische ontwerpen met betrekking tot de in de domeinen B t/ m E genoemde vakinhoud, voorzover veiligheid, milieu-eisen, kosten en beschikbaar instrumentarium dit toelaten. specificatie apparatuur: ▪ krachtmeter, hefboom, katrol en tandwiel; ▪ videocamera (videometen); ▪ sensor en computer, lichtpoortje, reedcontact, stroboscopische foto; ▪ stemvork, toongenerator, luidspreker, microfoon, oscilloscoop; ▪ prisma, filters, optische bank, optische schijf, brekingslichamen, positieve lens, glasvezels, fotoestel, diaprojector, overheadprojector; ▪ vloeistofthermometer, meetlint, maatglas, stopwatch en weegschaal; ▪ elektroscop, batterij, voedingsapparaat, schuifweerstand, stroommeter, spanningsmeter, kWh-meter, ohmse weerstand, LDR, NTC, LED, permanente magneten, stroomspoel, dynamo, transformator. ▪ GM-teller.	CE	SE
<b>4.2</b> bij het raadplegen, verwerken en presenteren van informatie en bij het inzichtelijk maken van processen gebruik maken van toepassingen van ICT.	CE	SE
<b>4.3</b> gebruik maken van micro-elektronica systemen voor het sturen, meten en regelen van grootheden.	CE	SE
<b>4.4</b> aangeven met welke technieken en apparaten de belangrijkste grootheden uit de natuurwetenschappen worden gemeten.	CE	SE

4.5 verantwoord omgaan met stoffen, instrumenten en organismen, zonder daarbij schade te berokkenen aan mens, dier en milieu	CE	SE
Subdomein A1-5: Ontwerpvaardigheden		
5.1 een technisch probleem herkennen en specificeren.	CE	SE
5.2 een technisch probleem herleiden tot een ontwerpopdracht.	CE	SE
5.3 prioriteiten, mogelijkheden en randvoorwaarden vaststellen voor het uitvoeren van een ontwerp.	CE	SE
5.4 een werkplan maken voor het uitvoeren van een ontwerp.	CE	SE
5.5 een ontwerp bouwen.	CE	SE
5.6 ontwerpproces en -product evalueren, rekening houdende met ontwerpeisen en randvoorwaarden.	CE	SE
5.7 voorstellen doen voor verbetering van het ontwerp.	CE	SE
Subdomein A1-6: Onderzoeksvaardigheden		
6.1 een natuurwetenschappelijk probleem herkennen en specificeren.	CE	SE
6.2 verbanden leggen tussen probleemstellingen, hypothesen, gegevens en aanwezige natuurwetenschappelijke voorkennis.	CE	SE
6.3 een natuurwetenschappelijk probleem herleiden tot een onderzoeksvraag.	CE	SE
6.4 hypothesen opstellen en verwachtingen formuleren.	CE	SE
6.5 prioriteiten, mogelijkheden en randvoorwaarden vaststellen om een natuurwetenschappelijk onderzoek uit te voeren.	CE	SE
6.6 een werkplan maken voor het uitvoeren van een natuurwetenschappelijk onderzoek ter beantwoording van een onderzoeksvraag.	CE	SE
6.7 relevante waarnemingen verrichten en (meet) gegevens verzamelen.	CE	SE
6.8 conclusies trekken op grond van verzamelde gegevens van uitgevoerd onderzoek.	CE	SE
6.9 oplossing, onderzoeksgegevens, resultaat en conclusies evalueren	CE	SE
Subdomein A1-7: Maatschappij, studie en beroep		
7.1 toepassingen van de natuurwetenschappen herkennen in verschillende maatschappelijke situaties.	CE	SE
7.2 maatschappelijke effecten benoemen van natuurwetenschappelijke en technologische toepassingen in verschillende maatschappelijke situaties.	CE	SE
7.3 een relatie leggen tussen natuurwetenschappelijke kennis en vaardigheden en de praktijk van verschillende beroepen.	CE	SE
7.4 een relatie leggen tussen eigen vaardigheden, kennis en attitudes en de eisen van opleidingen en beroepsuitoefening.	CE	SE
<b>Domein B: Elektriciteit en magnetisme</b>		
Subdomein B1: Elektrische stroom		
8.1 schakelingen ontwerpen om lampen, elektromotoren, verwarmingselementen en sensoren op de juiste spanning te laten werken: <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ schakelschema's tekenen;</li> <li>▪ spanningsbron;</li> <li>▪ weerstanden in serie;</li> <li>▪ weerstanden parallel;</li> <li>▪ kortsluiting, smeltveiligheid;</li> <li>▪ aarding, aardlekschakelaar;</li> <li>▪ spanningsdeling.</li> </ul>	CE	
8.2 spanning, stroom en weerstand bepalen aan de hand van gegeven grafieken, tabellen en formules:	CE	

<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ ohmse weerstanden;</li> <li>▪ halfgeleiderdiode, LDR, NTC;</li> <li>▪ gloeilamp, LED, verwarmingselement,</li> <li>▪ soortelijke weerstand.</li> </ul> <p><b>8.3</b> het vermogen en het rendement van energieomzettingen in een elektrische kring berekenen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ elektrische energie;</li> <li>▪ warmteontwikkeling;</li> <li>▪ kWh-meter.</li> </ul> <p><b>8.4</b> de volgende formules toepassen:</p> $I = \frac{Q}{t}, U = IR, U = U_1 + U_2 + \dots, R_v = R_1 + R_2 + \dots, I = I_1 + I_2 + \dots,$ $\frac{1}{R_v} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots, R = \rho \frac{\lambda}{A}, P = \frac{\Delta E}{\Delta t}, P = UI.$	CE	
<p>Subdomein B2: Signaalverwerking</p> <p><b>9.1</b> de werking van gegeven meet-, stuur- en regelsystemen beschrijven:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ interpretatie van blokschema's;</li> <li>▪ signaalwaarden.</li> </ul> <p><b>9.2</b> natuurkundige grootheden via de computer meten met een sensor:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ aansluiting op voedingsspanning en verwerker;</li> <li>▪ interpretatie van het in- en uitgangssignaal;</li> <li>▪ de geschiktheid van een sensor beoordelen op grond van bereik, gevoeligheid en nauwkeurigheid (testexperimenten en fabrieksgegevens).</li> </ul> <p><b>9.3</b> bij het doen van proeven de elektronische verwerkers bepalen die bij gegeven signalen de gewenste actie uitvoeren:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ omzetting van analoge in digitale signalen;</li> <li>▪ EN/OF-poort, invertor, comparator;</li> <li>▪ geheugenelement, teller;</li> <li>▪ AD-omzetter.</li> </ul> <p><b>9.4</b> een eenvoudig geautomatiseerd meet-, stuur- of regelsysteem ontwerpen en bouwen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ blokschema;</li> <li>▪ aansturen van actuatoren;</li> <li>▪ terugkoppeling.</li> </ul>	SE	SE
<p>Subdomein B3: Elektromagnetisme</p> <p><b>10.1</b> de effecten beschrijven van de aanwezigheid van elektrische lading:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ positieve en negatieve lading;</li> <li>▪ homogeen elektrisch veld;</li> <li>▪ veldlijnen, veldsterkte;</li> <li>▪ ontladingen, onweer.</li> </ul> <p><b>10.2</b> energieverandering van een geladen deeltje in een elektrisch veld berekenen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ verband tussen spanning en kinetische energie;</li> <li>▪ omrekenen eV naar joule en omgekeerd;</li> <li>▪ elektronenkanon van beeldbuis en oscilloscoop;</li> <li>▪ röntgenbuis;</li> <li>▪ lineaire versneller.</li> </ul>	CE	CE

<p><b>10.3</b> magnetische verschijnselen verklaren in termen van magnetisch veld:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ veldlijnen;</li> <li>▪ sterkte van het magnetische veld;</li> <li>▪ permanente magneet, rechte stroomdraad, spoel;</li> <li>▪ relais, reedcontact.</li> </ul> <p><b>10.4</b> de richting en de grootte van de lorentzkracht bepalen op stroomdraden en op geladen deeltjes:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ elektromotor en draaispoelmeter;</li> <li>▪ afbuiging elektronenbundel;</li> <li>▪ hallsensor.</li> </ul> <p><b>10.5</b> de volgende formules toepassen</p> $F_{el} = qE, \Delta E_k = qU, F_L = BI\lambda, F_L = Bqv, B = \mu_0 \frac{NI}{\lambda}$	CE	
Subdomein B4: Inductie en wisselstromen		
<p><b>11.1</b> het principe van elektromagnetische inductie kwalitatief toepassen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ bewegende magneet in een spoel;</li> <li>▪ draaiend draadraam in homogeen magneetveld;</li> <li>▪ dynamo;</li> <li>▪ in- en uit-schakelverschijnselen.</li> </ul>		SE
<p><b>11.2</b> stroom door en spanning over de spoelen van een transformator berekenen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- formules voor de ideale transformator;</li> <li>▪ creëren van zeer hoge spanningen of stromen;</li> <li>▪ energietransport over lange afstand;</li> <li>▪ scheiden van circuits met het oog op veiligheid en ont koppeling.</li> </ul>		SE
<p><b>11.3</b> wisselspanningen en wisselstromen meten en gelijkrichten:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ oscilloscoop, multimeter en computer;</li> <li>▪ diodebrugcel;</li> <li>▪ maximale waarde van de wisselspanning;</li> <li>▪ effectieve waarde van de wisselspanning;</li> <li>▪ periode en frequentie.</li> </ul>		SE
<p><b>11.4</b> ten minste de volgende formules toepassen:</p> $\Phi = B_n A, U_{ind} = N \frac{ \Delta\Phi }{\Delta t}, \frac{U_p}{U_s} = \frac{N_p}{N_s}, P_p = P_s, U(t) = U_{max} \sin(2\pi ft),$ $I(t) = I_{max} \sin(2\pi ft), U_{eff} = \frac{1}{2} \sqrt{2U_{max}}, I_{eff} = \frac{1}{2} \sqrt{2I_{max}},$ $\eta = \frac{P_{nuttig}}{P_{in}} \cdot 100\% .$		SE
<b>Domein C: Mechanica</b>		
Subdomein C1: Rechthoekige beweging		
<p><b>12.1</b> rechthoekige eenparige bewegingen en rechthoekige eenparig versnelde bewegingen vanuit rust wiskundig beschrijven:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ plaats, verplaatsing, afgelegde weg;</li> <li>▪ snelheid, gemiddelde snelheid, relatieve snelheid;</li> <li>▪ versnelling.</li> </ul>	CE	
<p><b>12.2</b> plaats-tijd-diagrammen interpreteren:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ snelheid bepalen met behulp van een raaklijn;</li> </ul>	CE	

<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ schetsen van het verloop van het snelheid-tijd-diagram;</li> <li>▪ vergelijking van twee verplaatsingen in één diagram.</li> </ul> <p><b>12.3</b> snelheid-tijd-diagrammen interpreteren:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ verplaatsing bepalen met behulp van oppervlakte;</li> <li>▪ versnelling bepalen met behulp van een raaklijn;</li> <li>▪ schetsen van het verloop van het versnelling-tijd-diagram;</li> <li>▪ eindsnelheid en luchtweerstand.</li> </ul> <p><b>12.4</b> berekeningen maken bij een vrije val vanuit rust:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ valversnelling, valtijd, hoogte, snelheid bij het bereiken van de grond.</li> </ul> <p><b>12.5</b> de volgende formules toepassen:</p> $v_{gem} = \frac{\Delta x}{\Delta t}, \quad s(t) = vt, \quad a = \frac{\Delta v}{\Delta t}, \quad s(t) = \frac{1}{2}at^2.$	CE	
<p>Subdomein C2: Kracht en Moment</p> <p><b>13.1</b> krachten op een systeem weergeven als vectoren:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ aangrijpingspunt, drager/ werklijn;</li> <li>▪ samenstellen in parallellogram;</li> <li>▪ ontbinding langs twee onderling loodrechte assen;</li> <li>▪ berekenen van de grootte van de componenten.</li> </ul> <p><b>13.2</b> de eerste wet van Newton uitleggen aan de hand van voorbeelden:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ traagheid bij snelheidsverandering;</li> <li>▪ evenwicht van krachten bij constante snelheid.</li> </ul> <p><b>13.3</b> met de tweede wet van Newton de resulterende kracht of de versnelling berekenen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ definitie eenheid van kracht;</li> <li>▪ massa, dichtheid en zwaartekracht.</li> </ul> <p><b>13.4</b> krachtwetten toepassen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ actiekracht en reactiekracht op verschillende lichamen aanwijzen, derde wet van Newton;</li> <li>▪ normaalkracht;</li> <li>▪ krachten op lichamen op een hellend vlak;</li> <li>▪ spankracht, wrijvingskracht en veerkracht.</li> </ul> <p><b>13.5</b> de werking van hefboomen uitleggen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ toepassing van momenten;</li> <li>▪ vergelijking van de arbeid van de uitgeoefende krachten.</li> </ul> <p><b>13.6</b> met de hefboomwet krachten berekenen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ zwaartepunt als aangrijpingspunt van de zwaartekracht;</li> <li>▪ hef- en hijswerktuigen, tandwielen, katrol, V-snaren.</li> </ul> <p><b>13.7</b> de volgende formules toepassen:</p> $\sum \vec{F} = m\vec{a}, \quad F_z = mg, \quad M = Fr, \quad F_{veer} = Cu$	CE CE CE CE CE CE CE	
<p>Subdomein C3: Arbeid en energie</p> <p><b>14.1</b> het begrip arbeid toepassen bij energieomzettingen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ arbeid door de zwaartekracht;</li> <li>▪ negatieve arbeid van wrijvingskracht en warmteontwikkeling;</li> <li>▪ de arbeid van een kracht bepalen uit een kracht-verplaatsingsdiagram.</li> </ul> <p><b>14.2</b> de wet van behoud van energie toepassen:</p>	CE CE	



<p><b>16.3</b> de algemene gaswet voor een ideaal gas toepassen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ absolute temperatuurschaal;</li> <li>▪ berekenen van druk, volume of temperatuur;</li> <li>▪ diagram van druk en volume;</li> <li>▪ diagram van druk en temperatuur.</li> </ul> <p><b>16.4</b> ten minste de volgende formules toepassen:</p> $p = \frac{F}{A}, T_{kelvin} = T_{celcius} + 273,15, \frac{pV}{T} = nR = \text{constant}$		SE
<p>Subdomein D2: Thermische processen</p> <p><b>17.1</b> de hoeveelheid warmte berekenen die bij verwarming en afkoeling wordt uitgewisseld tussen systemen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ soortelijke warmte, warmtecapaciteit;</li> <li>▪ verbrandingswarmte;</li> <li>▪ warmteopslag.</li> </ul> <p><b>17.2</b> de verschillende vormen van energietransport beschrijven en uitleggen hoe energieverlies kan worden beperkt:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ geleiding, stroming, straling;</li> <li>▪ isolatie;</li> <li>▪ afvalwarmte.</li> </ul> <p><b>17.3</b> het rendement van energieomzettingen berekenen.</p> <p><b>17.4</b> ten minste de volgende formules toepassen:</p> $Q = cm\Delta T, Q = c\Delta T, \eta = \frac{P_{nuttig}}{P_{in}} \cdot 100\%$		SE  SE  SE SE
<b>Domein E: Golven en straling</b>		
<p>Subdomein E1: Trilling en golf</p> <p><b>18.1</b> door eenvoudige proeven vaststellen dat harmonische trillingen plaatsvinden onder invloed van een teruggedrijvende kracht die evenredig is met de uitwijking:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ veerconstante;</li> <li>▪ massaveersysteem;</li> <li>▪ slinger.</li> </ul> <p><b>18.2</b> uit de uitwijking-tijd-grafiek van een mechanische of elektrische trilling de trillingstijd, frequentie, amplitude en het soort trilling (harmonisch of niet) bepalen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ oscillogram van stemvork, trillende snaar, menselijke stem, zuivere toon;</li> <li>▪ cardiogram.</li> </ul> <p><b>18.3</b> een wiskundige beschrijving geven van trillingsverschijnselen in de natuur, de techniek en bij natuurkundige proeven:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ periode, trillingstijd, frequentie, uitwijking, amplitude, fase, gereduceerde fase en faseverschil;</li> <li>▪ sinusfunctie als plaatsfunctie.</li> </ul> <p><b>18.4</b> de energie van een harmonisch trillend voorwerp berekenen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ kinetische en potentiële energie; energieverlies;</li> <li>▪ demping;</li> <li>▪ overdracht van energie; resonantie.</li> </ul> <p><b>18.5</b> een beschrijving geven van golfverschijnselen in de natuur, de techniek en bij natuurkundige proeven:</p>	CE  CE  CE  CE	

<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ lopende transversale en longitudinale golven;</li> <li>▪ golflengte, golfsnelheid; faseverschillen en gereduceerde fase.</li> </ul> <p><b>18.6</b> geluidsverschijnselen in de natuur, de techniek en bij eenvoudige proeven beschrijven:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ interferentiepatronen bij staande golven, knopen en buiken (niet de wiskundige beschrijving van het ontstaan ervan);</li> <li>▪ muziekinstrumenten; grondtoon en boventonen;</li> <li>▪ antigeluid.</li> </ul> <p><b>18.7</b> onderzoeken hoe geluidshinder beperkt kan worden:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ absorptie, reflectie, breking en interferentie.</li> </ul> <p><b>18.8</b> de volgende formules toepassen:</p> $f = \frac{1}{T}, \quad u(t) = A \sin(2\pi ft), \quad v_{\max} = \frac{2\pi A}{T}, \quad \Delta\varphi = \frac{\Delta t}{T}, \quad F_v = -Cu$ $E_{\max} = \frac{1}{2} CA^2 = \frac{1}{2} mv_{\max}^2, \quad T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{C}}, \quad T = 2\pi \sqrt{\frac{\lambda}{g}}, \quad \lambda = vT, \quad \Delta\varphi = \frac{\Delta x}{\lambda},$ $\lambda = n \cdot \frac{1}{2} \lambda \quad (n = 1, 2, \dots), \quad \lambda = (2n - 1) \cdot \frac{1}{4} \lambda \quad (n = 1, 2, \dots)$	CE	
<p>Subdomein E2: Licht</p> <p><b>19.1</b> berekeningen maken met de brekingswetten en de spiegelwetten:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ tekenen van de lichtweg; spiegelbeeld;</li> <li>▪ hoek van inval, hoek van breking, brekingsindex, kleuren;</li> <li>▪ grenshoek; totale terugkaatsing;</li> <li>▪ gebruik van glasvezels.</li> </ul> <p><b>19.2</b> de plaats en de grootte van het beeld bepalen bij het gebruik van een positieve en negatieve lens door tekening (alleen bij een positieve lens) en berekening (geen lenzenstelsels):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ reële en virtuele beelden;</li> <li>▪ lenzenformule, lineaire vergroting;</li> <li>▪ beeldvorming in het menselijk oog, fototoestel, overheadprojector en diaprojector;</li> <li>▪ loep.</li> </ul> <p><b>19.3</b> de natuurkundige aspecten van het oog beschrijven:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ accommodatievermogen van de ooglenzen;</li> <li>▪ diafragmafunctie van de pupil;</li> <li>▪ nabijheidpunt, vertepunt;</li> <li>▪ normaal-, ver-, bij- en oudziend, bril, contactlens.</li> </ul> <p><b>19.4</b> de interferentie van licht onderzoeken aan de hand van eenvoudige proeven:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ golfmodel van het licht;</li> <li>▪ dubbelspleet kwalitatief;</li> <li>▪ bepaling van de golflengte met een tralie;</li> <li>▪ tralieconstante.</li> </ul> <p><b>19.5</b> de volgende formules toepassen:</p> $\frac{\sin i}{\sin r} = n, \quad \sin g = \frac{1}{n}, \quad S = \frac{1}{f}, \quad \frac{1}{f} = \frac{1}{b} + \frac{1}{v}, \quad N = \left  \frac{b}{v} \right  = \frac{\text{beeldgrootte}}{\text{voorwerp-grootte}},$ $f = \frac{c}{\lambda}, \quad \sin \alpha = \frac{n\lambda}{d} \quad (n = 1, 2, \dots).$	CE CE CE CE CE	

<p>Subdomein E3: Elektromagnetisch spectrum</p> <p><b>20.1</b> een overzicht geven van het elektromagnetisch spectrum met voorbeelden en toepassingen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ verband tussen stralingssoort en frequentie;</li> <li>▪ lichtsnelheid, golflengte, frequentie;</li> <li>▪ frequentie en kleur.</li> </ul> <p><b>20.2</b> uitleggen dat emissie en absorptie van licht samenhangen met energieveranderingen in een atoom:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ gloeilampen; gasontladingsbuizen (waterstof, kwik, helium, neon, natrium);</li> <li>▪ de werking van fluorescentiepoeders;</li> <li>▪ spectrum van keukenzout in gasvlam;</li> <li>▪ fraunhoferlijnen in het spectrum van de zon.</li> </ul> <p><b>20.3</b> uitleggen hoe eigenschappen van laserlicht worden gebruikt in de gezondheidszorg, de telecommunicatie en voor de bewerking van materialen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ coherentie, intensiteit;</li> <li>▪ evenwijdige bundel;</li> <li>▪ monochromatische lichtbron.</li> </ul> <p><b>20.4</b> de uitkomst van experimenten met de fotocel verklaren met de fotonhypothese:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ fotonstroom en remspanning;</li> <li>▪ fotonenergie en de uittree-energie;</li> <li>▪ bepaling van de constante van Planck;</li> <li>▪ historische betekenis voor de moderne natuurkunde.</li> </ul> <p><b>20.5</b> met behulp van gegeven energieschema's golflengtes en frequenties van spectraallijnen berekenen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ atoommodel van Bohr kwalitatief;</li> <li>▪ ionisatie-energie;</li> <li>▪ emissie- en absorptiespectra.</li> </ul> <p><b>20.6</b> de dualiteit van golf en deeltje toelichten op grond van de buigings- en interferentieverschijnselen die worden waargenomen in elektrondiffractieexperimenten:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ de Broglie-golflengte;</li> <li>▪ elektronenmicroscop.</li> </ul> <p><b>20.7</b> ten minste de volgende formules toepassen:</p> $E = hf = h \frac{c}{\lambda}, \quad \Delta E = hf .$	<p>SE</p> <p>SE</p> <p>SE</p> <p>SE</p> <p>SE</p> <p>SE</p> <p>SE</p>	
<p>Subdomein E4: Radioactiviteit</p> <p><b>21.1</b> de verschillende soorten ioniserende straling en hun eigenschappen beschrijven:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ achtergrondstraling, röntgenstraling, <math>\alpha</math>-, <math>\beta</math>- en <math>\gamma</math>-straling;</li> <li>▪ ioniserend en doordringend vermogen;</li> <li>▪ isotopen; röntgenbuis;</li> <li>▪ natuurlijke en kunstmatige bronnen van straling;</li> <li>▪ detectie: GM-buis, bellenvat, dradenkamer, badge;</li> <li>▪ fotonenergie.</li> </ul> <p><b>21.2</b> berekeningen maken waarbij de halveringstijd een rol speelt:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ vervalcurve, activiteit.</li> </ul> <p><b>21.3</b> een vervalvergelijking van een radioactieve kern opstellen als gegeven is welke straling wordt uitgezonden en reactievergelijkingen aanvullen voor beschreven kern-</p>	<p>CE</p> <p>CE</p> <p>CE</p>	

<p>en deeltjesreacties door gebruik te maken van behoudsprincipes:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ atoomnummer, massagetal, isotoop;</li> <li>▪ <math>\alpha</math>-, <math>\beta</math>-, <math>\beta</math>-, <math>\gamma</math>-, n-straling, K-vangst. <math>-+</math></li> </ul> <p><b>21.4</b> de effecten bespreken van ioniserende straling op de mens en het milieu:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ schema: bron, straling, ontvanger;</li> <li>▪ absorptie; halveringsdikte;</li> <li>▪ bestraling en besmetting;</li> <li>▪ stralingsdosis en dosisequivalent; stralingsnormen;</li> <li>▪ beschermingsmaatregelen;</li> <li>▪ afwegen van risico's.</li> </ul> <p><b>21.5</b> de energie berekenen die vrijkomt bij kernsplijting en kernfusie:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ bindingsenergie per nucleon;</li> <li>▪ equivalentie van massa en energie;</li> <li>▪ massadefect.</li> </ul> <p><b>21.6</b> kwalitatief de werking en regeling van een kernreactor beschrijven in samenhang met veiligheidsaspecten en de invloed op natuur en milieu:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ kernsplijting, kettingreactie;</li> <li>▪ moderator, regelstaven, kritische reactor;</li> <li>▪ kernafval.</li> </ul> <p><b>21.7</b> de volgende formules toepassen:</p> $A = N + Z, \quad N(t) = N(0)\left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{T_{1/2}}}, \quad A(t) = \frac{-\Delta N(t)}{\Delta t}, \quad I(x) = I(0)\left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{x}{d_{1/2}}},$ $E = mc^2$	CE	
Domein F: Moderne fysica		
Subdomein F1: Atoomfysica		
<b>22</b> vervallen		
Subdomein F2: Kernfysica		
<b>23</b> Vervallen		
Subdomein F3: Astrofysica		
<b>24.</b> vervallen		



---

## 5 Natuur, Leven en Technologie

### 5.1 Positie van het vak

Natuur, Leven en Technologie<sup>1</sup> (NLT) is een geheel nieuw geïntegreerd bèta vak dat de huidige bèta vakken met elkaar verbindt en de samenhang tussen deze vakken versterkt. Het betreft een profielkeuzevak voor leerlingen van HAVO en VWO met een NG profiel (Natuur en gezondheid) of een NT profiel (Natuur en techniek) en wordt afgesloten met een schoolexamen.

Doelen van NLT zijn:

- Verbreding en verdieping van bèta onderwerpen.
- Oriëntatie op studie en beroep in wetenschap en techniek.
- Belang van interdisciplinaire samenhang in de ontwikkeling van wetenschap en technologie ervaren.
- Betere aansluiting van bèta onderwijs op nieuwe ontwikkelingen in samenleving, wetenschap en technologie.

NLT gaat over:

- Recent natuurwetenschappelijk onderzoek, moderne technologie en de betekenis daarvan voor de kwaliteit van het leven en de leefomgeving.
- Technologie die wetenschappers in staat stelt nieuwe kennis op te doen en wetenschappelijke kennis die nieuwe technologische ontwikkelingen mogelijk maakt.
- Het feit dat in veel wetenschappelijk onderzoek en technische ontwikkelingen gebruik wordt gemaakt van concepten en methoden uit diverse disciplines.

NLT sluit aan op, en overvleugelt:

- Wiskunde A, B en D (afstemming met wiskunde D vindt nog plaats).
- Natuurkunde.
- Biologie.
- Scheikunde.
- Aardrijkskunde (fysisch).
- Informatica.
- Algemene Natuur Wetenschappen (ANW, voor VWO, op het HAVO is ANW geïntegreerd in de verschillende bèta vakken).
- Onderzoeken en Ontwerpen (O&O, examenvak op technasium).

NLT is op 1 augustus 2007 in het klaslokaal ingevoerd in het kader van een 5 jarig invoeringstraject (2006-2010) en wordt momenteel reeds op circa 40% van alle VO scholen aangeboden<sup>2</sup>. In 2010 volgt een eventueel bijstellingsadvies aan de minister. Schoolbesturen mogen zelf besluiten of ze NLT al dan niet invoeren en zo ja, voor welke groepen leerlingen ze dat doen. Mogelijke keuzes daarin zijn: verplicht of keuze, HAVO en/of VWO, NG en/of NT, alleen leerlingen met wiskunde B of ook leerlingen met wiskunde A? De mogelijkheid tot invoering van NLT of het aanbieden van meerdere talen stelt scholen in staat zich te profileren.

---

## 5.2 Het examenprogramma

Zoals al eerder genoemd wordt NLT met een schoolexamen afgesloten<sup>3</sup>. Er is dus geen centraal eindexamen voor dit vak. Het schoolexamen moet vastgelegd zijn in een PTA (programma van toetsing en afsluiting). Het karakter van NLT leent zich niet voor uitsluitend schriftelijke toetsing. Ook verslagen, werkbezoeken, stages, posterpresentaties etc. kunnen onderdeel zijn van het PTA.

Het examenprogramma NLT bestaat uit onderstaande domeinen:

Voor HAVO:

- Domein A Vaardigheden.
- Domein B Taal van de natuurwetenschap.
- Domein C Bedreiging en behoud van de leefomgeving.
- Domein D Zorgen en genezen.
- Domein E Opsporen en beschermen.
- Domein F Verbetering van de kwaliteit van leven.
- Domein G Grenzen verleggen.
- Domein H Communiceren en navigeren.
- Domein I Gemak dient de mens.

Het schoolexamen heeft betrekking op het gehele domein A in combinatie met domein B.

Tenminste twee van de domeinen C t/m E.

Tenminste twee van de domeinen F t/m I.

Voor VWO:

- Domein A Vaardigheden.
- Domein B Fundament van wetenschap en technologie.
- Domein C Aarde en klimaat.
- Domein D Stellaire informatie en processen.
- Domein E Biofysica, chemie en informatica.
- Domein F Biomedische technologie en biotechnologie.
- Domein G (Duurzaam) gebruik van grondstoffen, energie en ruimte.
- Domein H Materialen, processen productietechnologie.
- Domein I Werktuigen, voertuigen en producten.

Het schoolexamen heeft betrekking op het gehele domein A in combinatie met domein B.

Tenminste twee van de domeinen C t/m E.

Tenminste drie van de domeinen F t/m I.

## 5.3 Modulaire opbouw

De stuurgroep NLT heeft ervoor gekozen NLT een modulaire opbouw te geven<sup>1,2</sup>. Dit enerzijds om scholen (en leerlingen) in staat te stellen zelf keuzes te maken in de te behandelen stof (welke domeinen wel of niet) en anderzijds om het vak zo dynamisch mogelijk te houden. Modules kunnen eenvoudig veranderd, aangevuld of zelfs vervangen worden als ontwikkelingen in het veld daarom vragen. NLT gaat uit van een context-concept benadering. Dit wil zeggen dat diverse concepten uit verschillende vakgebieden (bijvoorbeeld fotosynthese (bio) en zonnecollectoren (schi, nat)) gekoppeld worden aan een context (verbetering van de World Solar Challenge auto van de TU Delft). Modules hebben een studielast van 40 studielasturen (zie tabel 5.1). NLT begint met een startmodule. Deze startmodule is een introductie op het vak NLT en heeft als functie de leerlingen kennis te laten maken met het vak, een overzicht te verschaffen van de diverse bèta vakgebieden en hun samenhang, en uitdrukking te geven aan de essentie van wiskunde als “taal” binnen deze vakgebieden.

De overige modules die de scholen aanbieden kunnen gekozen worden uit het aanbod van gecertificeerde modules (tabel 5.2). Het examenprogramma (zie hierboven) geeft hiervoor aan welke voorwaarden er gelden voor de spreiding van de modules over de domeinen<sup>3</sup>.

De stuurgroep NLT stelt in haar visie op NLT een, hieronder weergegeven, studielast verdeling voor.

**Tabel 5.1:** voorgestelde sluitverdeling voor NLT.

	HAVO	VWO
Startmodule	40	40
Keuze uit voorgeschreven domeinen volgens examenprogramma	200 (5 modules)	280 (7 modules)
Overige onderwerpen	80	120
Totaal	320	440

De gecertificeerde modules worden ontwikkeld in ontwikkelgroepen die bestaan uit docenten van verschillende scholen en HO instellingen die, waar mogelijk, samenwerken met vertegenwoordigers vanuit een kennisinstelling of het bedrijfsleven. De modules worden getest op een aantal scholen en bijgesteld op basis van de zo verkregen praktijkervaringen van docenten en leerlingen. De ontwikkeling en certificering wordt gecoördineerd door het Landelijk Ontwikkelpunt NLT. Op veel plekken in het land worden (onderdelen van) NLT-modules uitgevoerd in samenwerking met universiteiten en/of HBO's. De mogelijkheden zijn legio. Enkele voorbeelden hiervan zijn<sup>2</sup>: Gastdocenten vanuit het HO geven een presentatie aan een of meerdere klassen op een VO-school. Leerlingen voeren een practicum of onderzoeksopdracht uit op een HO-instelling. HO-instellingen lenen apparatuur uit aan scholen of stellen digitaal materiaal beschikbaar. Modules worden aangeboden op een HO-instelling voor een groep leerlingen die afkomstig zijn van verschillende scholen.

Hieronder is een overzicht opgenomen van de verschillende gecertificeerde modules (en de bijbehorende domeinen) die op dit moment aangeboden worden. Naast deze reeds gecertificeerde modules zijn er nog velen in ontwikkeling. Reden om ze hier op te nemen is dat de moduletitels al een aardig inzicht geven in de vorm en inhoud van NLT. Daarnaast is in Bijlage 1 voor twee van de HAVO modules (Forensisch onderzoek en Het Beste Ei) een samenvatting op hoofdpunten te vinden. Op de website van de stuurgroep NLT<sup>2</sup> kunnen allerlei materialen, waaronder de volledige modules, gedownload worden.

**Tabel 5.2:** Overzicht van geaccrediteerde modules NLT met bijbehorende domeinen.

Modules HAVO	Domein	Modules VWO	Domein
De Bodem Leeft	C	Moleculen in leven	E
Een Feest zonder Katers	F	De bewegende aarde	C
Forensisch onderzoek	E	Kernfusie	G
Plaatsbepaling en navigatie	H	Hersenen en leren	E
Nulenergiehuis	C	De waterstofauto binnenstebuiten	G
Sportprestaties	G	Technisch ontwerpen in de Biomedische Technologie	F
Digitale Techniek	I	Brandstof voor het leven	G
Wat zeg je?	E	Metten aan melkwegstelsels	D
Aërosolen en Vuile Lucht	C	Rijden onder invloed	E
Dynamische modellen HAVO	B	Dynamisch modellen VWO	B
Het Beste Ei	F	Forensisch onderzoek	H

---

De opbouw in modules waarvan slechts de startmodule voor alle leerlingen gelijk is zorgt ervoor dat leerlingen van verschillende scholen gedifferentieerde kennis en vaardigheden meenemen naar hun vervolgopleiding. Zeker als het aantal te kiezen modules sterk uitgebreid gaat worden in de toekomst. De expertise van de betrokken docenten zal bij de keuze voor bepaalde modules, en dus in de differentiatie tussen scholen onderling, een belangrijke rol gaan spelen. Binnen het examenprogramma is het bijvoorbeeld voor zowel HAVO als VWO mogelijk om de (bio)medische domeinen volledig buiten het programma te houden en te focussen op voornamelijk scheikundige en natuurkundige domeinen.

## 5.4 Aanbevelingen

De invoering van NLT op middelbare scholen kan leiden tot een grotere kennisdifferentiatie binnen de instroom in de applied science opleidingen dan tot nu toe het geval is. Voor een grote groep leerlingen zal NLT een waardevolle aanvulling vormen op de basiskennis die ze geleerd hebben bij de meer traditionele vakken (natuurkunde, scheikunde, wiskunde, biologie). De aanvulling zal niet alleen vakinhoudelijk zijn maar ook zeer zeker inhouden dat leerlingen die NLT onderwijs genoten hebben zich zeer bewust zullen zijn van de maatschappelijke context van de toegepaste wetenschap. Voor een evenzo grote groep zal NLT echter niet tot de keuzemogelijkheden behoord hebben op hun school. Het verdient aanbeveling om hier rekening mee te houden.

Het vak NLT biedt ook zeer zeker kansen voor de applied science opleidingen om leerlingen al vroeg in hun opleiding, op de middelbare school, te interesseren voor een opleiding binnen het domein. Dit kan relatief eenvoudig door individueel of gezamenlijk modules te ontwikkelen voor middelbare scholieren. Die kunnen vervolgens op de scholen zelf (reizende labs), maar ook eventueel binnen de hogescholen, aangeboden worden. Steeds meer hogescholen spelen op deze manier al een belangrijke rol in het onderwijs op middelbare scholen.

## 5.5 Referenties

- 1) Contouren van een nieuw bètavak. Visie op een interdisciplinair vak: Natuur, Leven en Technologie. , April 2007, Stuurgroep NLT, Ganzenmarkt 6, Utrecht.
- 2) Website NLT: [www.betavak-nlt.nl](http://www.betavak-nlt.nl).
- 3) Examenprogramma NLT HAVO en VWO, CEVO, postbus 8128, 3503 RC Utrecht.

---

### ***Bijlage 5.1: Voorbeelden van gecertificeerde modules***

Hieronder volgt voor 2 van de gecertificeerde HAVO modules een beknopte uitwerking van de onderwerpen op hoofdlijnen. Deze hoofdlijnen zijn gedestilleerd uit de inhoudsopgaven van de betreffende modules en module informatie van de website NLT<sup>2)</sup>. Alle gecertificeerde modules kunnen in hun geheel van de website NLT<sup>2)</sup> gedownload worden.

#### **Module Forensisch Onderzoek**

De module gaat in op problemen die je tegenkomt bij het verrichten van vinger-, haar- en bloedsporenonderzoek. Plus aandacht voor het DNA-profiel en betrouwbaarheid van deze methode. Aan het begin van de module wordt een (scene van een) aflevering van CSI getoond. Aan het eind van de module wordt met de opgedane kennis (en praktijkervaring) het script van dezelfde (scene van de) aflevering van CSI herschreven opdat er een realistischer beeld wordt neergezet.

#### Concepten

Biologische sporen, delictgerelateerd, dactyloscopische punten, haarpalet, bloedspoorpatroononderzoek, selectiviteit en gevoeligheid van een reagens, DNA-kenmerk, DNA-profiel, hypervariabel gebied, locus, populatie, berekende frequentie, match.

#### Vaardigheden

Betrouwbaarheid toekennen aan bewijsmateriaal, morfologisch haaronderzoek uitvoeren, vingerafdrukonderzoek uitvoeren, bloedsporenonderzoek uitvoeren, reconstructie van een kogelbaan in een simuleeromgeving uitvoeren.

#### Inhoudsopgave

##### *Forensisch onderzoek*

Waarom forensisch onderzoek?

Forensisch onderzoek in Nederland.

Every contact leaves a trace.

##### *Vingersporenonderzoek*

Vingerafdrukken zichtbaar maken.

De vorming van een vingerafdruk.

Een databank maken.

Wie heeft het voorwerp aangeraakt?

Oude sporen zichtbaar maken op verschillende voorwerpen.

##### *Haaronderzoek*

Morfologisch onderzoek van haren.

Van wie is het haarspoor?

##### *Bloedonderzoek*

Luminol.

De tetrabasetest.

Bloedspoorpatroononderzoek.

##### *Forensisch DNA-onderzoek*

DNA-kenmerk en locus.

---

DNA-profiel en matchkans.  
Een match bewijst geen schuld.

*Forensische statistiek*  
De regel van Bayes.

*Simulatie: nabootsen van de werkelijkheid met de computer (Coach 6)*

*Reconstructie van de baan van de kogel*

---

## **Module Het Beste Ei (startmodule)**

Vanaf het moment dat een kip een ei legt tot het moment dat er een gebakken eitje in de pan ligt, zijn er veel mensen bij betrokken geweest. Vanuit die verschillende gezichtspunten beantwoorden de leerlingen de vraag wat voor ieder van hen het beste ei is. In deze module maken de leerlingen kennis met de werkwijze van NLT. De context in deze module is steeds het ei, gezien vanuit diverse invalshoeken. Leerlingen kijken steeds met een andere bril naar het beste ei. Bijvoorbeeld in de rol van de transporteur, de consument, de bakker of de levensmiddelenfabrikant.

### Concepten

Kracht, druk, dichtheid, proteïne, denatureren, aminozuren.

### Vaardigheden

Leerlingen maken kennis en oefenen de basisvaardigheden voor NLT, zoals onderzoek doen, technisch ontwerpen, presenteren, logboek bijhouden, samenwerken.

### Inhoudsopgave

*Mindmap*

*Ontwerpcyclus*

*Stappenplan "Experimenteel Onderzoek doen"*

*Gegevens verwerken met Coach 6*

*Transporteur*

Onderzoek: sterkte van een ei

Ontwerp: Eiverpakking

*Consument*

Onderzoek: versheid en dichtheid

Ontwerp: versheidsmeter

*Bakker*

Onderzoek: schuimigheid van eiwit en eigeel

Ontwerp: eierscheider

*Levensmiddelenfabrikant*

Onderzoek: denatureren van eiwit

Ontwerp: eiersaladekit

*Voedingsdeskundige*

Onderzoek: vlees vervangen door eieren

Ontwerpopdracht: Light-mayonaise

*Kip*

*Kippenboer*

*Cosmeticafabrikant*

*Vaccinfabrikant*



---

## 6 De talen Engels en Nederlands

### 6.1 Engels (moderne vreemde talen)

Als we de informatie van het CEVO nader bekijken kunnen we concluderen dat, kort gezegd, er niet zo gek veel verandert in vergelijking met bijv. natuurkunde, scheikunde of wiskunde. In beide genoemde profielen moet de eindexamenleerling HAVO/VWO het vak Engels volgen in het gemeenschappelijke deel. Voor de HAVO is dit de enige moderne vreemde taal die verplicht is in het gemeenschappelijke deel (360 sluis), bij het VWO is dit 400 sluis en moet er daarnaast ook nog een 2<sup>e</sup> moderne vreemde taal worden gekozen (480 sluis). Indien gewenst kan/mag de eindexamenleerling nog een (2<sup>e</sup> respectievelijk 3<sup>e</sup>) moderne vreemde taal kiezen als vrije keuze examenvak (respectievelijk 400 sluis en 480 sluis); een vrije keuzevak is altijd een volledig vak en hij/zij doet daarin ook eindexamen.

#### 6.1.1 Het Europese Referentiekader (ERK)

Sinds een conferentie in Zwitserland in 1991 kennen de EU landen het zogenoemde *Common European Framework of Reference (for Languages) (CEFR)*, in het Nederlands is dit nu het *Europees Referentiekader (ERK)* genoemd. Dit heeft als doel:

- de samenwerking tussen allerlei Europese onderwijsinstellingen in de verschillende landen stimuleren;
- een stevige basis vormen voor een bilaterale erkenning van taalkwalificaties (diploma's, certificaten);
- leerlingen, studenten, leraren, ontwikkelaars van cursussen en materialen, testinstellingen en onderwijsmanagers behulpzaam zijn bij hun activiteiten.

Het ERK beschrijft de taalvaardigheden op basis van vijf 'gebruiksterreinen' en zes competentieniveaus. Gekoppeld aan de klassieke indeling van een basisniveau, een middenniveau en een gevorderd niveau, ontstaat er een vertakt systeem dat begint bij een eerste opdeling in drie brede niveaus A, B en C, en wordt dit verder onderverdeeld in A1, A2, B1, B2, C1 en C2. Zo wordt geïllustreerd hoe de niveaus samenhangen. Deze niveaus worden ondertussen overal in Europa gehanteerd en dus ook in het buitenland begrepen; zo wordt internationale vergelijking van taalniveaus tussen de verschillende landen mogelijk.

#### 6.1.2 HAVO

Volgens het ERK moet het examen de volgende algemene beheersingsniveaus bevatten: **overwegend B2 opgaven, aangevuld met B1 opgaven.**

**Niveau B2 – 'Onafhankelijke gebruiker':** Kan de hoofdgedachte van een ingewikkelde tekst begrijpen, zowel over concrete als over abstracte onderwerpen, met inbegrip van technische besprekingen in het eigen vakgebied. Kan zo vloeiend en spontaan reageren dat een normale uitwisseling met moedertaalsprekers mogelijk is zonder dat dit voor een van de partijen inspanning met zich meebrengt. Kan een duidelijke, gedetailleerde tekst produceren over een breed scala van onderwerpen; kan een standpunt over een actuele kwestie uiteenzetten en daarbij ingaan op de voor- en nadelen van diverse opties.

**Niveau B1 – 'Onafhankelijke gebruiker':** Kan de belangrijkste punten begrijpen uit duidelijke standaardteksten over vertrouwde zaken die regelmatig voorkomen op het werk, op school en in de vrije tijd. Kan zich redden in de meeste situaties die kunnen optreden tijdens het reizen in gebieden waar de betreffende taal wordt gesproken. Kan een eenvoudige lopende tekst produceren over onderwerpen die vertrouwd of die van persoonlijk belang zijn. Kan een beschrijving geven van ervaringen en gebeurtenissen, dromen, verwachtingen en ambities en kan kort redenen en verklaringen geven voor meningen en plannen. Het nieuwe examenprogramma moderne vreemde talen bestaat uit de volgende domeinen:

- A – leesvaardigheid

- 
- B – kijk- en luistervaardigheid
  - C – gespreksvaardigheid
  - D – schrijfvaardigheden
  - E – literatuur
  - F – oriëntatie op studie en beroep

Het centraal examen heeft alleen betrekking op domein A: leesvaardigheid, waarbij de volgende globale eindtermen gelden:

De examenkandidaat kan:

- aangeven welke informatie relevant is, gegeven een vaststaande behoefte;
- de hoofdgedachte van een tekst(gedeelte) aangeven;
- de betekenis van belangrijke elementen van een tekst aangeven;
- relaties tussen delen van een tekst aangeven;
- conclusies trekken met betrekking tot intenties, opvattingen en gevoelens van de auteur.

De overige domeinen worden behandeld en getoetst tijdens de schoolexamens, met inachtneming van de ERK descriptorren. Het schoolexamen heeft betrekking op:

- de domeinen en subdomeinen waarop het centraal examen geen betrekking heeft;
- indien het bevoegd gezag daarvoor kiest: een of meer domeinen of subdomeinen waarop het centraal examen betrekking heeft;
- indien het bevoegd gezag daarvoor kiest: andere vakonderdelen, die per kandidaat kunnen verschillen.

### 6.1.3 VWO

Volgens het ERK moet het examen de volgende algemene beheersingsniveaus bevatten: **overwegend B2 opgaven, aangevuld met C1 opgaven.**

**Niveau C1 – ‘Vaardige gebruiker’:** Kan een uitgebreid scala van veeleisende, lange teksten begrijpen en de impliciete betekenis herkennen. Kan zichzelf vloeiend en spontaan uitdrukken zonder daarvoor aantoonbaar naar uitdrukkingen te moeten zoeken. Kan flexibel en effectief met taal omgaan ten behoeve van sociale, academische en beroepsmatige doeleinden. Kan een duidelijke, goed gestructureerde en gedetailleerde tekst over complexe onderwerpen produceren en daarbij gebruik maken van organisatorische structuren en verbindingswoorden.

Het VWO examenprogramma Engelse taal en letterkunde bestaat uit de volgende domeinen:

- A – leesvaardigheid
- B – kijk- en luistervaardigheid
- C – gespreksvaardigheid
- D – schrijfvaardigheid
- E – literatuur
- F – oriëntatie op studie en beroep

---

Het centraal examen heeft alleen betrekking op domein A, waarbij de volgende globale eindtermen gelden:  
De examenkandidaat kan:

- aangeven welke informatie relevant is, gegeven een vaststaande behoefte;
- de hoofdgedachte van een tekst(gedeelte) aangeven;
- de betekenis van belangrijke elementen van een tekst aangeven;
- relaties tussen delen van een tekst aangeven;
- conclusies trekken met betrekking tot intenties, opvattingen en gevoelens van de auteur.

Het schoolexamen heeft betrekking op:

- de domeinen en subdomeinen waarop het centraal examen geen betrekking heeft;
- indien het bevoegd gezag daarvoor kiest: een of meer domeinen of subdomeinen waarop het centraal examen betrekking heeft;
- indien het bevoegd gezag daarvoor kiest: andere vakonderdelen, die per kandidaat kunnen verschillen.

### **6.1.4 Conclusie**

Het niveau van de Engelse taal bij Havisten die eindexamen doen in de profielen Natuur & Gezondheid en Natuur & Techniek kan in de nieuwe situatie nog meer gaan verschillen dan het nu al doet. Alleen het domein leesvaardigheid wordt centraal geëxamineerd, de overige voor het HBO van belang zijnde vaardigheden (schrijven, kijken en luisteren, gesprekken voeren/ presentaties houden) worden door de scholen nog meer zelf ingevuld en geëxamineerd, weliswaar met inachtneming van de descriptoren van het ERK. Tel daarbij op dat de gemiddelde leerling die kiest voor een Natuurprofiel meestal niet uitblinkt in taal in het algemeen en in moderne vreemde talen in het bijzonder en het zal duidelijk zijn dat er, waar nodig, her en der flink zal moeten worden bijgespijkerd m.b.t. taalvaardigheid, om dit op het gewenste niveau te krijgen.

## **6.2 Nederlandse taal en literatuur HAVO/VWO**

**Voor Nederlands is het examenprogramma voor VWO en HAVO vrijwel identiek; alleen subdomein E1 (literaire ontwikkeling) is verschillend voor VWO en HAVO.**

Het examenprogramma Nederlands bestaat uit de volgende domeinen:

- A – leesvaardigheid
- B – mondelinge taalvaardigheid
- C – schrijfvaardigheid
- D – argumentatieve vaardigheden
- E – literatuur
- F – oriëntatie op studie en beroep

Het centraal examen heeft alleen betrekking op domein A en domein D voor zover het analyseren en beoordelen betreft, waarbij de volgende globale eindtermen gelden:

De examenkandidaat kan:

*(A1) – analyseren en interpreteren:*

- Vaststellen tot welke tekstsoort een tekst of tekstgedeelte behoort;
- de hoofdgedachte van een tekst(gedeelte) aangeven;
- relaties tussen delen van een tekst aangeven;
- conclusies trekken met betrekking tot intenties, opvattingen en gevoelens van de auteur;
- standpunten en soorten argumenten herkennen en onderscheiden;
- argumentatieschema's herkennen.

---

(A2) – beoordelen:

- een betogende tekst of betogend tekstgedeelte op aanvaardbaarheid beoordelen en in deze tekst drogredenen herkennen.

(A3) – samenvatten:

- teksten en tekstgedeelten beknopt samenvatten.

(D) – argumentatieve vaardigheden:

- een betoog analyseren
- een betoog beoordelen

De overige domeinen worden behandeld en getoetst tijdens de schoolexamens, met inachtneming van de ERK descriptors. Het schoolexamen heeft betrekking op:

- de domeinen en subdomeinen waarop het centraal examen geen betrekking heeft;
- indien het bevoegd gezag daarvoor kiest: een of meer domeinen of subdomeinen waarop het centraal examen betrekking heeft;
- indien het bevoegd gezag daarvoor kiest: andere vakonderdelen, die per kandidaat kunnen verschillen.

## 6.2.1 Conclusie

Ook het gemiddelde niveau van het Nederlands bij Havisten en VWO'ers die eindexamen doen in de profielen Natuur & Gezondheid en Natuur & Techniek kan behoorlijk verschillen. Tevens melden steeds meer allochtone Nederlanders zich op het HBO, wat op zich een prima ontwikkeling is, maar waarvan de beheersing van het Nederlands binnen deze groep enorm kan verschillen. Daarbij komt ook nog eens het fenomeen dat ook steeds meer buitenlandse studenten zich aanmelden op de Nederlandse HBO's; studenten die helemaal geen Nederlands beheersen. Via NT2 cursussen e.d. wordt hier al uitgebreid op ingespeeld. Op zowel HAVO als VWO wordt alleen het domein leesvaardigheid centraal geëxamineerd, de overige voor het HBO van belang zijnde vaardigheden (mondelinge, schrijf- en argumentatieve vaardigheden) worden door de scholen zelf ingevuld en geëxamineerd. Evenals voor het vak Engels kan worden opgemerkt dat de gemiddelde leerling die kiest voor N&G of N&T geen uitblinker is in taalvaardigheden.

## 6.2.2 Aanbevelingen

In de nieuwe leerlijnen Engels en Nederlands voor het Instituut Engineering & Applied Science van de Hogeschool Rotterdam, die gaat gelden vanaf studiejaar 2009/2010 wordt al voorzien in een diagnostische toets ('instaptoets') voor beide talen voor alle 1<sup>e</sup> jaars studenten (in de introductieweek of lesweek 1). Op basis daarvan wordt gekeken wie (met name Havisten en MBO'ers) er snel moeten worden bijgespijkerd in de Engelse en ook Nederlandse taal. Ook worden aan de hand van deze toetsen studenten doorverwezen naar hogeschoolbrede cursussen Nederlands NT2 en een basiscursus Engels, als het niveau echt heel laag is of bij buitenlandse studenten. Wat betreft laatstgenoemde studenten moet daarbij rekening worden gehouden met het feit dat de lessen Engels zijn gebaseerd op de (grammaticale) taalvaardigheid in het Nederlands. Diegenen die een onvoldoende scoren voor deze diagnostische toets Engels en/of Nederlands moeten verplicht bijspijkeren in het eerste kwartaal van het studiejaar. Nederlands blijft daarna een keuzevak (waar veel animo voor is, zo is gebleken), terwijl de Engelse taal als (nog steeds) verplicht vak vanaf komend studiejaar nog steviger is verankerd in de diverse curricula voor de 1<sup>e</sup> en 2<sup>e</sup> jaars studenten, als respectievelijk *English for Engineering* en *English for Applied Science*. Want ook voor technisch ingenieurs-in-spé en laboratorium ingenieurs-in-spé is de Engelse taal een belangrijk communicatiemiddel in hun respectievelijke vakgebieden en beroepenvelden!

---

### 6.3 Referenties

- 1) [www.examenblad.nl](http://www.examenblad.nl)
- 2) CEVO



---

## 7 Eindconclusies en algemene aanbevelingen

De huidige veranderingen in de vernieuwde 2<sup>e</sup> fase zijn veelal reparaties van onvolkomenheden in de 2<sup>e</sup> fase en vormen een opstap naar veel verdergaande herziening van het onderwijs en de examenprogramma's rond 2012.

De student die tot nu toe het HBO binnenkwam met een HAVO- of VWO-diploma en een profiel NT of NG had een programma doorlopen dat inhoudelijk aansloot bij de opleidingen in de technische richtingen. In het examenprogramma was in ieder geval opgenomen: wiskunde, scheikunde en natuurkunde, weliswaar niet met dezelfde inhoud, maar iedereen had dezelfde basis.

De student die in 2009 gaat starten kan een sterk bètaprofiel hebben, met een zodanig vakkenpakket dat hij beide profielen heeft (wiskunde B, natuurkunde, scheikunde, biologie en wiskunde D), of een minimaal pakket (wiskunde A, biologie en scheikunde). Daarbij mogen in de profieldelen ook nog 2 (gecompenseerde) onvoldoendes voorkomen.

Scholen, docenten en leerlingen worden in de vernieuwde 2<sup>e</sup> fase veel vrijer gelaten in de profilering van de school (Bèta, taal, sport), invulling van het vak (modulaire opbouw, expertise) en de keuze van hun pakket.

De grotere keuzemogelijkheden van scholen, docenten en leerlingen leiden waarschijnlijk tot een grotere differentiatie in kennis- en vaardigheidsniveau dan de vervolgoopleidingen tot nu toe gewend zijn. Ook de herziene verdeling van stof over schoolexamen en centraal examen speelt hier een belangrijke rol in.

De vernieuwde 2<sup>e</sup> fase zorgt voor een aanzienlijke toename van leerlingen die voor een NG en of NT profiel kiezen. Bèta is weer hot!

In de vernieuwde 2<sup>e</sup> fase heeft het wiskundeonderwijs en het taalonderwijs een steviger fundament gekregen. Leerlingen moeten beter kunnen rekenen en zich zowel schriftelijk als mondeling beter kunnen uitdrukken.

De trend in de vernieuwde tweede fase is dat er meer vakoverstijgend en modulair gewerkt wordt. Projecten en profielwerkstukken waarbij verschillende vakken betrokken zijn worden de norm. Het nieuwe bètavak NLT belichaamt deze trend.

Vakdidactisch zien we in de vernieuwde 2<sup>e</sup> fase bij veel vakken een sterkere doorvoering van de concept – context benadering dan tot nu toe al het geval was. De geheel herziene examenprogramma's waarmee het VO rond 2012 te maken krijgt, zullen over het algemeen op deze concept – context leest gestoeld zijn.

Hoe om te gaan met de grotere kennis- en vaardigheidsdifferentiatie van instromende studenten moet prioriteit krijgen bij de herziening van de curricula. Inventarisatie van het vakkenpakket binnen het gekozen profiel voordat de student aan zijn opleiding begint is daarom noodzakelijk.

Het invoeren van instaptoetsen, opfrismodules en/of zomercursussen is een mogelijke oplossing om studenten “in te schalen” en een passend studietraject te kunnen aanbieden. Eén en ander kan leiden tot studieroutes die zowel een uitbreiding als een inkrimping van het aangeboden standaardprogramma kunnen behelzen.

---

Het verdient aanbeveling studenten met een sterk afwijkend vakkenpakket direct na inschrijving, of uiterlijk aan het begin van de opleiding, uit te nodigen voor een intakegesprek. De uitkomst van dit gesprek kan dan resulteren in een maatwerkprogramma.

Opleidingen zouden nu ruimte in hun programma's moeten reserveren om eventuele aansluitingsproblemen op te kunnen vangen. Bijvoorbeeld door binnen deze ruimte extra modules aan te bieden.

De modulaire opbouw van het moderne bèta onderwijs en de sterke nadruk op concept – context denken biedt voor de DAS-opleidingen interessante mogelijkheden om nog meer betrokken te raken bij het onderwijs in de bovenbouw van het VO. Gedacht kan worden aan, vaak al bestaande, initiatieven zoals gastdocentschap binnen het VO, docentuitwisseling, masterclasses voor docenten, gezamenlijk ontwikkelen van NLT modules en het ondersteunen van profielwerkstukken.

In het kader van studievoorlichtingsactiviteiten verdient het aanbeveling om al in een vroeg stadium (vanaf 3<sup>e</sup> klas VO) aan te geven wat verstandige en wat minder verstandige keuzes zijn ten aanzien van de profiel- en vakkenpakketkeuze wanneer gekozen wordt een DAS-opleiding na het VO.

Met het oog op de veranderingen in het VO rond 2012, is het belangrijk sterk betrokken te blijven bij de scholen in de regio en de zich daar voltrekkende accentverschuivingen, op zowel vakinhoudelijk als vakdidactisch gebied.