



College voor Toetsen en Examens

# BIOLOGIE VWO

SYLLABUS CENTRAAL EXAMEN 2017  
(BIJ HET NIEUWE EXAMENPROGRAMMA)

2-versie juni 2015

Samenstelling syllabuscommissie:

Jeroen den Hertog	-	voorzitter
Agnes Legierse	-	secretaris
José Bruêns	-	Cito
Leen van den Oever	-	vakvernieuwingscommissie
Agnes Storm	-	NVON (docent)
Bernard Beukers	-	CvTE-vaksectie (docent)
Harm Beekhof	-	docent pilotschool
Henk van Netten	-	docent pilotschool

© 2015 College voor Toetsen en Examens vwo, havo, vmbo, Utrecht.

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

## Inhoud

<b>Voorwoord</b>	<b>5</b>
<b>1 Inleiding</b>	<b>6</b>
1.1 Biologie in de tweede fase	6
1.2 Het centraal examen	6
1.3 Totstandkoming syllabus	6
1.4 Verdeling examinering CE/SE	7
<b>2 Specificaties</b>	<b>8</b>
2.1 Toelichting op de specificaties	8
2.1.1 Opbouw van de specificatie	8
2.1.2 Voorbeeldcontexten	8
2.1.3 Deelconcepten	9
2.1.4 Beheersingsniveau	9
2.2 Specificaties	11
Domein A. Vaardigheden	11
Domein B. Zelfregulatie	16
Domein C. Zelforganisatie	24
Domein D. Interactie	27
Domein E. Reproductie	29
Domein F. Evolutie	30
<b>3 Vereiste (voor)kennis van scheikunde en natuurkunde</b>	<b>34</b>
3.1 Scheikunde	34
3.2 Natuurkunde	34
<b>Bijlage 1: Examenprogramma biologie vwo</b>	<b>35</b>
<b>Bijlage 2: Index begrippen domeinen B t/m F</b>	<b>41</b>
<b>Bijlage 3: Conceptentabel bij het examenprogramma</b>	<b>52</b>
<b>Bijlage 4: Vergelijking examenprogramma 2007 en 2013</b>	<b>53</b>



## Voorwoord

De minister heeft de examenprogramma's op hoofdlijnen vastgesteld. In het examenprogramma zijn de exameneenheden aangewezen waarover het centraal examen (CE) zich uitstrekt: het CE-deel van het examenprogramma. Het examenprogramma geldt tot nader order.

Het College voor Toetsen en Examens (CvTE) geeft in een syllabus, die in beginsel jaarlijks verschijnt, een toelichting op het CE-deel van het examenprogramma. Behalve een beschrijving van de exameneisen voor een centraal examen kan een syllabus verdere informatie over het centraal examen bevatten, bijvoorbeeld over een of meer van de volgende onderwerpen: specificaties van examenstof, begrippenlijsten, bekend veronderstelde onderdelen van domeinen of exameneenheden die verplicht zijn op het schoolexamen, bekend veronderstelde voorkennis uit de onderbouw, bijzondere vormen van examinering (zoals computerexamens), voorbeeldopgaven, toelichting op de vraagstelling, toegestane hulpmiddelen.

Ten aanzien van de syllabus is nog het volgende op te merken. De functie ervan is een leraar in staat te stellen zich een goed beeld te vormen van wat in het centraal examen wel en niet gevraagd kan worden. Naar zijn aard is een syllabus dus niet een volledig gesloten en afgebakende beschrijving van alles wat op een examen zou kunnen voorkomen. Het is mogelijk, al zal dat maar in beperkte mate voorkomen, dat op een CE ook iets aan de orde komt dat niet met zo veel woorden in deze syllabus staat, maar dat naar het algemeen gevoelen in het verlengde daarvan ligt.

Een syllabus is zodoende een hulpmiddel voor degenen die anderen of zichzelf op een centraal examen voorbereiden. Een syllabus kan ook behulpzaam zijn voor de producenten van leermiddelen en voor nascholingsinstanties. De syllabus is niet van belang voor het schoolexamen. Daarvoor zijn door de SLO handreikingen geproduceerd die niet in deze uitgave zijn opgenomen.

Deze syllabus geldt voor het examenjaar 2017. Syllabi van eerdere jaren zijn niet meer geldig en kunnen van deze versie afwijken. Voor het examenjaar 2018 wordt een nieuwe syllabus vastgesteld.

Het CvTE publiceert uitsluitend digitale versies van de syllabi. Dit gebeurt via Examenblad.nl ([www.examenblad.nl](http://www.examenblad.nl)), de officiële website voor de examens in het voortgezet onderwijs.

Een syllabus kan zo nodig ook tussentijds worden aangepast, bijvoorbeeld als een in de syllabus beschreven situatie feitelijk veranderd is. De aan een centraal examen voorafgaande Septembermededeling is dan het moment waarop dergelijke veranderingen bekendgemaakt worden. Kijkt u voor alle zekerheid jaarlijks in september op Examenblad.nl. In de syllabi 2017 zijn de wijzigingen ten opzichte van de vorige syllabus voor het examenjaar 2016 duidelijk zichtbaar. Inhoudelijke wijzigingen zijn geel gemarkeerd. Er zijn diverse vakken waarbij de syllabus 2016 geen inhoudelijke veranderingen heeft ondergaan.

Voor opmerkingen over syllabi houdt het CvTE zich steeds aanbevolen. U kunt die zenden aan [info@hetcvte.nl](mailto:info@hetcvte.nl) of aan CvTE, Postbus 315, 3500 AH Utrecht.

De voorzitter van het College voor Toetsen en Examens,  
Drs. P.J.J. Hendrikse

## 1 Inleiding

Het examenprogramma biologie bestaat uit een gedeelte dat getoetst wordt in het centraal examen (CE) en een deel dat afgesloten wordt in het schoolexamen (SE). De syllabus geeft een specificatie van het CE-deel van het examenprogramma.

### 1.1 Biologie in de tweede fase

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

De omvang van het vak biologie is voor vwo 480 SLU. Hiervan beslaat het in de syllabus gespecificeerde CE-deel ongeveer 60%.

### 1.2 Het centraal examen

De zitting en de zittingsduur van het centraal examen worden ~~in juni 2014~~ gepubliceerd op [www.examenblad.nl](http://www.examenblad.nl). Ook wordt daar dan een lijst gepubliceerd met hulpmiddelen die bij het examen zijn toegestaan. ~~In februari 2013 wordt een vooruitblik op de regeling toegestane hulpmiddelen gegeven. Ook deze is te vinden op Examenblad.~~

In 2015 zal er op de pilotscholen voor het eerst een examen worden afgenomen bij deze definitieve syllabus, dat tevens als voorbeeldexamen voor 2016 kan dienen. Daarnaast kunnen eerder afgenomen pilotexamens een goed beeld geven van de te verwachten centrale examens vanaf 2016. Pilotexamens zijn de examens die op de pilotscholen van het nieuwe biologieprogramma in de jaren 2010-2014 zijn/worden afgenomen. Deze examens zijn geconstrueerd aan de hand van de werkversies van de syllabus bij het experimentele examenprogramma biologie.

- ~~De pilotexamens van de laatste drie jaar zijn te vinden op [www.cito.nl](http://www.cito.nl) via Examenkandidaten – Centrale Examens – Schriftelijke examens havo/vwo (oudere pilotexamens zijn bijvoorbeeld te vinden op de website van de NVON);~~
- De pilotexamens en de werkversies van de syllabus (die ten grondslag liggen aan de pilotexamens) zijn te vinden op [www.hetcvte.nl](http://www.hetcvte.nl) via Onderwerpen – Centrale examens VO – Vakvernieuwingen – Biologie havo/vwo.

### 1.3 Totstandkoming syllabus

In het kader van de vernieuwing van het onderwijs in de vijf bètavakken heeft het ministerie van Onderwijs, Cultuur en Wetenschap in december 2004 de Commissie Vernieuwing Biologie Onderwijs (CVBO) ingesteld. Deze commissie had de opdracht om nieuwe examenprogramma's voor biologie voor havo en vwo te ontwerpen en te toetsen in een innovatietraject.

In 2007 is door deze commissie een concept vernieuwd examenprogramma biologie geformuleerd. Bij dit concept-examenprogramma is door een breed samengestelde syllabuscommissie biologie een werkversie van een syllabus ontwikkeld. De eerste concepten van het examenprogramma, de syllabus en centrale examens zijn in de periode 2007-2010 getest in een pilot. De uitkomsten van de pilot hebben geleid tot herzieningen van het examenprogramma en de syllabus.

Middels een landelijke veldraadpleging is de mening van biologiedocenten en andere betrokkenen over de nieuwe syllabus gepeild. De resultaten van deze veldraadpleging zijn door de syllabuscommissie gewogen en in deze syllabus verwerkt.

De syllabus voor biologie is afgestemd met die voor scheikunde en natuurkunde voor wat betreft de inhoudsopgave en de specificaties van het A-domein. Verder zijn er afspraken gemaakt tussen de syllabuscommissies biologie, natuurkunde en scheikunde ten aanzien van omgang met voorkennis, contexten, wendbaarheid en beheersingsniveaus.

#### 1.4 Verdeling examinering CE/SE

Het examenprogramma staat in bijlage 1. Het betreft hier het programma met globale eindtermen, waarvan het CE-deel in hoofdstuk 2 van deze syllabus nader wordt gespecificeerd.

In de onderstaande tabel staat vermeld welke domeinen en subdomeinen op het centraal examen geëxamineerd kunnen worden:

Domein		Subdomein		in CE	moet in SE	mag in SE
A	Vaardigheden			X	X	
B	Zelfregulatie	B1	Eiwitsynthese	X		X
		B2	Stofwisseling van de cel	X		X
		B3	Stofwisseling van het organisme	X		X
		B4	Zelfregulatie van het organisme	X		X
		B5	Afweer van het organisme	X		X
		B6	Beweging van het organisme		X	
		B7	Waarneming door het organisme		X	
		B8	Regulatie van ecosystemen	X		X
C	Zelforganisatie	C1	Zelforganisatie van cellen	X		X
		C2	Zelforganisatie van het organisme		X	
		C3	Zelforganisatie van ecosystemen	X		X
D	Interactie	D1	Moleculaire interactie	X		X
		D2	Cellulaire interactie	X		X
		D3	Gedrag en interactie		X	
		D4	Seksualiteit		X	
		D5	Interactie in ecosystemen	X		X
E	Reproductie	E1	DNA-replicatie		X	
		E2	Levenscyclus van de cel		X	
		E3	Reproductie van het organisme	X		X
F	Evolutie	F1	Selectie	X		X
		F2	Soortvorming	X		X
		F3	Biodiversiteit		X	
		F4	Ontstaan van het leven		X	

## 2 Specificaties

### 2.1 Toelichting op de specificaties

#### 2.1.1 *Opbouw van de specificatie*

De concepten die voorkomen in het examenprogramma zijn voor de biologie gestructureerd in een systeemmatrix (zie systeemmatrix CVBO in bijlage 3). In deze matrix is te zien op welk organisatieniveau en in het kader van welk biologisch systeemconcept (zelfregulatie, zelforganisatie, interactie, reproductie, evolutie) de concepten aan de orde komen.

De domeinen in het examenprogramma zijn benoemd op basis van de systeemconcepten. De subdomeinen zijn gebaseerd op de cellen in de matrix en de eindtermen zijn uitwerkingen van concepten die per subdomein in de systeemmatrix zijn opgenomen. Binnen de domeinen hebben de subdomeinen een naam die gebaseerd is op het biologische proces en/of het organisatieniveau ofwel de biologische eenheid waarbinnen dit subdomein zich afspeelt.

De specificaties in de syllabus kennen de volgende opbouw:

Per domein:

- Een omschrijving van het domein en een uitwerking van wat de kandidaat binnen dit domein op hoofdlijnen moet kennen en kunnen.

Per subdomein:

- De eindterm waarin de te hanteren biologische concepten en de contextgebieden waarin die biologische concepten in de maatschappelijke werkelijkheid van belang zijn, worden genoemd.
- Voorbeelden van contexten binnen de contextgebieden die in het examenprogramma voor dit subdomein genoemd zijn. Zie voor een nadere toelichting paragraaf 2.1.2.

Per concept:

- Een nadere specificatie van de wijze waarop de kandidaat de concepten in de genoemde contextgebieden moet kunnen hanteren. Hierin geeft een handelingswerkwoord de aanduiding van het beheersingsniveau waarop de kandidaat de concepten moet kunnen hanteren. Zie voor een nadere toelichting paragraaf 2.1.3.
- Een opsomming van deelconcepten waarop dit subdomein betrekking heeft.

In bijlage 2 is een index opgenomen van begrippen die in deze syllabus voorkomen.

#### 2.1.2 *Voorbeeldcontexten*

In de Commissie Vernieuwing Biologie Onderwijs zijn keuzes gemaakt ten aanzien van de concepten uit de biologie die in het onderwijs behandeld moeten worden en de contextgebieden waarin die concepten worden gebruikt. De keuze voor de te behandelen concepten voor biologie is gemaakt op basis van actuele en veel voorkomende biologische praktijken in Nederland. Dat vergroot de kans dat leerlingen relevantie ervaren en het perspectief van vooropleiding voor vervolgstudie of beroep wordt verbeterd. De contextgebieden zijn, in overleg met de andere bètavakken, gestructureerd aan de hand van maatschappelijke thema's waarin bèta-kennis wordt gebruikt.



Om een nader beeld te geven van de contexten waarin de te bevragen concepten worden gebruikt, zijn er in deze syllabus voorbeelden opgenomen. In de vorm van de voorbeelden in deze syllabus zijn veelal de volgende aspecten te herkennen:

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

Deze complete opbouw is voorbeeldmatig, in het onderwijs of in een examen kunnen contexten ook op een andere manier beschreven worden. Iedere voorbeeldcontext wordt voorafgegaan door een letter die verwijst naar de contextgebieden die in het examenprogramma genoemd zijn, te weten:

E	energie	VP	voedselproductie
G	gezondheid of gezondheidszorg	S	sport
D	duurzaamheid	W	wereldbeeld
V	voeding	VH	veiligheid

Om de samenhang te benadrukken komen sommige voorbeeldcontexten bij meerdere (sub)domeinen voor.

### 2.1.3 *Deelconcepten*

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

### 2.1.4 *Beheersingsniveau*

In het examenprogramma zijn drie beheersingsniveaus onderscheiden die gekarakteriseerd zijn met de woorden *benoemen*, *verklaren* en *beargumenteren*. In de specificatie in deze syllabus zijn per niveau verschillende handelingswerkwoorden gebruikt. Deze zijn weergegeven in onderstaande tabel.

Beheersingsniveau	Te gebruiken handelingswerkwoorden in de syllabus
Benomen	Beschrijven/Omschrijven wat
	Herkennen
	Benomen
	Weergeven
Verklaren	Verklaren
	Omschrijven hoe
	Toelichten
	Uitleggen
	Verschillen (be)noemen
	Verbanden beschrijven

	Onderscheiden
	Afleiden
	Relaties beschrijven
Beargumenteren	(Be)argumenteren
	Keuze maken
	Relaties leggen
	Redeneringen hanteren
	Hypothese opstellen
	Conclusie trekken

Behalve de gebruikte handelingswerkwoorden geven ook de deelconcepten aan tot op welk niveau en in welke mate van detail de kandidaten de stof moeten beheersen.

De moeilijkheidsgraad van een examenvraag wordt nader bepaald door de complexiteit van de contexten. Ook de in een vraag gebruikte examenwerkwoorden kunnen iets zeggen over het niveau van de vraag. Dit hoeft echter niet overeen te komen met de indeling in bovenstaande tabel. Zo kan een niveau 1-werkwoord binnen een complexe context een moeilijke vraag opleveren en kan een niveau 3-werkwoord in een recht toe recht aan vraag een makkelijke vraag opleveren.

## 2.2 Specificaties

### Domein A. Vaardigheden

De vaardigheden zijn onderverdeeld in drie categorieën:

Subdomeinen A1 t/m A4: Algemene vaardigheden — profieloverstijgend niveau

Subdomeinen A5 t/m A9: Natuurwetenschappelijke, wiskundige en technische vaardigheden — bètaprofielniveau

Subdomeinen A10 t/m A16: Biologische vakvaardigheden

De eerste categorie met algemene profieloverstijgende vaardigheden worden in deze syllabus niet verder gespecificeerd. De specificaties van de subdomeinen A5 t/m A9 zijn afgestemd met de syllabuscommissies scheikunde en natuurkunde.

Voor een aantal vaardigheden (A6 t/m A7) geldt dat de vaardigheid gedeeltelijk bestaat uit onderdelen die niet op het centraal examen getoetst zullen worden. Omwille van de volledigheid van de specificatie van de betreffende eindterm, zijn deze onderdelen wel in de specificatie opgenomen, maar *cursief en grijs* afgedrukt. *De betreffende specificaties gelden dus niet voor het centraal examen.*

### **Algemene vaardigheden (profieloverstijgend niveau)**

*Subdomein A1. Informatievaardigheden gebruiken*

#### **Eindterm**

De kandidaat kan doelgericht informatie zoeken, beoordelen, selecteren en verwerken.

**Geen nadere specificatie voor het vak biologie**

*Subdomein A2. Communiceren*

#### **Eindterm**

De kandidaat kan adequaat schriftelijk, mondeling en digitaal in het publieke domein communiceren over onderwerpen uit het desbetreffende vakgebied.

**Geen nadere specificatie voor het vak biologie**

*Subdomein A3. Reflecteren op leren*

#### **Eindterm**

*De kandidaat kan bij het verwerven van vakkennis en vakvaardigheden reflecteren op eigen belangstelling, motivatie en leerproces.*

**Geen nadere specificatie voor het vak biologie**

*Subdomein A4. Studie en beroep*

#### **Eindterm**

*De kandidaat kan aangeven op welke wijze natuurwetenschappelijke kennis in studie en beroep wordt gebruikt en kan mede op basis daarvan zijn belangstelling voor studies en beroepen onder woorden brengen.*

**Geen nadere specificatie voor het vak biologie**

### **Natuurwetenschappelijke, wiskundige en technische vaardigheden (bètaprofielniveau)**

*Subdomein A5. Onderzoeken*

#### **Eindterm**

De kandidaat kan in contexten vraagstellingen analyseren, gebruikmakend van relevante begrippen en theorie, vertalen in een vakspecifiek onderzoek, dat onderzoek uitvoeren, en uit de onderzoeksresultaten conclusies trekken.

De kandidaat maakt daarbij gebruik van consistente redeneringen en relevante rekenkundige en wiskundige vaardigheden.

### **Specificatie**

De kandidaat kan, gebruik makend van consistente redeneringen en relevante rekenkundige en wiskundige vaardigheden:

1. een natuurwetenschappelijk probleem herkennen en specificeren;
2. een natuurwetenschappelijk probleem herleiden tot een (of meerdere) onderzoeksvra(a)g(en);
3. verbanden leggen tussen een onderzoeksvraag en natuurwetenschappelijke kennis;
4. een hypothese opstellen bij een onderzoeksvraag en verwachtingen formuleren;
5. een werkplan maken voor het uitvoeren van een natuurwetenschappelijk onderzoek ter beantwoording van een (of meerdere) onderzoeksvra(a)g(en);
6. *voor de beantwoording van een onderzoeksvraag relevante waarnemingen verrichten en (meet)gegevens verzamelen;*
7. meetgegevens verwerken en presenteren op een wijze die helpt bij de beantwoording van een onderzoeksvraag;
8. op grond van verzamelde gegevens van een uitgevoerd onderzoek conclusies trekken die aansluiten bij de onderzoeksvra(a)g(en) van het onderzoek;
9. de uitvoering van een onderzoek en de conclusies evalueren, gebruik makend van de begrippen validiteit en betrouwbaarheid;
10. *een natuurwetenschappelijk onderzoek presenteren;*
11. herkennen dat er naast een experimentele onderzoeksaanpak ook andere onderzoeksaanpakken mogelijk zijn;
12. De aard van de opbrengst van onderzoek duiden en daarbij de begrippen onzekerheid en waarschijnlijkheid hanteren.

### *Subdomein A6. Ontwerpen*

#### **Eindterm**

De kandidaat kan in contexten op basis van een gesteld probleem een technisch ontwerp voorbereiden, uitvoeren, testen en evalueren en daarbij relevante begrippen, theorie en vaardigheden en valide en consistente redeneringen hanteren.

### **Specificatie**

De kandidaat kan gebruik makend van relevante begrippen, theorie en vaardigheden en valide en consistente redeneringen

1. een technisch-ontwerpprobleem analyseren en beschrijven;
2. voor een ontwerp een programma van eisen en wensen opstellen;
3. verbanden leggen tussen natuurwetenschappelijke kennis en taken en eigenschappen van een ontwerp;
4. verschillende (deel)uitwerkingen geven voor taken en eigenschappen van een ontwerp;
5. een beargumenteerd ontwerpvoorstel doen voor een ontwerp, rekening houdend met het programma van eisen, prioriteiten en randvoorwaarden;
6. *een prototype van een ontwerp bouwen;*
7. een ontwerpproces en -product *testen en* evalueren, rekening houdend met het programma van eisen;
8. voorstellen doen voor verbetering van een ontwerp;

9. *een ontwerpproces en -product presenteren.*

#### *Subdomein A7. Modelvorming*

##### **Eindterm**

De kandidaat kan in contexten een relevant probleem analyseren, inperken tot een hanteerbaar probleem, vertalen naar een model, modeluitkomsten genereren en interpreteren, en het model toetsen en beoordelen. De kandidaat maakt daarbij gebruik van consistente redeneringen en relevante rekenkundige en wiskundige vaardigheden.

##### **Specificatie**

De kandidaat kan:

1. relevante grootheden en relaties in een probleemsituatie identificeren en selecteren;
2. door het doen van aannamen en het maken van vereenvoudigingen een natuurwetenschappelijk probleem inperken tot een onderzoekbare vraagstelling;
3. bij een natuurwetenschappelijk probleem een model selecteren dat geschikt is om het probleem te bestuderen;
4. een beargumenteerde schatting maken voor parameterwaarden van een model op basis van gegevens;
5. toetsbare verwachtingen formuleren over het gedrag van een model;
6. *een model met een geschikte tijdstap doorrekenen;*
7. een model evalueren op basis van uitkomsten, verwachtingen en (meet)gegevens;
8. *een modelstudie presenteren.*

#### *Subdomein A8. Natuurwetenschappelijk instrumentarium*

##### **Eindterm**

De kandidaat kan in contexten een voor de natuurwetenschappen relevant instrumentarium hanteren, waar nodig met aandacht voor risico's en veiligheid; daarbij gaat het om instrumenten voor dataverzameling en -bewerking, vaktaal, vakconventies, symbolen, formuletaal en rekenkundige bewerkingen.

##### **Specificatie**

De kandidaat kan:

1. informatie verwerven en selecteren uit schriftelijke, mondelinge en audiovisuele bronnen *mede met behulp van ICT*:
  - gegevens halen uit grafieken, tabellen, tekeningen, simulaties, schema's en diagrammen;
  - grootheden, eenheden, symbolen, formules en gegevens opzoeken in geschikte tabellen.
2. informatie, gegevens en meetresultaten analyseren, weergeven en structureren in grafieken, tekeningen, schema's, diagrammen en tabellen *mede met behulp van ICT*;
3. aangeven met welke technieken en apparaten de belangrijkste grootheden uit de natuurwetenschappen worden gemeten;
4. *verantwoord omgaan met materialen, instrumenten, organismen en milieu;*
5. Een aantal voor het vak relevante reken-/wiskundige vaardigheden toepassen om natuurwetenschappelijke problemen op te lossen:
  - rekenen met getallen in breuken en machten;
  - rekenen met verhoudingen (ratio), percentages en gemiddelden;

- rekenen met oppervlakte en volumes;
  - omwerken van formules;
  - grafieken opstellen en daarbij rekening houden met de plaats van de afhankelijke en de onafhankelijke variabele;
  - aflezen logaritmische grafiek;
  - lineaire en exponentiële verbanden herkennen;
  - grafieken lezen (formuleloos), gericht op grafisch verloop en trends.
6. Verbanden leggen op basis van tabel- en grafiekgegevens.

#### *Subdomein A9. Waarderen en oordelen*

##### **Eindterm**

De kandidaat kan in contexten een beargumenteerd oordeel geven over een situatie in de natuur of een technische toepassing, en daarin onderscheid maken tussen wetenschappelijke argumenten, normatieve maatschappelijke overwegingen en persoonlijke opvattingen.

##### **Specificatie**

De kandidaat kan:

1. een beargumenteerd oordeel geven over een situatie waarin natuurwetenschappelijke kennis een belangrijke rol speelt, dan wel een beargumenteerde keuze maken tussen alternatieven bij vraagstukken van natuurwetenschappelijke aard;
2. een onderscheid maken tussen wetenschappelijke argumenten, normatieve maatschappelijke overwegingen en persoonlijke opvattingen;
3. *feiten met bronnen verantwoorden;*
4. *de betrouwbaarheid beoordelen van informatie en de waarde daarvan vaststellen voor de beantwoording van het betreffende vraagstuk.*

#### **Biologische vakvaardigheden**

##### *Subdomein A10: Beleven*

##### **Eindterm**

*De kandidaat kan in contexten gevoelens en betekenissen expliciteren die worden opgeroepen door het omgaan met de natuur of in de natuur voorkomende objecten en daarbij aandacht schenken aan de gevoelens en betekenissen van anderen.*

##### *Subdomein A11: Vorm-functie-denken*

##### **Eindterm**

De kandidaat kan in contexten redeneringen hanteren waarbij van biologische objecten op verschillende organisatieniveaus vanuit een gegeven vorm naar een bijbehorende functie wordt gezocht en andersom.

##### *Subdomein A12: Ecologisch denken*

##### **Eindterm**

De kandidaat kan in contexten op het gebied van duurzaamheid redeneringen hanteren waarbij uitgewerkt wordt wat de gevolgen van interne of externe veranderingen in een levensgemeenschap of ecosysteem zijn.

*Subdomein A13: Evolutionair denken*

**Eindterm**

De kandidaat kan in contexten redeneringen hanteren waarmee biologische verschijnselen op verschillende organisatieniveaus verklaard worden met behulp van theorie over evolutiemechanismen.

*Subdomein A14: Systeemdenken*

**Eindterm**

De kandidaat kan in contexten een onderscheid maken tussen verschillende organisatieniveaus, relaties binnen en tussen organisatieniveaus uitwerken en uiteenzetten hoe biologische eenheden op verschillende organisatieniveaus zichzelf in stand houden en ontwikkelen.

*Subdomein A15: Kennisontwikkeling en -toepassing*

**Eindterm**

De kandidaat kan in contexten analyseren op welke wijze natuurwetenschappelijke en technologische kennis wordt ontwikkeld en toegepast.

*Subdomein A16: Contexten*

**Eindterm**

De kandidaat kan de in domein A genoemde vaardigheden en de in domeinen B tot en met F genoemde concepten ten minste gebruiken in wetenschappelijke contexten, in beroepscontexten waarvoor een wetenschappelijke opleiding is vereist en in leefwereldcontexten.

***Geen nadere specificatie van de vakvaardigheden***

## **Domein B. Zelfregulatie**

De biologie, de leer van het leven, bestudeert het leven op verschillende niveaus. Op elk niveau zijn er systemen met een eigen organisatie, de biologische eenheden: de moleculen, de cel, het orgaan, het organisme, de populatie, het ecosysteem. Elke biologische eenheid is een complex dynamisch systeem, erop gebouwd om effectief met de eigen omgeving om te gaan. Elke biologische eenheid is een complex systeem dat zichzelf reguleert.

Biologische eenheden, op welk organisatieniveau dan ook, houden zichzelf in stand door het opnemen van stoffen c.q. energie uit hun omgeving, door het herstellen van opgelopen schade, door zich te verdedigen tegen belagers en tegen schadelijke stoffen en door het aanpassen aan of het veranderen van de omgeving. Onderdelen van een biologische eenheid kunnen gespecialiseerd zijn voor een bepaalde functie. Biologische eenheden kunnen met elkaar op een hoger niveau een nieuwe biologische eenheid vormen met een eigen organisatiestructuur.

De kandidaat kan in een context:

- biologische eenheden herkennen en de kenmerken ervan beschrijven. Die biologische eenheden zijn moleculen, cellen, organen, organismen, populaties, ecosystemen;
- uitleggen dat er opname, verwerking en afgifte van energie en materie is, en daarbij de relaties binnen en tussen de verschillende biologische eenheden beschrijven;
- redeneringen hanteren waarbij vanuit een gegeven vorm van een biologische eenheid naar een bijbehorende functie wordt gezocht, en andersom.

### *Subdomein B1. Eiwitsynthese*

#### **Eindterm**

De kandidaat kan met behulp van de concepten DNA en eiwitsynthese ten minste in contexten op het gebied van gezondheid en voedselproductie verklaren op welke wijze zelfregulatie op moleculair niveau plaatsvindt.

#### **Voorbeeldcontexten**

G: Humane genetici in academische centra doen experimenteel DNA onderzoek om patiënten met de ziekte van Duchenne weer functioneel dystrofine te laten aanmaken.  
VP: Biotechnologen bij bureau genetisch gemodificeerde organismen (GGO) beoordelen aanvragen voor het gebruik van genetisch gemodificeerde gewassen, met het doel de veiligheid voor mens en milieu te waarborgen.

VP: Levensmiddelenproducenten bij een voedselproductieconcern veranderen DNA en daarmee eiwitsynthese met het doel gezondere producten (functional food) te produceren.

### **B1.1 DNA**

#### **Specificatie**

De kandidaat kan in een context:

1. de bouw van DNA en RNA beschrijven en de verschillen toelichten;
2. de functies van DNA en van mRNA, tRNA en rRNA benoemen en het verband beschrijven met de bouw ervan;
3. uitleggen op welke manieren de basenvolgorde in het DNA bepaald kan worden.



### **Deelconcepten**

nucleïezuren, helixstructuur, basenparing, nucleotide, enkelstrengs en dubbelstrengs DNA, chromosomen, nucleosomen, histonen, kernDNA, mitochondriaal en chloroplast DNA, RNA, genetische code, plasmide, primer, PCR, sequenzen, restrictie-enzym, repetitief DNA.

## **B1.2 Eiwitsynthese**

### **Specificatie**

De kandidaat kan in een context:

1. op basis van de relatie tussen tripletcode en aminozuur toelichten hoe eiwitten gevormd worden
2. het proces van transcriptie en translatie beschrijven;
3. uitleggen hoe de aminozuurvolgorde (primaire structuur) van een eiwit de bouw en werking van het eiwit bepaalt;
4. uitleggen hoe eiwitten de bouw en werking van biologische eenheden bepalen.

### **Deelconcepten**

aminozuur, primaire, secundaire, tertiaire en quaternaire structuur, proteïne, peptidebinding, transcriptie, translatie, mRNA, tRNA, rRNA, cytoplasma, ribosoom, golgi-systeem, (ruw) endoplasmatisch reticulum, tripletcode, codon, anticodon, coderende streng, afleesrichting, template/matrijsstreng, DNA-polymerase, startcodon, stopcodon, plasmide.

### *Subdomein B2. Stofwisseling van de cel*

#### **Eindterm**

De kandidaat kan met behulp van de concepten homeostase, transport, assimilatie en dissimilatie ten minste in contexten op het gebied van gezondheid en voeding verklaren op welke wijze de stofwisseling van cellen van prokaryoten en eukaryoten verloopt.

#### **Voorbeeldcontexten**

G (leefwereldcontext): Leden van een familie die mogelijk een erfelijke, mitochondriale afwijking hebben zoals MERFF, ondergaan in een academische centrum een onderzoek om vast te stellen of ze het gemuteerde gen hebben met het doel zich voor te bereiden op eventuele consequenties.

V: Microbiologen bij voedselproducenten ontwikkelen microbiële testen op ingrediënten van voedingsmiddelen met het doel om ingrediënten snel te kunnen testen op aanwezigheid van gevaarlijke micro-organismen.

## **B2.1 Homeostase**

### **Specificatie**

De kandidaat kan in een context:

1. kenmerken van bacteriën beschrijven;
2. een eukaryote cel beschrijven als een zelfstandig functionerende eenheid, de onderdelen van cellen herkennen en de functies ervan benoemen;
3. uitleggen dat cellen zich in stand houden door het uitvoeren van chemische reacties;
4. toelichten dat het dynamisch evenwicht in de cel in stand wordt gehouden in een complex netwerk van celprocessen die uiteenlopende functies hebben;
5. uitleggen hoe door het principe van terugkoppeling homeostase in de cel gerealiseerd wordt.

### **Deelconcepten**

prokaryoot, eukaryoot, virus, bacterie, plasmide, celkern, kernlichaampje, kernporie, chromosoom, celwand, celmembraan, vacuole, cytoplasma, grondplasma, cytoskelet, centriolen, mitochondrie, (ruw) endoplasmatisch reticulum, golgi-systeem, ribosoom, lysosoom, chloroplast, chlorofyl, plastide, ciliën, flagellen, terugkoppeling, receptoreiwit, effector, cascade, ionenpomp, dynamisch evenwicht.

## **B2.2 Transport**

### **Specificatie**

De kandidaat kan in een context:

1. vormen van actief en passief transport beschrijven en de relatie beschrijven met de eigenschappen van de getransporteerde stoffen en de bouw en eigenschappen van membranen;
2. toelichten dat effecten van osmotische werking verschillen bij plantaardige en dierlijke cellen;
3. uitleggen dat door de aanwezigheid van een selectief doorlaatbaar celmembraan de celinhoud permanent verschilt van de celomgeving;
4. de rol van het cytoskelet bij transportprocessen herkennen.

### **Deelconcepten**

diffusie, osmose, semi-permeabel membraan, selectief permeabel, fosfolipiden, hydrofoob, hydrofiel, receptoreiwit, ionentransport, ionenpomp, isotonisch, hypotonisch, hypertonisch, plasmolyse, turgor, osmotische druk, osmotische waarde, waterpotentiaal, actief transport, passief transport, endo- en exocytose, cytoplasmastroming, motoreiwit, cytoskelet.

## **B2.3 Assimilatie en dissimilatie**

### **Specificatie**

De kandidaat kan in een context:

- 1 beschrijven dat cellen stoffen opnemen en afgeven, dat de stoffen in de cellen verwerkt worden in chemische reacties (opbouw en afbraak), gekatalyseerd door enzymen;
- 2 beschrijven dat er verschillende vormen van energie zijn: chemische energie (zoals in ATP), lichtenergie, kinetische energie, warmte, en beschrijven dat deze vormen in elkaar kunnen overgaan;
- 3 het fotosyntheseprocess in cellen met chloroplasten beschrijven;
- 4 assimilatieprocessen in planten en dieren beschrijven en toelichten dat deze processen leiden tot de aanmaak van bouwstoffen, brandstoffen, reservestoffen en enzymen;
- 5 dissimilatieprocessen beschrijven. Hierbij anaerobe en aerobe dissimilatie onderscheiden;
- 6 met behulp van reactievergelijkingen assimilatie- en dissimilatieprocessen (ook van de deelreacties daarvan) toelichten;
- 7 beschrijven waar en op welke wijze enzymen reacties, zoals assimilatie- en dissimilatie-processen, katalyseren en hoe de temperatuur en pH deze beïnvloeden;
- 8 toelichten hoe in de biotechnologie gebruik gemaakt wordt van het metabolisme van micro-organismen;
- 9 verschillen tussen fotosynthese en chemosynthese uitleggen en verklaren onder welke omstandigheden beide processen plaats kunnen vinden.

### **Deelconcepten**

autotroof, heterotroof, fotosynthese, C-assimilatie, chloroplast, licht- en donkerreactie, chemosynthese verbranding, aerob, anaerob, glycolyse, citroenzuurcyclus, oxidatieve fosforylering, gisting, alcohol, melkzuur, methaan, ADP en ATP, NAD, NADP, bouwstoffen, brandstoffen, reservestoffen, enzymen, fosfolipiden, tussencelstof, koolhydraten (mono-, di- en polysachariden, zetmeel, glycogeen, cellulose), vet (vetzuren en glycerol), eiwit, aminozuren, DNA, recombinant-DNA, pH.

### **Subdomein B3. Stofwisseling van het organisme**

#### **Eindterm**

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

#### **Voorbeeldcontexten**

G (leefwereldcontext): Een familie waarin obesitas meer regel dan uitzondering is, overlegt onderling over de vraag of het goed is om mee te doen aan een trial met een stof die de eetlust remt, met het doel om te leren om op een gezond gewicht te komen en te blijven.

VP: Plantenwetenschappers in een academisch centrum onderzoeken de optimale groeiomstandigheden van gewassen met het doel om kwekers advies te geven over optimalisatie van teelten en gewasbescherming.

### **B3.1 Orgaan**

#### **Specificatie**

De kandidaat kan in een context:

- 1 beschrijven hoe groepen van cellen door hun rangschikking in een weefsel, orgaan of orgaanstelsel een gezamenlijke functie uitoefenen;
- 2 beschrijven wat bij de mens de kenmerken en functies zijn van orgaanstelsels voor transport, ademhaling, voedselverwerking en uitscheiding;
- 3 verschillen en overeenkomsten tussen organen en orgaanstelsels van de mens en verschillende diersoorten herkennen;
- 4 verschillen in gaswisseling, opname en transport bij prokaryoten, planten en dieren toelichten;
- 5 uitleggen hoe orgaanstelsels met elkaar samenhangen en beargumenteren hoe verstoring in het functioneren van een orgaan de samenwerking tussen organen beïnvloedt.

#### **Deelconcepten**

hart, hartkleppen, slagader, ader, haarvat, lymfesysteem, huidmondjes, hout- en bastvaten, wortelharen, longen, luchtpijp, bronchiën, longblaasjes, kieuwen, tracheeën, huidmondjes, slokdarm, maag, twaalfvingerige darm, alveesklier, lever, galblaas, dunne darm, dikke darm, endeldarm, darmvlokken, kring- en lengtespieren, nieren, nefron, zweetklieren.

### **B3.2 Fotosynthese**

#### **Specificatie**

De kandidaat kan in een context:

- 1 beschrijven dat organismen door fotosynthese autotroof zijn;
- 2 voorwaarden voor het fotosyntheseproces in planten benoemen;

- 3 het belang van fotosynthese als basis voor de voortgezette assimilatie en dissimilatie van het organisme beschrijven.

**Deelconcepten**

autotroof, heterotroof, (an)organische stoffen, chloroplasten, netto fotosynthesereactie, voortgezette assimilatie, beperkende factoren.

**B3.3 Adem haling**

**Specificatie**

De kandidaat kan in een context:

- 1 de bouw, werking en functie van gaswisselingsorganen van eukaryoten, in het bijzonder de mens beschrijven;
- 2 de relatie tussen de bouw van gaswisselingsorganen en hun functie beschrijven en de relatie tussen de bouw en werking uitleggen;
- 3 uitleggen op welke wijze longventilatie tot stand komt en geregeld wordt;
- 4 uitleggen hoe opname, transport en afgifte van CO<sub>2</sub> en O<sub>2</sub> plaatsvindt en wat de rol van hemoglobine en myoglobine daarbij is;
- 5 de relatie tussen de gaswisseling van planten en fotosynthese en dissimilatie beschrijven.

**Deelconcepten**

gaswisseling, ventilatiebewegingen, longcapaciteit, vitale capaciteit, dode ruimte, diffusie, wet van Fick, CO<sub>2</sub>-concentratie, O<sub>2</sub>-concentratie, buffers van hemoglobine en HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>, dissimilatie, assimilatie, beperkende factor.

**B3.4 Vertering**

**Specificatie**

De kandidaat kan in een context:

1. de bouw, werking en functie van spijsverteringsorganen van eukaryoten, in het bijzonder van de mens, beschrijven;
2. de relatie tussen de bouw van spijsverteringsorganen en hun functie beschrijven en de relatie tussen de bouw en werking uitleggen;
3. beschrijven waar en op welke wijze voedingsstoffen verteerd en opgenomen worden en verklaren op welke wijze factoren dit kunnen beïnvloeden.

**Deelconcepten**

mechanische en chemische vertering, darmperistaltiek, voedingsstoffen, verteringssappen, gal, verteringsenzymen voor koolhydraten, eiwitten, vetten, vitamines, pH, temperatuur, verteringsproducten, emulgeren, resorptie, darmbacteriën.

**B3.5 Uitscheiding**

**Specificatie**

De kandidaat kan in een context:

- 1 de bouw, werking en functie van uitscheidingsorganen van eukaryoten, in het bijzonder van de mens beschrijven;
- 2 de relatie tussen de bouw van uitscheidingsorganen en hun functie beschrijven en de relatie tussen de bouw en werking uitleggen;
- 3 de rol van de lever, de nieren, de longen en de huid bij uitscheidingprocessen toelichten.

### **Deelconcepten**

waterhuishouding, ultrafiltratie, terugresorptie, voorurine, osmotische waarde, ADH, ureum, urine, buffers van  $\text{HCO}_3^-$ , galzouten, galkleurstoffen, zweet.

## **B3.6 Transport**

### **Specificatie**

De kandidaat kan in een context:

- 1 de bouw, werking en functie van de bloedsomloop met hart en bloedvaten van eukaryoten, in het bijzonder van de mens beschrijven;
- 2 de relatie tussen de bouw van hart en bloedvaten en hun functie beschrijven en de relatie tussen de bouw en werking uitleggen;
- 3 de embryonale bloedsomloop van de mens toelichten en verschillen en overeenkomsten benoemen met de bloedsomloop na de geboorte;
- 4 de functie van bestanddelen van bloed, bloedplasma, weefselvloeistof en lymfe beschrijven en de vorming van weefselvloeistof en lymfe toelichten;
- 5 het verband beschrijven tussen bloedvatenstelsel en lymfevatenstelsel;
- 6 het transport van water, zouten en assimilatieproducten in planten beschrijven en de relatie met fotosynthese, dissimilatie en opslag van stoffen beargumenteren.

### **Deelconcepten**

open en gesloten bloedsomloop, enkele en dubbele bloedsomloop, grote bloedsomloop, kleine bloedsomloop, embryonale bloedsomloop, bloedplasma, weefselvloeistof, lymfe, beenmerg, bloedsamenstelling, rode bloedcellen, witte bloedcellen, bloedplaatjes, hartslagfrequentie, slagvolume, sinusknop, AV-knoop, bundel van His, bloeddruk, diastole, systole, zuurstoftransport en koolstofdioxidetransport, voedings- en afvalstoffen, Bohr-effect, bufferende stoffen,  $\text{HCO}_3^-$ , hemoglobine, myoglobine, bloedstolling, cholesterol, tegenstroomprincipe, filtratiedruk, colloïd-osmotische druk, verdampingsstroom, cohesie, adhesie, worteldruk.

### *Subdomein B4. Zelfregulatie van het organisme*

#### **Eindterm**

De kandidaat kan met behulp van de concepten homeostase, hormonale regulatie en neurale regulatie ten minste in contexten op het gebied van sport en voeding verklaren op welke wijze zelfregulatie bij eukaryoten verloopt en beargumenteren op welke wijze daarin stoornissen kunnen ontstaan en op welke wijze deze kunnen worden aangepakt.

#### **Voorbeeldcontexten**

S: De inspanningsfysioloog in een nationaal trainingscentrum onderzoekt bloedwaarden om samen met de sporter te komen tot optimalisatie van de sportprestatie.

V: Artsen en medisch biologen en psychobiologen doen in een trial gedragsonderzoek om de mogelijke invloed van voedingsmiddelen op neurale en hormonale regulatie bij ADHD vast te stellen.

## **B4.1 Homeostase**

### **Specificatie**

De kandidaat kan in een context:

- 1 het belang van de longen, lever, nieren, huid, zenuw- en hormoonstelsel voor de homeostase bij de mens beschrijven;
- 2 de relatie tussen de bouw van de lever, longen, huid en nieren en de homeostase beschrijven
- 3 een regelkring afleiden uit een beschrijving van de regulatie van lichaamsprocessen en de principes van een regelkring toelichten;

- 4 de samenhang van de regeling van lichaamsprocessen beschrijven;
- 5 beargumenteren op welke wijze verstoring van het dynamisch evenwicht kan ontstaan en hoe deze gereguleerd kan worden.

**Deelconcepten**

zenuwstelsel, hormoonstelsel, receptoren, inwendig en uitwendig milieu, regelkring, positieve en negatieve terugkoppeling, dynamisch evenwicht, receptoren in celmembranen en cytoplasma, osmotische waarde, pH, temperatuur, chemische samenstelling, O<sub>2</sub>-concentratie, CO<sub>2</sub>-concentratie, buffers van hemoglobine en HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>, glucoseconcentratie, waterhuishouding, chemische en drukreceptoren in de aorta.

**B4.2 Hormonale regulatie**

**Specificatie**

De kandidaat kan in een context:

- 1 de werking van een regelkring in het hormoonstelsel voorspellen;
- 2 de werking van hormoonklieren en de specifieke werking van hun hormonen beschrijven en afleiden hoe de doelorganen daarop reageren;
- 3 het verband beschrijven tussen hormonale regulatie en het handhaven van homeostase;
- 4 de relatie tussen het hormoonstelsel en het zintuig-, spier- en zenuwstelsel toelichten.

**Deelconcepten**

hormoonklieren, hypofyse, hypothalamus, schildklier, nieren, bijnieren, ovaria, testes, eilandjes van Langerhans, exocrien, endocrien, doelwitorganen, receptor, hormoonconcentratie, insuline, glucagon, adrenaline, schildklierhormoon, spijsverteringshormonen, EPO.

**B4.3 Neurale regulatie**

**Specificatie**

De kandidaat kan in een context:

- 1 de bouw en werking van het zenuwstelsel en de signaalverwerking beschrijven;
- 2 de werking van een regelkring in het zenuwstelsel uitleggen;
- 3 het verband beschrijven tussen de werking van het zenuwstelsel en het functioneren van een organisme;
- 4 de relatie tussen het zenuwstelsel en het zintuig-, spier- en hormoonstelsel toelichten.

**Deelconcepten**

centraal zenuwstelsel, perifere zenuwstelsel, grote en kleine hersenen, centra in de hersenschors, witte stof, grijze stof, hersenstam, ruggenmerg, autonoom (vegetatief) zenuwstelsel, animaal zenuwstelsel, ortho- en parasympatisch, sensorische, schakel- en motorische neuronen, cellen van Schwann, myelineschede, synaps, Na/K-pomp, impulsgeleiding, saltatoire geleiding, reflexboog, neurotransmitter, rustpotentiaal, actiepotentiaal, prikkelrempel, refractaire periode, exciterend, inhiberend, prikkels, mechanische, chemische, temperatuur-, licht-, tast- en pijnreceptoren

### *Subdomein B5. Afweer van het organisme*

#### **Eindterm**

De kandidaat kan met behulp van het concept afweer ten minste in contexten op het gebied van gezondheidszorg en voedselproductie benoemen op welke wijze organismen zich te weer stellen tegen andere organismen, virussen en allergenen en beargumenteren welke problemen daarbij kunnen optreden en op welke wijze deze kunnen worden aangepakt.

#### **Voorbeeldcontexten**

G: Virologen van het RIVM doen jaarlijks onderzoek naar de te verwachten typen van griepvirussen om een advies geven over de samenstelling van het griepvaccin met als doel het voorkomen van griep bij mensen met een verlaagde weerstand.

VP: Microbiologen van de Voedsel en Waren Autoriteit bestuderen of groenten in Nederland zijn besmet met de darmbacterie EHEC, een variant van de *E-coli*-bacterie, om een epidemie van voedselvergiftiging te voorkomen.

G (leefwereldcontext): Leerlingen bediscussiëren aan de hand van berichten uit de krant het antibioticagebruik in de veeteelt om tot een afgewogen oordeel over dat gebruik te komen.

### **B5.1 Afweer**

#### **Specificatie**

De kandidaat kan in een context:

- 1 de bouw, werking en functie van organen en cellen betrokken bij de afweer van de mens beschrijven en hun onderlinge relatie toelichten;
- 2 de werking van de specifieke en aspecifieke afweer beschrijven en de reactie op lichaamseigen en lichaamsvreemde stoffen en cellen te verklaren;
- 3 de afweermechanismen van planten herkennen.

#### **Deelconcepten**

huid en slijmvliezen, bloed, lymfe, milt, lymfeknopen, humorale en cellulaire respons, macrofagen, T- en B-cellen, mediators, antigenen en antistoffen, lichaamseigen, lichaamsvreemd, MHC I en MHC II receptoren, natuurlijke en kunstmatige immuniteit, actieve en passieve immuniteit, vaccinatie, transplantatie, bloedtransfusie, AB0-systeem, resusfactor, donor, acceptor, mechanische en chemische afweer van planten.

### **Subdomein B8. Regulatie van ecosystemen**

#### **Eindterm**

De kandidaat kan met behulp van de concepten energiestroom, kringloop, dynamiek en evenwicht ten minste in contexten op het gebied van duurzaamheid verklaren op welke wijze ecosystemen zichzelf reguleren; de kandidaat kan beargumenteren welke effecten op kunnen treden als zelfregulatie van ecosystemen en het systeem Aarde wordt verstoord, en kan beargumenteren met welke maatregelen de mens zelfregulatie van ecosystemen en het systeem Aarde kan beïnvloeden.

#### **Voorbeeldcontexten**

D: Milieubiologen en ecologen in een Commissie Duurzaamheid informeren de minister over milieuaspecten van import uit Brazilië van soja als varkensvoer met het doel de duurzaamheid te bevorderen.

### **B8.1 Energiestroom**

#### **Specificatie**

De kandidaat kan in een context:

- 1 energiestromen in een ecosysteem beschrijven, toelichten welke factoren daarop van invloed zijn en uitleggen wat oorzaken en gevolgen zijn van verstoring;
- 2 modellen van energiestromen beschrijven en uitleggen welke processen en organismen daarin een rol spelen;
- 3 beargumenteren met welke maatregelen de mens energiestromen kan beïnvloeden.

#### **Deelconcepten**

producent, consument, reductent, trofische niveaus, foto- en chemo-autotroof, heterotroof, (an)organische stoffen, BPP, NPP, productiviteit, fossiele brandstof, biobrandstof, biomassa.

### **B8.2 Kringloop**

#### **Specificatie**

De kandidaat kan in een context:

- 1 de rol uitleggen van producenten, consumenten en reductenten in de kringlopen van koolstof en stikstof en de verbanden kwantificeren;
- 2 kringlopen van elementen in een ecosysteem weergeven, toelichten welke factoren van invloed zijn op de verschillende stappen daarin en uitleggen wat oorzaken en gevolgen zijn van verstoring;
- 3 beargumenteren met welke maatregelen de mens nutriëntenkringlopen en daarmee het systeem Aarde kan beïnvloeden.

#### **Deelconcepten**

fotosynthese, dissimilatie, (de)nitrificatie, ammonificatie, stikstofbinding, (an)organische stof, uitspoeling, eutrofiering, biomassa, broeikaseffect.

### **B8.3 Dynamiek en evenwicht**

#### **Specificatie**

De kandidaat kan in een context:

- 1 beschrijven wat onder een ecosysteem wordt verstaan en welke componenten daarvan deel uitmaken;
- 2 uitleggen welke rol concurrentie binnen en tussen populaties speelt bij de dynamiek (instandhouding en ontwikkeling) van een ecosysteem;
- 3 uitleggen welke rol biotische en abiotische factoren spelen bij de dynamiek binnen een ecosysteem;
- 4 beargumenteren met welke maatregelen de mens de zelfregulatie van ecosystemen kan beïnvloeden.

#### **Deelconcepten**

niche, microklimaat, biodiversiteit, migratie, exoot.

#### **Domein C. Zelforganisatie**

Biologische eenheden kunnen beschouwd worden als systemen met een organisatie. Biologische eenheden onderscheiden zich van de niet levende systemen doordat zijzelf het enige product van hun organisatie zijn, dat wil zeggen: er bestaat geen scheiding tussen producent en product. Ze organiseren zichzelf.

Door zelforganisatie kunnen nieuwe structuren 'biologische eenheden van een hogere orde' ontstaan. Op het hogere organisatieniveau zijn nieuwe eigenschappen te zien, die de biologische eenheid van het lagere organisatieniveau niet heeft, de zogenoemde emergente eigenschappen.



Een voorbeeld is de biologische klok bij de mens: sommige klokcellen zijn overdag actief, andere klokcellen juist 's nachts, weer anderen pieken juist 's morgens. De optelsom hiervan heeft een eigenschap die de afzonderlijke cellen niet hebben: de biologische klok kan de daglengte en de tijd van het jaar registreren. Het geheel is dus meer dan de som van de delen.

De kandidaat kan in een context:

- toelichten dat biologische eenheden van cellulair niveau tot en met het niveau van een populatie een zelforganiserend vermogen hebben;
- beargumenteren dat biologische eenheden nieuwe, emergente eigenschappen hebben vergeleken met de biologische eenheden van een niveau lager.

#### *Subdomein C1. Zelforganisatie van cellen*

##### **Eindterm**

De kandidaat kan met behulp van de concepten genexpressie en celdifferentiatie ten minste in contexten op het gebied van gezondheid en voedselproductie benoemen op welke wijze de ontwikkeling van cellen verloopt en beargumenteren op welke wijze stoornissen in de ontwikkeling kunnen ontstaan en worden aangepakt.

##### **Voorbeeldcontexten**

G: Biologen in een transplantatiecentrum kweken stamcellen en laten die differentiëren tot gespecialiseerde cellen met het doel aangetast weefsel in het menselijk lichaam te vervangen en daardoor mensen te genezen.

VP: Biologen en plantenwetenschappers in publiek private samenwerkingsverbanden realiseren plantenveredeling gericht op veranderen van verhoudingen inhoudsstoffen (amylopectine aardappel) met het doel om het verwerkingsproces energiezuiniger en eenvoudiger te maken.

#### **C1.1 Genexpressie**

##### **Specificatie**

De kandidaat kan in een context:

- 1 weergeven dat DNA bij eukaryoten voor het grootste deel niet coderend is en dat genen voor een groot gedeelte uit introns bestaan;
- 2 het proces van genexpressie tot en met eiwitsynthese omschrijven;
- 3 beschrijven dat genen afhankelijk van de omstandigheden tot expressie komen;
- 4 uitleggen dat in verschillende typen cellen verschillende eiwitten gemaakt worden;
- 5 verklaren hoe genexpressie en het functioneren van een organisme samenhangen.

##### **Deelconcepten**

chromosoom, gen, DNA, RNA, eiwit, fenotype, genetische code, startcodon, stopcodon, transcriptiefactor, activator, RNA-polymerase, splicing, introns, exons, nucleosomen, niet-coderend DNA, cDNA, knock-out-gen.

#### **C1.2 Celdifferentiatie**

##### **Specificatie**

De kandidaat kan in een context:

- 1 beschrijven dat vrijwel alle cellen van een meercellig organisme hetzelfde genoom hebben;
- 2 beschrijven hoe door differentiatie cellen ontstaan met een verschillende vorm en functie;
- 3 beschrijven dat celdifferentiatie tot stand komt door het aan- en/of uitschakelen van genen;

- 4 eigenschappen van stamcellen beschrijven en toelichten voor welke doelen stamcellen gebruikt kunnen worden;
- 5 toelichten dat een cel in staat is tot apoptose en dat deze een rol kan spelen tijdens de ontwikkeling van een meercellig organisme.

#### **Deelconcepten**

genoom, stamcellen, celtype, tussencelstof, apoptose, lysosoom, pluripotent, omnipotent.

#### *Subdomein C3. Zelforganisatie van ecosystemen*

##### **Eindterm**

De kandidaat kan met behulp van de concepten dynamiek en evenwicht ten minste in contexten op het gebied van duurzaamheid en wereldbeeld benoemen op welke wijze ecosystemen zich kunnen ontwikkelen en beargumenteren met welke maatregelen de mens de zelforganisatie van ecosystemen en het systeem Aarde beïnvloedt.

##### **Voorbeeldcontexten**

D: Biologen, landschapsarchitecten en ingenieurs bij Rijkswaterstaat doen onderzoek naar ontwikkeling van natuur en de mogelijkheden om te bouwen met natuur met het doel om de kust te beschermen.

D: De aquatisch ecooloog van een onderzoeksinstituut onderzoekt de voedselrelaties in de Oostvaardersplassen met het doel om tot een duurzaam beheersplan te komen.

W: Biologen in dienst van de afdeling Ruimtelijke Ordening van een gemeente doen onderzoek naar de natuurbeleving van burgers met het doel om in bestemmingsplannen daar rekening mee te houden.

### **C3.1 Dynamiek en evenwicht**

#### **Specificatie**

De kandidaat kan in een context:

- 1 de ontwikkeling van een ecosysteem beschrijven;
- 2 opeenvolgende veranderingen in een ecosysteem beschrijven en verklaren hoe daarbij overgangen tot stand komen;
- 3 verschillen tussen ecosystemen benoemen op basis van verschillen in populaties (biotische) en abiotische factoren;
- 4 de dynamiek in een ecosysteem beschrijven;
- 5 herkennen dat een ecosysteem in verschillende evenwichtssituaties kan verkeren;
- 6 beargumenteren met welke maatregelen de mens de zelforganisatie van ecosystemen en het systeem Aarde beïnvloedt.

#### **Deelconcepten**

successie, pioniersoort, climaxecosysteem, gradiëntecosysteem, indicatorsoort, biodiversiteit, genenpool, concurrentie, draagkracht, tolerantiegrenzen, exoot, omslagpunt.

## **Domein D. Interactie**

Biologische eenheden worden beïnvloed door hun omgeving, die zowel biotisch als abiotisch van aard kan zijn. Op deze beïnvloeding kunnen de biologische eenheden reageren door zich aan te passen, te verplaatsen of andere reacties te vertonen. Omgekeerd hebben biologische eenheden ook invloed op hun biotische en abiotische omgeving.

Interactie verwijst naar het open karakter van de biologische systemen.

De kandidaat kan in een context:

- beargumenteren dat een biologische eenheid, van welk organisatieniveau dan ook, voortdurend in interactie is met de omgeving waaronder andere biologische eenheden;
- redeneringen hanteren waarbij uitgewerkt wordt wat interne of externe veranderingen in een biologische eenheid voor gevolgen hebben voor die biologische eenheid en voor de biologische eenheden op een hoger en lager organisatieniveau;
- de complexiteit van relaties in en tussen biologische eenheden en van biologische eenheden met hun abiotisch milieu beschrijven.

### *Subdomein D1. Moleculaire interactie*

#### **Eindterm**

De kandidaat kan met behulp van de concepten genregulatie en interactie met (a)biotische factoren ten minste in contexten op het gebied van gezondheid en voedselproductie verklaren op welke wijze de moleculaire regulatie plaatsvindt.

#### **Voorbeeldcontexten**

G: Biologen, chemici en artsen in een academisch samenwerkingsverband onderzoeken genexpressie om zo gericht mogelijk chemotherapie in te kunnen zetten bij kankerpatiënten met het doel deze te genezen.

VP: Plantenveredelaars bij een veredelingsbedrijf veranderen met behulp van GMO moleculaire processen waardoor bij planten droogteresistentie of zouttolerantie optreedt met het doel ook teelten in de randen van woestijnen en in brakke delta's mogelijk te maken en daardoor het hongerprobleem te lijf te gaan.

### **D1.1 Genregulatie en interactie met (a)biotische factoren**

#### **Specificatie**

De kandidaat kan in een context:

- 1 mechanismen voor genregulatie noemen en het belang ervan toelichten;
- 2 uitleggen dat cellen voor hun functioneren gebruik maken van eiwitten;
- 3 uitleggen dat (a)biotische factoren de variatie aan eiwitten beïnvloeden;
- 4 uitleggen dat genexpressie een dynamisch proces is dat geregeld wordt door verschillende factoren waaronder epigenetische;
- 5 uitleggen dat mutagene factoren de genregulatie verstoren.

#### **Deelconcepten**

genoom, structuurgenen, regulatorgenen, recombinant DNA, proto-oncogenen, enzymen, virus, iRNA, promotor, operator, repressor, suppressor, epigenetisch, cisgeen, transgeen.

*Subdomein D2. Cellulaire interactie*

**Eindterm**

De kandidaat kan met behulp van de concepten celcommunicatie en interactie met (a)biotische factoren ten minste in contexten op het gebied van gezondheid de wijze waarop cellulaire interactie verloopt benoemen.

**Voorbeeldcontexten**

G: Biologen doen in een onderzoeksinstituut onderzoek aan *C. elegans* naar celcommunicatie en effecten van (a)biotische factoren daarop, om vanuit onderzoek aan dit modelorganisme tot kennis over celcommunicatie te komen in het kader van het mogelijk genezen van mensen met een afwijking in celcommunicatie.

**D2.1 Celcommunicatie en interactie met (a)biotische factoren**  
**Specificatie**

De kandidaat kan in een context:

- 1 beschrijven hoe cellen signalen ontvangen en verwerken, hoe cellen op signalen reageren, en deze processen aan elkaar relateren;
- 2 herkennen hoe cellen met elkaar communiceren over korte en over lange afstand via zenuwcellen en via hormonen;
- 3 onderscheiden dat er responsen in het celplasma zijn en dat er responsen zijn die genexpressie bevorderen;
- 4 afleiden welke effecten celcommunicatie op andere organisatieniveaus teweegbrengt.

**Deelconcepten**

signaalstoffen, second messenger, synaps, cell junctions, receptor, respons, signaalcascade, Na/K-pomp.

*Subdomein D5. Interactie in ecosystemen*

**Eindterm**

De kandidaat kan met behulp van de concepten voedselrelatie en interactie met (a)biotische factoren ten minste in contexten op het gebied van duurzaamheid en voedselproductie benoemen welke relaties tussen populaties en ecosystemen bestaan en beargumenteren op welke wijze vraagstukken die daar betrekking op hebben, kunnen worden benaderd.

**Voorbeeldcontexten**

VP: Landbouwkundigen en kassenbouwtechnologen onderzoeken voor een tomatenkweker de mogelijkheden tot kringloopmanagement in de kas met het doel het energiegebruik te verminderen en de productdiversiteit te verhogen waardoor de teelten concurrerend worden en de afhankelijkheid van een product vermindert.

D : Leerlingen bepalen de eigen ecologische footprint en bediscussiëren onderling hoe ieder voor zich de ecologische footprint daadwerkelijk kan verkleinen.

**D5.1 Voedselrelatie**  
**Specificatie**

De kandidaat kan in een context:

- 1 voedselrelaties tussen organismen beschrijven;
- 2 relaties in een voedselketen benoemen;
- 3 in een voedselweb voedselketens herkennen;
- 4 de accumulatie van giftige stoffen in een voedselketen uitleggen.

### **Deelconcepten**

trofische niveaus, predatie, vraat, signaalstoffen, symbiose, parasitisme, mutualisme, commensalisme.

## **D5.2 Interactie met (a)biotische factoren**

### **Specificatie**

De kandidaat kan in een context:

- 1 veranderingen van abiotische en biotische factoren en hun onderlinge wisselwerking in een ecosysteem beschrijven;
- 2 beschrijven welke rol abiotische en biotische factoren spelen bij de instandhouding en ontwikkeling van een ecosysteem;
- 3 de accumulatie van giftig stoffen in een voedselketen uitleggen;
- 4 de rol van concurrentie binnen en tussen de populaties in een ecosysteem beschrijven;
- 5 beschrijven wat onder duurzame ontwikkeling wordt verstaan, in het bijzonder duurzame energie- en voedselproductie;
- 6 beargumenteren op welke wijze vraagstukken die betrekking hebben op duurzame ontwikkeling, kunnen worden benaderd.

### **Deelconcepten**

microklimaat, niche, indicatorsoort, beperkende factor, tolerantie, optimum, persistent, biologisch afbreekbaar.

## **Domein E. Reproductie**

Biologische eenheden, zoals celorganellen, cellen en organismen, repliceren zich.

De kandidaat kan in een context:

- relaties beschrijven tussen replicatie die plaatsvindt op de verschillende organisatieniveaus.

### *Subdomein E3. Reproductie van het organisme*

#### **Eindterm**

De kandidaat kan met behulp van de concepten voortplanting en erfelijke eigenschap ten minste in contexten op het gebied van energie, gezondheid en voedselproductie verklaren op welke wijze eigenschappen worden overgedragen en benoemen op welke wijze de reproductie van eukaryoten en prokaryoten verloopt.

#### **Voorbeeldcontexten**

E: Biologen en biofysici in een algentestfaciliteit doen celbiologisch en fysisch onderzoek naar reproductiebeïnvloeding van algen ten behoeve van de teeltoptimalisatie in het kader van energie opwekking en olieproductie.

G: Leerlingen in een klas maken een eigen voorlichtingsbrochure over seksualiteit en soa's, gericht op het verminderen van soa's en de vroege detectie daarvan.

VP: Biologen die werken bij Greenpeace maken informatiemateriaal om het publiek te wijzen op mogelijke nadelen van Genetisch gemodificeerde organismen met het doel om het publiek voor te lichten.

### **E3.1 Voortplanting**

#### **Specificatie**

De kandidaat kan in een context:

- 1 de geslachtelijke en ongeslachtelijke voortplanting beschrijven en de daarmee de genetische variatie bij prokaryoten en eukaryoten verklaren;
- 2 bouw, vorming, ontwikkeling en functie beschrijven van gameten en de zygote;
- 3 bouw en werking van de voortplantingsorganen van de mens beschrijven en de rol van hormonen daarbij toelichten;
- 4 standpunten over het ingrijpen in het voortplantingsproces van organismen toelichten met ethische en biologische argumenten.

#### **Deelconcepten**

levenscyclus, geslachtelijke en ongeslachtelijke voortplanting, voortplantingsorganen van eukaryoten, gameten, spore, mitose, meiose, haploïd, diploïd, polyploïd, bevruchting, eicel, spermacel, follikel, gele lichaam, zygote, klievingsdeling, poollichaampje, embryo, placenta, geslachtshormonen, FSH, LH, oestrogeen, progesteron, testosteron, HCG, menstruatiecyclus, anticonceptie, kunstmatige inseminatie, in vitro fertilisatie, embryonale ontwikkeling, klonen.

### **E3.2 Erfelijke eigenschap**

#### **Specificatie**

De kandidaat kan in een context:

- 1 uitleggen dat een fenotype tot stand komt door de combinatie van genotype en de invloed van milieufactoren, en verschillen herkennen met de epigenetische overerving;
- 2 verschillen tussen autosomen en geslachtschromosomen benoemen en toelichten dat bij de mens de geslachtschromosomen het geslacht bepalen;
- 3 de frequentie van genotypen en fenotypen van nakomelingen afleiden uit stambomen of kruisingsschema's bij monohybride en dihybride kruisingen, zowel voor onafhankelijke als gekoppelde overerving, voor autosomale en X-chromosomale genen, multiële allelen en lethale factoren;
- 4 verklaren dat mitochondriale overerving en epigenetica kunnen leiden tot een ander overervingspatroon dan volgens de wetten van Mendel;
- 5 standpunten over het ingrijpen in de erfelijkheid van pro- en eukaryote organismen toelichten met ethische en biologische argumenten.

#### **Deelconcepten**

genoom, autosomen, X- en Y-chromosomen genotype, fenotype, allel, gen, mono- en dihybride kruising, (onvolledig) dominant, recessief, intermediair, multiële allelen, lethale factor, gekoppelde genen, stamboom, mitochondriaal DNA, epigenetica, methylering.

### **Domein F. Evolutie**

Biologische eenheden zijn op alle organisatieniveaus met elkaar in interactie, beïnvloed door biotische en abiotische factoren. Daarbij is er concurrentie om ruimte, licht, voedsel enzovoorts. De kans om te overleven en nakomelingen te krijgen is het grootst voor biologische eenheden die het best passen bij de omstandigheden, die de omstandigheden kunnen aanpassen of die de beste omstandigheden kunnen opzoeken. Evolutie laat zien hoe toeval, mutatie, recombinatie, variatie, adaptatie en selectiedruk hebben geleid tot de nu aanwezige biodiversiteit.

De kandidaat kan in een context:

- toelichten hoe biodiversiteit van leven ontstaan is;
- toelichten dat het bestaan van de universele genetische code opgevat wordt als een natuurwetenschappelijk argument voor een gemeenschappelijke oorsprong en verwantschap van al het leven;
- redeneringen hanteren waarbij de rol van adaptaties in biologische eenheden wordt uiteengezet;
- redeneringen hanteren waarbij vanuit een gegeven vorm van een biologische eenheid naar een bijbehorende functie wordt gezocht en toelichten dat een bepaalde functionaliteit langs verschillende wegen in de evolutie ontstaan kan zijn;
- toelichten hoe evolutietheorie tot stand gekomen is en argumenteren over de wisselwerking van de evolutietheorie met wetenschap, maatschappij en levensovertuiging.

### *Subdomein F1. Selectie*

#### **Eindterm**

De kandidaat kan met behulp van de concepten DNA, mutatie, genetische variatie, recombinatie en populatie ten minste in contexten op het gebied van gezondheid en voedselproductie verklaren op welke wijze variatie in populaties tot stand komt.

#### **Voorbeeldcontexten**

G: Artsen in Japan onderzoeken met behulp van sequencing door verschillende doses straling veroorzaakte mutaties met het doel een optimaal beschermingsadvies te geven bij het werken met straling.

VP: De plantenveredelaar en de taxonomen van een Instituut Genetische Bronnen ontwikkelen nieuwe rassen van voedingsgewassen met behulp van kennis van taxonomie en verdelings technieken en gaan op speurtocht naar genetische bronnen die de voedselgewassen plaagresistent maken of beter laten smaken.

### **F1.1 DNA**

#### **Specificatie**

De kandidaat kan in een context:

- 1 benoemen dat DNA functioneert als universele drager van genetische informatie;
- 2 uitleggen dat dezelfde genetische informatie in verschillende organismen voor kan komen;
- 3 uitleggen hoe met gegevens verkregen door DNA-analyse de graad van verwantschap van soorten kan worden vastgesteld.

#### **Deelconcepten**

DNA, genetische code, genotype, fenotype.

### **F1.2 Mutatie**

#### **Specificatie**

De kandidaat kan in een context:

- 1 beschrijven welke typen mutatie er zijn;
- 2 uitleggen waardoor mutatie veroorzaakt kan worden;
- 3 uitleggen dat mutatie het fenotype kan beïnvloeden;
- 4 uitleggen dat mutatie plaatsvindt onafhankelijk van het mogelijke effect ervan op overlevingskans of voortplanting van de cel of het organisme.

**Deelconcepten**

chromosoom, mutagene stof, mutagene straling puntmutatie, deletie, insertie, genoommutatie, gen, allel, genetische modificatie, DNA-repairsysteem.

**F1.3 Recombinatie**  
**Specificatie**

De kandidaat kan in een context:

- 1 uitleggen hoe bij geslachtelijke voortplanting voortplantingscellen met een unieke combinatie van genen ontstaan door recombinatie van chromosomen en delen daarvan.

**Deelconcepten**

meiose, homologe chromosomen, autosomen, geslachtschromosomen, karyotype, haplotype, genoom, gekoppelde genen, crossing-over.

**F1.4 Genetische variatie**  
**Specificatie**

De kandidaat kan in een context:

- 1 uitleggen hoe genetische variatie in een populatie vergroot wordt door mutatie en recombinatie;
- 2 uitleggen hoe door de mens gewenste genencombinaties verkregen worden door genetische modificatie.

**Deelconcepten**

mutatie, recombinatie, fenotype, genotype, genenpool, genetische modificatie.

*Subdomein F2. Soortvorming*

**Eindterm**

De kandidaat kan met behulp van de concepten populatie, variatie, selectie en soortvorming ten minste in contexten op het gebied van gezondheid en wereldbeeld verklaren op welke wijze nieuwe soorten kunnen ontstaan.

**Voorbeeldcontexten**

G: De bacterioloog in het ziekenhuis doet voortdurend onderzoek naar veranderende populaties van resistente bacteriën in het kader van infectiepreventie.

W: Evolutiebiologen in het Nationaal Centrum voor Biodiversiteit onderzoeken met behulp van kenmerk analyses van planten aangevuld met DNA/RNA analyses genetische verwantschap en construeren met behulp van de gegevens fylogenetische stambomen met het doel de evolutie van planten beter te begrijpen.

**F2.1 Populatie**  
**Specificatie**

De kandidaat kan in een context:

- 1 omschrijven wat onder een populatie wordt verstaan;
- 2 uitleggen hoe frequenties van genotypen en fenotypen in populaties in tijd en ruimte veranderen;
- 3 uitleggen dat populaties emergente eigenschappen hebben.

**Deelconcepten**

Populatie, genotype, fenotype, emergente eigenschap



## **F2.2 Variatie**

### **Specificatie**

De kandidaat kan in een context:

- 1 beschrijven wat onder genetische variatie in een populatie wordt verstaan;
- 2 uitleggen hoe genfrequenties in een populatie kunnen veranderen door random mutaties, genetic drift en gene flow ;
- 3 verbanden kwantificeren tussen genfrequenties en frequenties van genotypen van opeenvolgende generaties met gebruik van de regel van Hardy-Weinberg.

### **Deelconcepten**

adaptatie, fitness, natuurlijke selectie, genetic drift, gene flow, allelfrequentie, Hardy-Weinberg.

## **F2.3 Selectie**

### **Specificatie**

De kandidaat kan in een context:

- 1 uitleggen dat adaptatie van populaties door selectie van organismen tot stand komen;
- 2 uitleggen dat selectiedruk adaptaties bijeen brengt die het voortplantingssucces van de soort vergroten;
- 3 overeenkomsten en verschillen tussen natuurlijke en kunstmatige selectie beschrijven.

### **Deelconcepten**

adaptatie, fitness, selectiedruk, soort, natuurlijke selectie, seksuele selectie, eilandtheorie, founder effect, flessenhalseffect.

## **F2.4 Soortvorming**

### **Specificatie**

De kandidaat kan in een context:

- 1 beschrijven dat soorten groepen individuen zijn die reproductief van elkaar geïsoleerd zijn;
- 2 uitleggen dat populaties divergeren door genetic drift, mutatie en selectie;
- 3 uitleggen dat soorten ontstaan door reproductieve isolatie;
- 4 uitleggen hoe de verwantschap en afstamming van soorten weergegeven kan worden in de vorm van een cladogram.

### **Deelconcepten**

soort, geslacht, cladogram, clade, taxon, homologie, analogie, genetic drift, coevolutie, sympatrische en allopatrische soortvorming.

### 3 Vereiste (voor)kennis van scheikunde en natuurkunde

In dit hoofdstuk is aangegeven wat bekend verondersteld wordt uit andere vakken, te weten scheikunde en natuurkunde.<sup>1</sup> Deze 'nevenkennis' kan leerstof uit de onderbouw of uit de bovenbouw betreffen. Het gaat dan om onderdelen die nodig kunnen zijn bij de bevraging van het CE-deel van het examenprogramma, maar die niet expliciet in de specificaties vermeld worden. Deze nevenkennis kan dan ook altijd aan de specificaties gerelateerd worden.

#### 3.1 Scheikunde

- Begrippen:
  - atoom, molecuul, ion, proton
  - atoommassa
  - molecuulformule, structuurformule
  - reagentia
  - reactievergelijking, evenwichtsreacties, katalysator
  - water- of vetoplosbaar (hydrofiel, hydrofoob), verzadiging
  - zuren en basen, pH, indicatoren
  - reductor en oxidator
  - aminozuren, eiwitten, peptidebinding
  - vetten, glycerol, (on)verzadigde vetzuren
  - koolhydraten: mono-, di- en polysachariden
  - waterstof- en zwavelbruggen
  - methaan, alcohol (ethanol)
- Namen en formules van de volgende stoffen: ammoniak, calcium, ijzer, kalium, koolstofdioxide, magnesium, natriumchloride, stikstof en water;
- Grootheden en eenheden: concentratie (mol/L of g/L), massapercentage, volumepercentage, ppm.

#### 3.2 Natuurkunde

- Begrippen:
  - massa, dichtheid, gewicht
  - vaste, vloeibare en gasvormige fase
  - snelheden, frequenties
  - vormen van energie
  - (radioactieve) isotopen, halveringstijd
  - elektromagnetisch spectrum;

---

<sup>1</sup> Leerlingen die geen scheikunde en/of natuurkunde volgen, missen bepaalde kennis van deze vakken die bekend verondersteld wordt bij het volgen van het biologieprogramma in de tweede fase. De docent kan, indien nodig, de leerling de benodigde kennis aanreiken.

## Bijlage 1: Examenprogramma biologie vwo

### Het eindexamen

Het eindexamen bestaat uit het centraal examen en het schoolexamen.

Het examenprogramma bestaat uit de volgende domeinen:

Domein A	Vaardigheden
Domein B	Zelfregulatie
Domein C	Zelforganisatie
Domein D	Interactie
Domein E	Reproductie
Domein F	Evolutie

#### Het centraal examen

Het centraal examen heeft betrekking op de subdomeinen B1, B2, B3, B4, B5, B8, C1, C3, D1, D2, D5, E3, F1 en F2, in combinatie met de vaardigheden uit domein A.

Het CvE kan bepalen dat het centraal examen ten dele betrekking heeft op andere subdomeinen, mits de subdomeinen van het centraal examen tezamen dezelfde studielast hebben als de in de vorige zin genoemde.

Het CvE stelt het aantal en de tijdsduur van de zittingen van het centraal examen vast.

Het CvE maakt indien nodig een specificatie bekend van de examenstof van het centraal examen.

#### Het schoolexamen

Het schoolexamen heeft betrekking op domein A en:

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

### De examenstof

Domein A: Vaardigheden

Algemene vaardigheden (profieloverstijgend niveau)

#### **Subdomein A1: Informatievaardigheden gebruiken**

1. De kandidaat kan doelgericht informatie zoeken, beoordelen, selecteren en verwerken.

#### **Subdomein A2: Communiceren**

2. De kandidaat kan adequaat schriftelijk, mondeling en digitaal in het publieke domein communiceren over onderwerpen uit het desbetreffende vakgebied.

#### **Subdomein A3: Reflecteren op leren**

3. De kandidaat kan bij het verwerven van vakkennis en vakvaardigheden reflecteren op eigen belangstelling, motivatie en leerproces.

**Subdomein A4: Studie en beroep**

4. De kandidaat kan aangeven op welke wijze natuurwetenschappelijke kennis in studie en beroep wordt gebruikt en kan mede op basis daarvan zijn belangstelling voor studies en beroepen onder woorden brengen.

Natuurwetenschappelijke, wiskundige en technische vaardigheden (bètaprofielniveau)

**Subdomein A5: Onderzoeken**

5. De kandidaat kan in contexten vraagstellingen analyseren, gebruikmakend van relevante begrippen en theorie, vertalen in een vakspecifiek onderzoek, dat onderzoek uitvoeren, en uit de onderzoeksresultaten conclusies trekken. De kandidaat maakt daarbij gebruik van consistente redeneringen en relevante rekenkundige en wiskundige vaardigheden.

**Subdomein A6: Ontwerpen**

6. De kandidaat kan in contexten op basis van een gesteld probleem een technisch ontwerp voorbereiden, uitvoeren, testen en evalueren en daarbij relevante begrippen, theorie en vaardigheden en valide en consistente redeneringen hanteren.

**Subdomein A7: Modelvorming**

7. De kandidaat kan in contexten een relevant probleem analyseren, inperken tot een hanteerbaar probleem, vertalen naar een model, modeluitkomsten genereren en interpreteren, en het model toetsen en beoordelen. De kandidaat maakt daarbij gebruik van consistente redeneringen en relevante rekenkundige en wiskundige vaardigheden.

**Subdomein A8: Natuurwetenschappelijk instrumentarium**

8. De kandidaat kan in contexten een voor de natuurwetenschappen relevant instrumentarium hanteren, waar nodig met aandacht voor risico's en veiligheid; daarbij gaat het om instrumenten voor dataverzameling en -bewerking, vaktaal, vakconventies, symbolen, formuletaal en rekenkundige bewerkingen.

**Subdomein A9: Waarderen en oordelen**

9. De kandidaat kan in contexten een beargumenteerd oordeel geven over een situatie in de natuur of een technische toepassing, en daarin onderscheid maken tussen wetenschappelijke argumenten, normatieve maatschappelijke overwegingen en persoonlijke opvattingen.

Biologie – specifieke vaardigheden

**Subdomein A10: Beleven**

10. De kandidaat kan in contexten gevoelens en betekenissen expliciteren die worden opgeroepen door het omgaan met de natuur of in de natuur voorkomende objecten en daarbij aandacht schenken aan de gevoelens en betekenissen van anderen.

**Subdomein A11: Vorm-functie-denken**

11. De kandidaat kan in contexten redeneringen hanteren waarbij van biologische objecten op verschillende organisatieniveaus vanuit een gegeven vorm naar een bijbehorende functie wordt gezocht en andersom.

**Subdomein A12: Ecologisch denken**

12. De kandidaat kan in contexten op het gebied van duurzaamheid redeneringen hanteren waarbij uitgewerkt wordt wat de gevolgen van interne of externe veranderingen in een levensgemeenschap of ecosysteem zijn.

**Subdomein A13: Evolutionair denken**

13. De kandidaat kan in contexten redeneringen hanteren waarmee biologische verschijnselen op verschillende organisatieniveaus verklaard worden met behulp van theorie over evolutiemechanismen.

**Subdomein A14: Systeemdenken**

14. De kandidaat kan in contexten een onderscheid maken tussen verschillende organisatieniveaus, relaties binnen en tussen organisatieniveaus uitwerken en uiteenzetten hoe biologische eenheden op verschillende organisatieniveaus zichzelf in stand houden en ontwikkelen.

**Subdomein A15: Kennisontwikkeling en -toepassing**

15. De kandidaat kan in contexten analyseren op welke wijze natuurwetenschappelijke en technologische kennis wordt ontwikkeld en toegepast.

**Subdomein A16: Contexten**

16. De kandidaat kan de in domein A genoemde vaardigheden en de in domeinen B tot en met F genoemde concepten ten minste gebruiken in wetenschappelijke contexten, in beroepscontexten waarvoor een wetenschappelijke opleiding is vereist en in leefwereldcontexten.

Domein B: Zelfregulatie

**Subdomein B1: Eiwitsynthese**

17. De kandidaat kan met behulp van de concepten DNA en eiwitsynthese ten minste in contexten op het gebied van gezondheid en voedselproductie verklaren op welke wijze zelfregulatie op moleculair niveau plaatsvindt.

**Subdomein B2: Stofwisseling van de cel**

18. De kandidaat kan met behulp van de concepten homeostase, transport, assimilatie en dissimilatie ten minste in contexten op het gebied van gezondheid en voeding verklaren op welke wijze de stofwisseling van cellen van prokaryoten en eukaryoten verloopt.

**Subdomein B3: Stofwisseling van het organisme**

19. De kandidaat kan met behulp van de concepten orgaan, fotosynthese, ademhaling, vertering, uitscheiding en transport ten minste in contexten op het gebied van gezondheid en voedselproductie verklaren op welke wijze de stofwisseling van organismen verloopt en beargumenteren op welke wijze stoornissen daarin kunnen ontstaan en op welke wijze deze kunnen worden aangepakt.

**Subdomein B4: Zelfregulatie van het organisme**

20. De kandidaat kan met behulp van de concepten homeostase, hormonale regulatie en neurale regulatie ten minste in contexten op het gebied van sport en voeding verklaren op welke wijze zelfregulatie bij eukaryoten verloopt en beargumenteren op welke wijze daarin stoornissen kunnen ontstaan en op welke wijze deze kunnen worden aangepakt.

**Subdomein B5: Afweer van het organisme**

21. De kandidaat kan met behulp van het concept afweer ten minste in contexten op het gebied van gezondheidszorg en voedselproductie benoemen op welke wijze organismen zich te weer stellen tegen andere organismen, virussen en allergenen en beargumenteren welke problemen daarbij kunnen optreden en op welke wijze deze kunnen worden aangepakt.

**Subdomein B6: Beweging van het organisme**

22. De kandidaat kan met behulp van de concepten beweging, neurale regulatie en waarneming ten minste in contexten op het gebied van gezondheid en sport verklaren op welke wijze mens en dier bewegen en op welke wijze dit kan worden geoptimaliseerd.

**Subdomein B7: Waarneming door het organisme**

23. De kandidaat kan met behulp van de concepten orgaan, waarneming en neurale regulatie ten minste in contexten op het gebied van gezondheid en sport verklaren op welke wijze organismen waarnemen.

**Subdomein B8: Regulatie van ecosystemen**

24. De kandidaat kan met behulp van de concepten energiestroom, kringloop, dynamiek en evenwicht ten minste in contexten op het gebied van duurzaamheid verklaren op welke wijze ecosystemen zichzelf reguleren; de kandidaat kan beargumenteren welke effecten op kunnen treden als zelfregulatie van ecosystemen en het systeem Aarde wordt verstoord, en kan beargumenteren met welke maatregelen de mens zelfregulatie van ecosystemen en het systeem Aarde kan beïnvloeden.

Domein C: Zelforganisatie

**Subdomein C1: Zelforganisatie van cellen**

25. De kandidaat kan met behulp van de concepten genexpressie en celdifferentiatie ten minste in contexten op het gebied van gezondheid en voedselproductie benoemen op welke wijze de ontwikkeling van cellen verloopt en beargumenteren op welke wijze stoornissen in de ontwikkeling kunnen ontstaan en worden aangepakt.

**Subdomein C2: Zelforganisatie van het organisme**

26. De kandidaat kan met behulp van het concept levenscyclus ten minste in contexten op het gebied van gezondheid en voedselproductie benoemen op welke wijze de ontwikkeling van organismen verloopt, verklaren op welke wijze verstoringen van de ontwikkeling ontstaan en beargumenteren op welke wijze deze kunnen worden voorkomen of worden aangepakt.

**Subdomein C3: Zelforganisatie van ecosystemen**

27. De kandidaat kan met behulp van de concepten dynamiek en evenwicht ten minste in contexten op het gebied van duurzaamheid en wereldbeeld benoemen op welke wijze ecosystemen zich kunnen ontwikkelen en beargumenteren met welke maatregelen de mens de zelforganisatie van ecosystemen en het systeem Aarde beïnvloedt.

Domein D: Interactie

**Subdomein D1: Moleculaire interactie**

28. De kandidaat kan met behulp van de concepten genregulatie en interactie met (a)biotische factoren ten minste in contexten op het gebied van gezondheid en voedselproductie verklaren op welke wijze de moleculaire regulatie plaatsvindt.

**Subdomein D2: Cellulaire interactie**

29. De kandidaat kan met behulp van de concepten celcommunicatie en interactie met (a)biotische factoren ten minste in contexten op het gebied van gezondheid de wijze waarop cellulaire interactie verloopt benoemen.

**Subdomein D3: Gedrag en interactie**

30. De kandidaat kan met behulp van de concepten gedrag en interactie met (a)biotische factoren ten minste in contexten op het gebied van communicatie, gezondheid en veiligheid verklaren op welke wijze gedrag van organismen en populaties ontstaat, benoemen wat de functie van het gedrag is en benoemen op welke wijze het zich ontwikkelt.

**Subdomein D4: Seksualiteit**

31. De kandidaat kan met behulp van de concepten gedrag en interactie met (a)biotische factoren ten minste in contexten op het gebied van gezondheid en communicatie beargumenteren op welke wijze vraagstukken met betrekking tot seksualiteit van de mens kunnen worden benaderd.

### **Subdomein D5: Interactie in ecosystemen**

32. De kandidaat kan met behulp van de concepten voedselrelatie en interactie met (a)biotische factoren ten minste in contexten op het gebied van duurzaamheid en voedselproductie benoemen welke relaties tussen populaties en ecosystemen bestaan en beargumenteren op welke wijze vraagstukken die daar betrekking op hebben, kunnen worden benaderd.

Domein E: Reproductie

### **Subdomein E1: DNA-replicatie**

33. De kandidaat kan met behulp van het concept DNA-replicatie ten minste in contexten op het gebied van veiligheid en gezondheid benoemen op welke wijze erfelijk materiaal wordt gereproduceerd.

### **Subdomein E2: Levenscyclus van de cel**

34. De kandidaat kan met behulp van het concept celcyclus ten minste in contexten op het gebied van energie, gezondheid en voedselproductie benoemen op welke wijze reproductie van cellen verloopt en beargumenteren op welke wijze daarbij optredende verstoringen kunnen worden voorkomen of aangepakt.

### **Subdomein E3: Reproductie van het organisme**

35. De kandidaat kan met behulp van de concepten voortplanting en erfelijke eigenschap ten minste in contexten op het gebied van energie, gezondheid en voedselproductie verklaren op welke wijze eigenschappen worden overgedragen en benoemen op welke wijze de reproductie van eukaryoten en prokaryoten verloopt.

Domein F: Evolutie

### **Subdomein F1: Selectie**

36. De kandidaat kan met behulp van de concepten DNA, mutatie, genetische variatie, recombinatie en populatie ten minste in contexten op het gebied van gezondheid en voedselproductie verklaren op welke wijze variatie in populaties tot stand komt.

### **Subdomein F2: Soortvorming**

37. De kandidaat kan met behulp van de concepten populatie, variatie, selectie en soortvorming ten minste in contexten op het gebied van gezondheid en wereldbeeld verklaren op welke wijze nieuwe soorten kunnen ontstaan.

### **Subdomein F3: Biodiversiteit**

38. De kandidaat kan met behulp van het concept biodiversiteit ten minste in contexten op het gebied van duurzaamheid en wereldbeeld veranderingen in diversiteit van populaties en ecosystemen binnen het systeem Aarde verklaren en beargumenteren op welke wijze deze veranderingen beïnvloed worden.

### **Subdomein F4: Ontstaan van het leven**

39. De kandidaat kan met behulp van het concept ontstaan van het leven ten minste in contexten op het gebied van wereldbeeld benoemen met behulp van welke theorie het voorkomen van leven op Aarde wordt verklaard.



## Bijlage 2: Index begrippen domeinen B t/m F

Deze index is bedoeld als hulpmiddel bij het maken van de transmissie van de oude vakindeling naar de nieuwe. Het bevat zowel concepten als deelconcepten die in de syllabus voorkomen, maar ook begrippen die alleen in specificaties worden genoemd. De index bevat echter niet alle begrippen die in de syllabus voorkomen. De index is dus niet uitputtend.

(	B5.1..... 22	alvleesklier
(a)biotische factoren	activator	B3.1.....18
D1.1..... 26	C1.1..... 24	aminozuren
(a-)biotische factoren	adaptatie	B2.3.....18
D1.1..... 26	F2.2..... 32	aminozuur
(a-)biotische factoren	F2.3..... 32	B1.2.....16
D2.1..... 27	adaptaties	aminozuurvolgorde
(a-)biotische factoren	F ..... 30	B1.2.....16
D5.2..... 28	ademhaling	anaerobe
(an)organische stoffen	B3.1..... 18	B2.3.....17
B3.2..... 19	B3.3..... 19	anaeroob
B8.1..... 23	ader	B2.3.....18
(biotische) en abiotische factoren	B3.1..... 18	analogie
C3.1..... 25	ADH	F2.4 .....32
(ruw) endoplasmatisch reticulum	B3.5..... 20	animaal zenuwstelsel
B1.2..... 16	adhesie	B4.3.....21
B2.1..... 17	B3.6..... 20	anticodon
	ADP	B1.2.....16
	B2.3..... 18	anticonceptie
	adrenaline	E3.1 .....29
	B4.2..... 21	antigenen
	aerobe dissimilatie	B5.1.....22
	B2.3..... 17	antistoffen
	aeroob	B5.1.....22
	B2.3..... 18	aorta
	afgifte	B4.1.....21
	B ..... 15	apoptose
	B3.3..... 19	C1.2.....25
	afleesrichting	aspecifieke afweer
	B1.2..... 16	B5.1.....22
	afstamming	<i>assimilatie</i>
	F2.4..... 32	B2.3.....17
	afweer	B3.3.....19
	B5 ..... 22	B3.6.....20
	B5.1..... 22	ATP
	afweermechanismen	B2.3..... 17, 18
	B5.1..... 22	autonoom (vegetatief) zenuwstelsel
	alcohol	B4.3.....21
	B2.3..... 18	autosomale
	allel	E3.2 .....29
	E3.2..... 29	autosomen
	allelfrequentie	E3.2 .....29
	F2.2..... 32	
<b>A</b>		
AB0-systeem		
B5.1..... 22		
abiotisch milieu		
D 26		
abiotische factoren		
B8.3..... 23		
D5.2..... 28		
acceptor		
B5.1..... 22		
accumulatie		
D5.1..... 27		
D5.2..... 28		
actief en passief transport		
B2.2..... 17		
actief transport		
B2.2..... 17		
actiepotentiaal		
B4.3..... 21		
actieve en passieve immuniteit		

F1.3.....	31	bloedplasma		celcommunicatie	
autotroof		B3.6.....	20	D2.1.....	27
B2.3.....	18	bloedsamenstelling		<i>celdifferentiatie</i>	
B3.2.....	18, 19	B3.6.....	20	C1.2.....	24, 25
AV-knoop		bloedsomloop		celkern	
B3.6.....	20	B3.6.....	20	B2.1.....	17
<b>B</b>		bloedstolling		cell junctions	
bacterie		B3.6.....	20	D2.1.....	27
B2.1.....	17	bloedtransfusie		cellen	
bacteriën		B5.1.....	22	C1.2.....	25
B2.1.....	16	bloedvaten		cellen van Schwann	
basenparing		B3.6.....	20	B4.3.....	21
B1.1.....	16	Bohr-effect		cellulaire interactie	
basenvolgorde		B3.6.....	20	D2.....	27
B1.1.....	15	bouwstoffen		cellulose	
beenmerg		B2.3.....	17, 18	B2.3.....	18
B3.6.....	20	BPP		celmembranen	
beperkende factor		B8.1.....	23	B2.1.....	17
B3.3.....	19	brandstoffen		B4.1.....	21
D5.2.....	28	B2.3.....	17, 18	celplasma	
beperkende factoren		bronchiën		D2.1.....	27
B3.2.....	19	B3.1.....	18	celtype	
bevruchting		bufferende stoffen		C1.2.....	25
E3.1.....	29	B3.6.....	20	celwand	
bijnieren		buffers		B2.1.....	17
B4.2.....	21	B4.1.....	21	centra in de hersenschors	
biobrandstof		buffers van HCO <sub>3</sub>		B4.3.....	21
B8.1.....	23	B3.5.....	20	centraal zenuwstelsel	
biodiversiteit		buffers van hemoglobine		B4.3.....	21
B8.3.....	23	en HCO <sub>3</sub>		centriolen	
C3.1.....	25	B3.3.....	19	B2.1.....	17
F .....	30	bundel van His		chemische en	
biologisch afbreekbaar		B3.6.....	20	drukreceptoren	
D5.2.....	28	<b>C</b>		B4.1.....	21
biomassa		cascade		chemische energie	
B8.1.....	23	B2.1.....	17	B2.3.....	17
biotechnologie		C-assimilatie		chemische receptoren	
B2.3.....	17	B2.3.....	18	B4.3.....	21
biotische		cDNA		chemische samenstelling	
B8.3.....	23	B1.1.....	16	B4.1.....	21
biotische factoren		cel		chemosynthese	
D5.2.....	28	B .....	15	verbranding	
bloed		B2 .....	16	B2.3.....	18
B3.6.....	20	B3.1.....	18	chlorofyl	
B5.1.....	22	B5.1.....	22	B2.1.....	17
bloeddruk		C1 .....	24	chloroplast	
B3.6.....	20	C1.1.....	24	B2.1.....	17
bloedplaatjes		C1.2.....	24	B2.3.....	18
B3.6.....	20	D1.1 .....	26	B3.2.....	19
		D2.1 .....	27	chloroplasten	
				B2.3.....	17
				cholesterol	

B3.6.....	20	B2.1.....	17	D5.2.....	28
chromosomen		B2.2.....	17	duurzame ontwikkeling	
B1.1.....	16			D5.2.....	28
F1.3.....	31	<b>D</b>		<i>dynamiek</i>	
chromosoom		darmbacteriën		B8.3.....	23
B2.1.....	17	B3.4.....	19	C3.1.....	25
C1.1.....	24	darmperistaltiek		dynamisch evenwicht	
F1.2.....	31	B3.4.....	19	B2.1.....	16, 17
ciliën		darmvlokken		B4.1.....	21
B2.1.....	17	B3.1.....	18		
cisgeen		diastole		<b>E</b>	
D1.1.....	26	B3.6.....	20	ecosysteem	
citroenzuurcyclus		dieren		B .....	15
B2.3.....	18	B3.1.....	18	B8.1.....	23
clade				B8.2.....	23
F2.4.....	32	differentiatie		B8.3.....	23
cladogram		C1.2.....	25	C3.1.....	25
F2.4.....	32	diffusie		D5.2.....	28
climaxecosysteem		B2.2.....	17	ecosystemen	
C3.1.....	25	B3.3.....	19	B8.....	22
CO <sub>2</sub>		dikke darm		B8.3.....	23
B3.3.....	19	B3.1.....	18	C3.....	25
CO <sub>2</sub> -concentratie		diploïd		D5.....	27
B3.3.....	19	E3.1.....	29	effector	
B4.1.....	21	<i>dissimilatie</i>		B2.1.....	17
coderende streng		B2.3.....	17	eicel	
B1.2.....	16	B3.2.....	19	E3.1 .....	29
codon		B3.3.....	19	Eilandjes van Langerhans	
B1.2.....	16	B3.6.....	20	B4.2.....	21
coevolutie		<i>DNA</i>		eilandtheorie	
F2.4.....	32	B1.1.....	15	F2.3 .....	32
cohesie		B2.3.....	18	eiwit	
B3.6.....	20	C1.1.....	24	B1.2.....	16
colloïd-osmotische druk		F1.1.....	30	B2.3.....	18
B3.6.....	20	DNA-analyse		C1.1.....	24
commensalisme		F1.1.....	30	D1.1.....	26
D5.1.....	28	DNA-polymerase		eiwitsynthese	
concurrentie		B1.2.....	16	B1.....	15
B8.3.....	23	dode ruimte		B1.2.....	16
C3.1.....	25	B3.3.....	19	C1.1.....	24
D5.2.....	28	doelwitorganen		eiwitten	
consument		B4.2.....	21	B3.4.....	19
B8.1.....	23	dominant		C1.1.....	24
consumenten		E3.2.....	29	elementen	
B8.2.....	23	donor		B8.2.....	23
cytoplasma		B5.1.....	22	embryo	
B1.2.....	16	draagkracht		E3.1 .....	29
B2.1.....	17	C3.1.....	25	embryonale bloedsomloop	
B4.1.....	21	dunne darm		B3.6.....	20
cytoplasmastroming		B3.1.....	18	embryonale ontwikkeling	
B2.2.....	17	duurzame energie		E3.1 .....	29
cytoskelet					

emergente eigenschap	evolutie	E3.1 .....29
F2.1 ..... 31	F ..... 29, 30	
emergente eigenschappen	evolutietheorie	<b>G</b>
C ..... 24	F ..... 30	gal
F2.1 ..... 31	exciterend	B3.4.....19
emulgeren	B4.3..... 21	galblaas
B3.4..... 19	exocrien	B3.1.....18
endeldarm	B4.2..... 21	galkleurstoffen
B3.1..... 18	exons	B3.5.....20
endo- en exocytose	C1.1..... 24	galzouten
B2.2..... 17	exoot	B3.5.....20
endocrien	B8.3..... 23	gameten
B4.2..... 21	C3.1..... 25	E3.1 .....29
<i>energiestroom</i>		gaswisseling
<i>B8.1</i> ..... 23	<b>F</b>	B3.1.....18
enkele en dubbele	fenotype	B3.3.....19
bloedsomloop	C1.1..... 24	gaswisselingsorganen
B3.6..... 20	E3.2..... 29	B3.3.....19
enkelstrengs en	F1.1..... 30	geboorte
dubbelstrengs DNA	F1.2..... 30	B3.6.....20
B1.1..... 16	F1.4..... 31	gekoppelde genen
enzymen	F2.1..... 31	E3.2 .....29
B2.3.....17, 18	fenotypen	gekoppelde overerving
D1.1..... 26	E3.2..... 29	E3.2 .....29
epigenetica	F2.1..... 31	gele lichaam
E3.2..... 29	filtratiedruk	E3.1 .....29
epigenetisch	B3.6..... 20	gen
D1.1..... 26	fitness	C1.1.....24
epigenetische	F2.2..... 32	E3.2 .....29
D1.1..... 26	F2.3..... 32	gene flow
epigenetische overerving	flagellen	F2.2 .....32
E3.2..... 29	B2.1..... 17	genen
EPO	flessenhalseffect	C1.2.....25
B4.2..... 21	F2.3..... 32	F1.3 .....31
<i>erfelijke eigenschap</i>	follikel	genenpool
<i>E3.2</i> ..... 29	E3.1..... 29	C3.1.....25
eukaryoot	fosfolipiden	F1.4 .....31
B2.1..... 17	B2.2..... 17	genetic drift
eukaryote cel	B2.3..... 18	F2.2 .....32
B2.1..... 16	fossiele brandstof	F2.4 .....32
eukaryoten	B8.1..... 23	genetische code
B3.3..... 19	foto- en chemo-autotroof	B1.1.....16
B3.4..... 19	B8.1..... 23	C1.1.....24
B3.5..... 19	fotosynthese	F1.1 .....30
B3.6..... 20	B2.3..... 17, 18	genetische informatie
C1.1..... 24	<i>B3.2</i> ..... 18	F1.1 .....30
E3.1..... 29	B3.6..... 20	genetische modificatie
<i>evenwicht</i>	founder effect	F1.4 .....31
<i>B8.3</i> ..... 23	F2.3..... 32	genetische variatie
<i>C3.1</i> ..... 25	FSH	E3.1 .....29
evenwichtssituaties		<i>F1.4</i> .....31
C3.1..... 25		



insuline	B3.6..... 20	B3.3.....19
B4.2..... 21	kring- en lengtespieren	luchtpijp
interactie	B3.1..... 18	B3.1.....18
D ..... 26	<i>kringloop</i>	lymfe
D ..... 26	B8.2..... 23	B3.6.....20
D1.1..... 26	kringlopen	B5.1.....22
D2.1..... 27	B8.2..... 23	lymfe systeem
D5 ..... 27	kruisingschema's	B3.1.....18
D5.2..... 28	E3.2..... 29	lymfeknopen
intermediaire	kunstmatische inseminatie	B5.1.....22
E3.2..... 29	E3.1..... 29	lymfevatenstelsel
introns	kunstmatische selectie	B3.6.....20
C1.1..... 24	F2.3..... 32	lysosoom
inwendig en uitwendig		B2.1.....17
milieu	<b>L</b>	C1.2.....25
B4.1..... 21	lethale factor	
ionenpomp	E3.2..... 29	<b>M</b>
B2.1..... 17	lethale factoren	maag
B2.2..... 17	E3.2..... 29	B3.1.....18
ionentransport	leven	macrofagen
B2.2..... 17	F ..... 30	B5.1.....22
iRNA	levenscyclus	materie
D1.1..... 26	E3.1..... 29	B .....15
isotonisch	lever	mechanische en
B2.2..... 17	B3.1..... 18	chemische afweer
	B4.1..... 20	B5.1.....22
<b>K</b>	LH	mechanische en
kernDNA	E3.1..... 29	chemische vertering
B1.1..... 16	lichaamseigen	B3.4.....19
kernlichaampje	B5.1..... 22	mechanische receptoren
B2.1..... 17	lichaamseigen stoffen	B4.3.....21
kernporie	B5.1..... 22	mediatoren
B2.1..... 17	lichaamsvreemd	B5.1.....22
kieuwen	B5.1..... 22	meiose
B3.1..... 18	lichaamsvreemde stoffen	E3.1 .....29
kinetische energie	B5.1..... 22	F1.3 .....31
B2.3..... 17	licht- en donkerreactie	melkzuur
kleine bloedsomloop	B2.3..... 18	B2.3.....18
B3.6..... 20	lichtenergie	membranen
klievingsdeling	B2.3..... 17	B2.2.....17
E3.1..... 29	lichtreceptoren	mens
klonen	B4.3..... 21	B3.3.....19
E3.1..... 29	longblaasjes	B3.4.....19
knock-out-gen	B3.1..... 18	B3.5.....19
C1.1..... 24	longcapaciteit	B3.6.....20
koolhydraten	B3.3..... 19	B5.1.....22
B2.3..... 18	longen	C3.1.....25
B3.4..... 19	B3.1..... 18	E3.1 .....29
koolstof	B3.5..... 20	E3.2 .....29
B8.2..... 23	B4.1..... 20	menstruatiecyclus
koolstofdioxidetransport	longventilatie	E3.1 .....29

metabolisme	F1.4..... 31	C1.1.....24
B2.3..... 17	F2.4..... 32	nucleotide
methaan	mutaties	B1.1.....16
B2.3..... 18	F2.2..... 32	nutriëntenkringlopen
methylering	mutualisme	B8.2.....23
E3.2..... 29	D5.1 ..... 28	
MHCI	myelineschede	<b>O</b>
B5.1..... 22	B4.3..... 21	O <sub>2</sub>
MHCII	myoglobine	B3.3.....19
B5.1..... 22	B3.3..... 19	O <sub>2</sub> -concentratie
microklimaat	B3.6..... 20	B3.3.....19
B8.3..... 23		B4.1.....21
D5.2..... 28	<b>N</b>	oestrogeen
micro-organismen	Na/K pomp	E3.1 .....29
B2.3..... 17	B4.3..... 21	omnipotent
	Na/K-pomp	C1.2.....25
migratie	D2.1 ..... 27	omslagpunt
B8.3..... 23	NAD	C3.1 .....25
milieufactoren	B2.3..... 18	onafhankelijke overerving
E3.2..... 29	NADP	E3.2 .....29
milt	B2.3..... 18	ongeslachtelijke
B5.1..... 22	natuurlijke en kunstmatige	voortplanting
mitochondriaal DNA	immunititeit	E3.1 .....29
E3.2..... 29	B5.1..... 22	onvolledig dominant
mitose	natuurlijke selectie	E3.2 .....29
E3.1..... 29	F2.2..... 32	open en gesloten
moleculaire interactie	F2.3..... 32	bloedsomloop
D1 ..... 26	nefron	B3.6.....20
moleculen	B3.1..... 18	operator
B 15	netto fotosynthesereactie	D1.1.....26
mono- en dihybride	B3.2..... 19	opname
kruising	<i>neurale regulatie</i>	B .....15
E3.2..... 29	B4.3..... 21	B3.1.....18
mono-, di- en	neurotransmitter	B3.3.....19
polysachariden	B4.3..... 21	opslag
B2.3..... 18	niche	B3.6.....20
motoreiwit	B8.3..... 23	optimum
B2.2..... 17	D5.2 ..... 28	D5.2.....28
mRNA	nieren	orgaan
B1.1..... 15	B3.1..... 18	B .....15
B1.2..... 16	B3.5..... 20	B3.1.....18
mtDNA	B4.1..... 20	B5.1.....22
B1.1..... 16	B4.2..... 21	orgaanstelsel
mutagene factoren	niet-coderend DNA	B3.1.....18
D1.1..... 26	C1.1..... 24	orgaanstelsels
mutagene stof	NPP	B3.1.....18
F1.2 ..... 31	B8.1..... 23	organisme
mutagene straling	nucleïnezuren	B3.....18
puntmutatie	B1.1..... 16	B4.....20
F1.2 ..... 31	nucleosomen	B5.....22
<i>mutatie</i>	B1.1..... 16	
F1.2 ..... 30		

C1.1.....	24	B3.6.....	20	progesteron	
C1.2.....	24, 25	B5.1.....	22	E3.1.....	29
D5.1.....	27	plasmide		prokaryoot	
E3.....	28	B1.1.....	16	B2.1.....	17
E3.1.....	29	B1.2.....	16	prokaryoten	
F1.1.....	30	B2.1.....	17	B3.1.....	18
F1.2.....	30	plasmolyse		E3.1.....	29
F2.3.....	32	B2.2.....	17	promotor	
ortho- en parasympatisch		plastide		D1.1.....	26
B4.3.....	21	B2.1.....	17	proteïne	
osmose		pluripotent		B1.2.....	16
B2.2.....	17	C1.2.....	25	proto-oncogenen	
osmotische druk		polyploid		D1.1.....	26
B2.2.....	17	E3.1.....	29		
osmotische waarde		poollichaampje		<b>Q</b>	
B2.2.....	17	E3.1.....	29	quaternaire structuur	
B3.5.....	20	populatie		B1.2.....	16
B4.1.....	21	B.....	15		
osmotische werking		C.....	24	<b>R</b>	
B2.2.....	17	F1.4.....	31	receptor	
ovaria		F2.1.....	31	B4.1.....	21
B4.2.....	21	F2.2.....	32	B4.2.....	21
oxidatieve fosforylering		Populatie		D2.1.....	27
B2.3.....	18	F2.1.....	31	receptoreiwit	
		populaties		B2.1.....	17
<b>P</b>		B8.3.....	23	B2.2.....	17
parasitisme		C3.1.....	25	receptoren	
D5.1.....	28	D5.2.....	28	B4.1.....	21
passief transport		F2.3.....	32	B5.1.....	22
B2.2.....	17	F2.4.....	32	recessieve en multiple	
PCR		positieve en negatieve		allelen	
B1.1.....	16	terugkoppeling		E3.2.....	29
peptidebinding		B4.1.....	21	recombinant DNA	
B1.2.....	16	predatie		D1.1.....	26
perifeer zenuwstelsel		D5.1.....	28	recombinant-DNA	
B4.3.....	21	prikkeldrempel		B2.3.....	18
persistent		B4.3.....	21	<i>recombinatie</i>	
D5.2.....	28	prikkels		F1.3.....	31
pH		B4.3.....	21	F1.4.....	31
B2.3.....	17, 18	primaire structuur		reducent	
B3.4.....	19	B1.2.....	16	B8.1.....	23
B4.1.....	21	primer		reducenten	
pijnreceptoren		B1.1.....	16	B8.2.....	23
B4.3.....	21	pro- en eukaryote		reflexboog	
pioniersoort		organismen		B4.3.....	21
C3.1.....	25	E3.2.....	29	refractaire periode	
placenta		producent		B4.3.....	21
E3.1.....	29	B8.1.....	23	regelkring	
planten		producenten		B4.1.....	21
B3.1.....	18	B8.2.....	23	B4.2.....	21
B3.3.....	19	productiviteit		B4.3.....	21
		B8.1.....	23		





temperatuur		
B2.3.....	17	
B3.4.....	19	
B4.1.....	21	
temperatuurreceptoren		
B4.3.....	21	
template/matrijsstreng		
B1.2.....	16	
tertiaire structuur		
B1.2.....	16	
terugkoppeling		
B2.1.....	17	
terugresorptie		
B3.5.....	20	
testes		
B4.2.....	21	
testosteron		
E3.1.....	29	
tolerantie		
D5.2.....	28	
tolerantiegrenzen		
C3.1.....	25	
tracheeën		
B3.1.....	18	
transcriptie		
B1.2.....	16	
transcriptiefactor		
C1.1.....	24	
transgeen		
D1.1.....	26	
translatie		
B1.2.....	16	
transplantatie		
B5.1.....	22	
<i>transport</i>		
B2.2.....	17	
B3.1.....	18	
B3.3.....	19	
B3.6.....	20	
tripletcode		
B1.2.....	16	
tRNA		
B1.1.....	15	
B1.2.....	16	
trofische niveaus		
B8.1.....	23	
D5.1.....	28	
turgor		
B2.2.....	17	
tussencelstof		
B2.3.....	18	
C1.2.....	25	
B2.3.....	18	
B3.1.....	18	
<b>U</b>		
uitscheiding		
B3.1.....	18	
B3.5.....	19	
uitscheidingprocessen		
B3.5.....	20	
uitscheidingsorganen		
B3.5.....	19	
ultrafiltratie		
B3.5.....	20	
universele genetische code		
F 30		
ureum		
B3.5.....	20	
urine		
B3.5.....	20	
<b>V</b>		
vaccinatie		
B5.1.....	22	
vacuole		
B2.1.....	17	
<i>variatie</i>		
F2.2.....	32	
ventilatiebewegingen		
B3.3.....	19	
verdampingsstroom		
B3.6.....	20	
verstoring		
B8.1.....	23	
B8.2.....	23	
<i>vertering</i>		
B3.4.....	19	
verteringsenzymen		
B3.4.....	19	
verteringsproducten		
B3.4.....	19	
verteringssappen		
B3.4.....	19	
verwantschap		
F2.4.....	32	
verwerking		
B .....	15	
vet		
B2.3.....	18	
vetten		
B3.4.....	19	
vetzuren		
B2.3.....	18	
B2.1.....	17	
D1.1.....	26	
vitale capaciteit		
B3.3.....	19	
vitamines		
B3.4.....	19	
voedings- en afvalstoffen		
B3.6.....	20	
voedingsstoffen		
B3.4.....	19	
voedselketen		
D5.1.....	27	
D5.2.....	28	
voedselketens		
D5.1.....	27	
<i>voedselrelatie</i>		
D5.1.....	27	
voedselverwerking		
B3.1.....	18	
voedselweb		
D5.1.....	27	
voortgezette assimilatie		
B3.2.....	19	
<i>voortplanting</i>		
E3.1.....	29	
F1.2.....	30	
voortplantingscellen		
F1.3.....	31	
voortplantingsorganen		
E3.1.....	29	
voortplantingsorganen van eukaryoten		
E3.1.....	29	
voortplantingsproces		
E3.1.....	29	
voorurine		
B3.5.....	20	
vraat		
D5.1.....	28	
<b>W</b>		
warmte		
B2.3.....	17	
water		
B3.6.....	20	
waterhuishouding		
B3.5.....	20	
B4.1.....	21	

waterpotentiaal	E3.2..... 29	zetmeel
B2.2..... 17	X-chromosomale genen	B2.3.....18
weefsel	E3.2..... 29	zintuig-, spier- en
B3.1..... 18		hormoonstelsel
weefselvloeistof	<b>Z</b>	B4.3.....21
B3.6..... 20	zelforganisatie	zintuig-, spier- en
wet van Fick	C ..... 23	zenuwstelsel
B3.3..... 19	C3 ..... 25	B4.2.....21
witte bloedcellen	C3.1..... 25	zouten
B3.6..... 20	zelfregulatie	B3.6.....20
witte stof	B ..... 15	zuurstoftransport
B4.3..... 21	B4 ..... 20	B3.6.....20
	B8.3..... 23	zweet
worteldruk	zenuw- en hormoonstelsel	B3.5.....20
B3.6..... 20	B4.1..... 20	zweetklieren
wortelharen	zenuwcellen	B3.1.....18
B3.1..... 18	D2.1 ..... 27	zygote
	zenuwstelsel	E3.1 .....29
<b>X</b>	B4.1..... 21	
X- en Y-chromosomen	B4.3..... 21	

### Bijlage 3: Conceptentabel bij het examenprogramma

Systeemmatrix van biologische concepten die in het examenprogramma vwo zijn opgenomen. (gebaseerd op Tabel 1, pagina 26 en 27, eindrapportage CVBO 2010)

Systeemconcept Organisatieniveau	Biologische eenheid	Zelfregulatie	Zelforganisatie	Interactie	Reproductie	Evolutie
Molecuul	DNA	Eiwitsynthese	Genexpressie	Genregulatie Interactie met (a)biotische factoren	DNA - replicatie	Mutatie Recombinatie Variatie
Cel	Cel	Homeostase Transport Assimilatie Dissimilatie	Celdifferentiatie	Celcommunicatie Interactie met (a)biotische factoren	Celcyclus	Ontstaan van het leven
Orgaan (-systeem)	Orgaan	A demhaling Vertering Uitscheiding Transport				
Organisme	Prokaryoot Eukaryoot Virus	Homeostase Fotosynthese A demhaling Vertering Uitscheiding Transport Afweer Beweging Hormonale regulatie Neurale regulatie Waarneming	Levenscyclus	Gedrag Interactie met (a)biotische factoren	Voortplanting Erfelijke eigenschap	
Populatie	Populatie			Gedrag Interactie met (a)biotische factoren		Variatie Selectie Soortvorming
Ecosysteem	Ecosysteem	Energiestroom Kringloop Dynamiek Evenwicht	Dynamiek Evenwicht	Voedselrelatie Interactie met (a)biotische factoren		
Systeem Aarde	Systeem Aarde	Energiestroom Kringloop Dynamiek Evenwicht	Dynamiek Evenwicht			Biodiversiteit Ontstaan van het leven

## Bijlage 4: Vergelijking examenprogramma 2007 en 2013

De  *cursief en grijs* gedrukte subdomeinen worden alleen in het SE getoetst. Doordat het nieuwe programma opgebouwd is rond systeemconcepten en organisatieniveaus is de inhoud niet een op een te vergelijken met die van het oude programma.

VWO 2013 (nieuw vanaf examen 2016)	VWO 2007 (vigerend)
<p><b>Subdomein B1: Eiwitsynthese</b> 17. De kandidaat kan met behulp van de concepten DNA en eiwitsynthese ten minste in contexten op het gebied van gezondheid en voedselproductie verklaren op welke wijze zelfregulatie op moleculair niveau plaatsvindt.</p>	<p><b>Subdomein D5: Eiwitsynthese en biotechnologie</b> 18. De kandidaat kan uitleggen hoe onder andere DNA en RNA betrokken zijn bij de eiwitsynthese, heeft inzicht in de werking van enzymen en factoren die enzymwerking beïnvloeden en kan een relatie leggen tussen deze processen en erfelijkheid.</p>
<p><b>Subdomein B2: Stofwisseling van de cel</b> 18. De kandidaat kan met behulp van de concepten homeostase, transport, assimilatie en dissimilatie ten minste in contexten op het gebied van gezondheid en voeding verklaren op welke wijze de stofwisseling van cellen van prokaryoten en eukaryoten verloopt.</p>	<p><b>Subdomein D4: Celprocessen</b> 17. De kandidaat kan verschillende celprocessen, onder andere assimilatie- en dissimilatieprocessen, onderscheiden en in verband brengen met verschillende organisatieniveaus, en aangeven welke factoren daarop van invloed zijn.</p>
	<p><i>Subdomein D2: Metabolisme van planten</i> <i>15. De kandidaat kan aangeven hoe organen, weefsels en cellen van planten betrokken zijn bij opname, verwerking, transport en opslag van stoffen, en factoren bespreken die daarop van invloed zijn.</i></p>
<p><b>Subdomein B3: Stofwisseling van het organisme</b> 19. De kandidaat kan met behulp van de concepten orgaan, fotosynthese, ademhaling, vertering, uitscheiding en transport ten minste in contexten op het gebied van gezondheid en voedselproductie verklaren op welke wijze de stofwisseling van organismen verloopt en beargumenteren op welke wijze stoornissen daarin kunnen ontstaan en op welke wijze deze kunnen worden aangepakt.</p>	<p><b>Subdomein D3: Metabolisme van de mens</b> 16. De kandidaat kan aangeven hoe organen, weefsels en cellen van de mens betrokken zijn bij opname, verwerking, transport, opslag en uitscheiding van stoffen, heeft inzicht in de moleculaire processen die daarbij een rol spelen en kan factoren bespreken die hierop van invloed kunnen zijn.</p>
<p><b>Subdomein B4: Zelfregulatie van het organisme</b> 20. De kandidaat kan met behulp van de concepten homeostase, hormonale regulatie en neurale regulatie ten minste in contexten op het gebied van sport en voeding verklaren op welke wijze zelfregulatie bij eukaryoten verloopt en beargumenteren op welke wijze daarin stoornissen kunnen ontstaan en op welke wijze deze kunnen worden aangepakt.</p>	<p><b>Subdomein E4: Homeostase bij de mens</b> 22. De kandidaat kan uitleggen hoe zintuigen, spieren en klieren, zenuwstelsel en hormoonstelsel betrokken zijn bij het functioneren van het lichaam -aangepast aan de omgeving- en daarbij verbanden leggen tussen de verschillende organisatieniveaus.</p>

<p><b>Subdomein B5: Afweer van het organisme</b> 21. De kandidaat kan met behulp van het concept afweer ten minste in contexten op het gebied van gezondheidszorg en voedselproductie benoemen op welke wijze organismen zich te weer stellen tegen andere organismen, virussen en allergenen en beargumenteren welke problemen daarbij kunnen optreden en op welke wijze deze kunnen worden aangepakt.</p>	<p><b>Subdomein E5: Bescherming van het interne milieu</b> 23. De kandidaat kan uitleggen hoe de huid en het immuunsysteem bijdragen aan het handhaven van het dynamisch evenwicht in het inwendig milieu.</p>
<p><b>Subdomein B6: Beweging van het organisme</b> 22. De kandidaat kan met behulp van de concepten beweging, neurale regulatie en waarneming ten minste in contexten op het gebied van gezondheid en sport verklaren op welke wijze mens en dier bewegen en op welke wijze dit kan worden geoptimaliseerd.</p>	
<p><b>Subdomein B7: Waarneming door het organisme</b> 23. De kandidaat kan met behulp van de concepten orgaan, waarneming en neurale regulatie ten minste in contexten op het gebied van gezondheid en sport verklaren op welke wijze organismen waarnemen.</p>	
<p><b>Subdomein B8: Regulatie van ecosystemen</b> 24. De kandidaat kan met behulp van de concepten energiestroom, kringloop, dynamiek en evenwicht ten minste in contexten op het gebied van duurzaamheid verklaren op welke wijze ecosystemen zichzelf reguleren; de kandidaat kan beargumenteren welke effecten op kunnen treden als zelfregulatie van ecosystemen en het systeem Aarde wordt verstoord, en kan beargumenteren met welke maatregelen de mens zelfregulatie van ecosystemen en het systeem Aarde kan beïnvloeden.</p>	<p><b>Subdomein D1: Energiestromen en kringlopen</b> 14. De kandidaat kan energiestromen en kringlopen van stoffen in een ecosysteem beschrijven, en kan aangeven welke factoren daarop van invloed zijn en wat oorzaken en gevolgen zijn van verstoring.</p>
<p><b>Subdomein C1: Zelforganisatie van cellen</b> 25. De kandidaat kan met behulp van de concepten genexpressie en celdifferentiatie ten minste in contexten op het gebied van gezondheid en voedselproductie benoemen op welke wijze de ontwikkeling van cellen verloopt en beargumenteren op welke wijze stoornissen in de ontwikkeling kunnen ontstaan en worden aangepakt.</p>	<p><b>Subdomein B2: Structuren van cellen</b> 10. De kandidaat kan cellen en delen van cellen herkennen en de functies benoemen, en daarbij de relatie leggen met hogere en lagere organisatieniveaus.</p>
<p><b>Subdomein C2: Zelforganisatie van het organisme</b> 26. De kandidaat kan met behulp van het concept levenscyclus ten minste in contexten op het gebied van gezondheid en voedselproductie</p>	

<p><i>benoemen op welke wijze de ontwikkeling van organismen verloopt, verklaren op welke wijze verstoringen van de ontwikkeling ontstaan en beargumenteren op welke wijze deze kunnen worden voorkomen of worden aangepakt.</i></p>	
<p><b>Subdomein C3: Zelforganisatie van ecosystemen</b> 27. De kandidaat kan met behulp van de concepten dynamiek en evenwicht ten minste in contexten op het gebied van duurzaamheid en wereldbeeld benoemen op welke wijze ecosystemen zich kunnen ontwikkelen en beargumenteren met welke maatregelen de mens de zelforganisatie van ecosystemen en het systeem Aarde beïnvloedt.</p>	<p><b>Subdomein E1: Dynamiek in ecosystemen</b> 19. De kandidaat kan uitleggen hoe ecosystemen zich kunnen handhaven en ontwikkelen, en welke verstoringen daarbij kunnen plaatsvinden.</p>
<p><b>Subdomein D1: Moleculaire interactie</b> 28. De kandidaat kan met behulp van de concepten genregulatie en interactie met (a)biotische factoren ten minste in contexten op het gebied van gezondheid en voedselproductie verklaren op welke wijze de moleculaire regulatie plaatsvindt.</p>	
<p><b>Subdomein D2: Cellulaire interactie</b> 29. De kandidaat kan met behulp van de concepten celcommunicatie en interactie met (a)biotische factoren ten minste in contexten op het gebied van gezondheid de wijze waarop cellulaire interactie verloopt benoemen.</p>	
<p><b>Subdomein D3: Gedrag en interactie</b> 30. De kandidaat kan met behulp van de concepten gedrag en interactie met (a)biotische factoren ten minste in contexten op het gebied van communicatie, gezondheid en veiligheid verklaren op welke wijze gedrag van organismen en populaties ontstaat, benoemen wat de functie van het gedrag is en benoemen op welke wijze het zich ontwikkelt.</p>	<p><b>Subdomein E3: Ethologie</b> 21. De kandidaat heeft inzicht in de organisatie, ontwikkeling en functie van gedrag, en kent methoden die bij gedragsonderzoek gebruikt worden.</p>
<p><b>Subdomein D4: Seksualiteit</b> 31. De kandidaat kan met behulp van de concepten gedrag en interactie met (a)biotische factoren ten minste in contexten op het gebied van gezondheid en communicatie beargumenteren op welke wijze vraagstukken met betrekking tot seksualiteit van de mens kunnen worden benaderd.</p>	
<p><b>Subdomein D5: Interactie in ecosystemen</b> 32. De kandidaat kan met behulp van de concepten voedselrelatie en interactie met (a)biotische factoren ten minste in contexten op</p>	<p><b>Subdomein B1: Structuren van ecosystemen</b> 9. De kandidaat kan de betekenis en onderlinge wisselwerking van abiotische en biotische factoren, waardoor de diversiteit tussen en</p>

<p>het gebied van duurzaamheid en voedselproductie benoemen welke relaties tussen populaties en ecosystemen bestaan en beargumenteren op welke wijze vraagstukken die daar betrekking op hebben, kunnen worden benaderd.</p>	<p>binnen ecosystemen wordt bepaald, aangeven en uitleggen.</p>
<p><b>Subdomein E1: DNA-replicatie</b> 33. De kandidaat kan met behulp van het concept DNA-replicatie ten minste in contexten op het gebied van veiligheid en gezondheid benoemen op welke wijze erfelijke materiaal wordt gereproduceerd.</p>	
<p><b>Subdomein E2: Levenscyclus van de cel</b> 34. De kandidaat kan met behulp van het concept celcyclus ten minste in contexten op het gebied van energie, gezondheid en voedselproductie benoemen op welke wijze reproductie van cellen verloopt en beargumenteren op welke wijze daarbij optredende verstoringen kunnen worden voorkomen of aangepakt.</p>	<p><b>Subdomein C3: Levenscyclus van cellen</b> 13. De kandidaat kent de celcyclus en de invloeden uit het interne en externe milieu op de celcyclus, en kan daarbij een relatie leggen met andere organisatieniveaus.</p>
<p><b>Subdomein E3: Reproductie van het organisme</b> 35. De kandidaat kan met behulp van de concepten voortplanting en erfelijke eigenschappen ten minste in contexten op het gebied van energie, gezondheid en voedselproductie verklaren op welke wijze eigenschappen worden overgedragen en benoemen op welke wijze de reproductie van eukaryoten en prokaryoten verloopt.</p>	<p><b>Subdomein C2: Levenscyclus van de mens</b> 12. De kandidaat kent de feiten van de menselijke voortplanting en ontwikkeling en de hormonale regeling hiervan, kent de methoden van anticonceptie, en kan een beargumenteerde mening geven over de betekenis van seksualiteit op biologisch, medisch, maatschappelijk en persoonlijk vlak. <b>Subdomein C1: Erfelijkheid</b> 11. De kandidaat kan erfelijkheid op organismeniveau verklaren door het beschrijven van erfelijkheidsprocessen op lagere organisatieniveaus en kan het ingrijpen door de mens in erfelijkheidsprocessen bediscussiëren.</p>
<p><b>Subdomein F1: Selectie</b> 36. De kandidaat kan met behulp van de concepten DNA, mutatie, genetische variatie, recombinatie en populatie ten minste in contexten op het gebied van gezondheid en voedselproductie verklaren op welke wijze variatie in populaties tot stand komt.</p>	
<p><b>Subdomein F2: Soortvorming</b> 37. De kandidaat kan met behulp van de concepten populatie, variatie, selectie en soortvorming ten minste in contexten op het gebied van gezondheid en wereldbeeld verklaren op welke wijze nieuwe soorten kunnen ontstaan.</p>	<p><b>Subdomein E2: Ontstaan en handhaving van verscheidenheid</b> 20. De kandidaat kan de betekenis van verscheidenheid in een populatie, onder andere op genniveau, aangeven, en opvattingen weergeven over het ontstaan daarvan.</p>
<p><b>Subdomein F3: Biodiversiteit</b> 38. De kandidaat kan met behulp van het concept biodiversiteit ten minste in</p>	



<i>contexten op het gebied van duurzaamheid en wereldbeeld veranderingen in diversiteit van populaties en ecosystemen binnen het systeem Aarde verklaren en beargumenteren op welke wijze deze veranderingen beïnvloed worden.</i>	
<i>Subdomein F4: Ontstaan van het leven 39. De kandidaat kan met behulp van het concept ontstaan van het leven ten minste in contexten op het gebied van wereldbeeld benoemen met behulp van welke theorie het voorkomen van leven op Aarde wordt verklaard.</i>	
Totaal 23 eindtermen, waarvan 14 (61%) in CE en 9 in SE	Totaal 15 eindtermen, waarvan 9 in CE (60%) en 6 in SE

