



College voor Toetsen en Examens

# BIOLOGIE HAVO

CONCEPTSYLLABUS  
CENTRAAL EXAMEN 202X  
VERSIE VOOR  
VELDRAADPLEGING

Versie 0.5, 6 september 2021

© 2021 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 INDELING SYLLABUS EN VERDELING EXAMENSTOF OVER CE EN SE</b>	<b>6</b>
1.1 CONCEPTEN, SYSTEEMCONCEPTEN EN ORGANISATIENIVEAUS	6
1.2 ANDERS DOOR DE MATRIX	7
1.3 NIEUWE NUMMERS VOOR DE SUBDOMEINEN	8
1.4 VERDELING OVER CE EN SE	8
<b>2 TOELICHTING OP DE SPECIFICATIES</b>	<b>10</b>
2.1 OPBOUW VAN DE SPECIFICATIES	10
2.2 CONTEXTGEBIEDEN	10
2.3 DEELCONCEPTEN	10
2.4 BEHEERSINGSNIVEAU	10
<b>3 DOMEIN A. VAARDIGHEDEN</b>	<b>12</b>
ALGEMENE VAARDIGHEDEN (PROFIELOVERSTIJGEND NIVEAU)	12
NATUURWETENSCHAPPELIJKE, WISKUNDIGE EN TECHNISCHE VAARDIGHEDEN (BËTAPROFIELNIVEAU)	12
BIOLOGIE-SPECIFIEKE VAARDIGHEDEN	15
<b>I MOLECUUL- EN CELNIVEAU</b>	<b>17</b>
I.2 STOFWISSELING VAN DE CEL (SUBDOMEIN B2)	17
I.2.1 Homeostase (B2.1)	17
I.2.2 Transport (B2.2)	17
I.2.3 Assimilatie en dissimilatie (B2.3)	18
I.3 ZELFORGANISATIE VAN CELLEN (SUBDOMEIN C1)	19
I.3.1 Genexpressie (C1.1)	19
I.3.2 Celdifferentiatie (C1.2)	19
I.7 ERFELIJKE EIGENSCHAP (SUBDOMEIN E4)	19
I.7.1 Erfelijke eigenschap (E4.1)	19
I.8 SELECTIE (SUBDOMEIN F1)	20
I.8.1 DNA (F1.1)	20
I.8.2 Mutatie (F1.2)	20
I.8.3 Recombinatie (F1.3)	21
I.8.4 Variatie (F1.4)	21
<b>II ORGAAN- EN ORGANISMENIVEAU</b>	<b>21</b>
II.1 STOFWISSELING VAN HET ORGANISME (SUBDOMEIN B3)	21
II.1.1 Orgaan (B3.1)	21
II.1.2 Fotosynthese (B3.2)	22
II.1.3 Ademhaling (B3.3)	22
II.1.4 Vertering (B3.4)	22
II.1.5 Uitscheiding (B3.5)	23
II.1.6 Transport (B3.6)	23
II.2 ZELFREGULATIE VAN HET ORGANISME (SUBDOMEIN B4)	23
II.2.1 Homeostase (B4.1)	23
II.2.2 Hormonale regulatie (B4.2)	24
II.2.3 Neurale regulatie (B4.3)	24
II.3 AFWEER VAN HET ORGANISME (SUBDOMEIN B5)	24
II.3.1 Afweer (B5.1)	25
<b>III POPULATIE- EN ECOSYSTEEMNIVEAU</b>	<b>25</b>
III.1 REGULATIE VAN ECOSYSTEMEN (SUBDOMEIN B8)	25
III.1.1 Energiestroom (B8.1)	25
III.1.2 Kringloop (B8.2)	25
III.1.3 Dynamiek en evenwicht (B8.3)	26
III.3 INTERACTIE IN ECOSYSTEMEN (SUBDOMEIN D4)	26
III.3.1 Voedselrelatie (D4.1)	26
III.3.2 Duurzame ontwikkeling (D4.2)	27
III.4 SOORTVORMING (SUBDOMEIN F2)	27

III.4.1 Populatie (F2.1)	27
III.4.2 Variatie (F2.2)	27
III.4.3 Selectie (F2.3)	27
III.4.4 Soortvorming (F2.1)	28
<b>BIJLAGE 1: EXAMENPROGRAMMA BIOLOGIE HAVO</b>	<b>29</b>
<b>BIJLAGE 2: CONCEPTENTABEL BIJ HET EXAMENPROGRAMMA</b>	<b>34</b>
<b>BIJLAGE 3: OMZETTING VAN OUDE NAAR NIEUWE NUMMERING EN ANDERSOM</b>	<b>35</b>
<b>BIJLAGE 4: VOORBEELDCONTEXTEN</b>	<b>36</b>
<b>BIJLAGE 5: EXAMEN(WERK)WOORDEN</b>	<b>38</b>
<b>BIJLAGE 6: INDEX VAN CONCEPTEN EN DEELCONCEPTEN</b>	<b>39</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 de 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 is tot stand gekomen na een herziening door een syllabuscommissie. Meer informatie over de aanleiding voor deze herziening en de afwegingen van de syllabuscommissie treft u in het [verantwoordingsdocument](#).

Deze syllabus geldt voor het examenjaar 202X.<sup>1</sup> Syllabi van eerdere jaren zijn niet meer geldig en kunnen van deze versie afwijken. Voor het examenjaar 202X+1 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. Wijzigingen ten opzichte van de vorige syllabus worden duidelijk zichtbaar gemaakt. Inhoudelijke wijzigingen zijn geel gemarkeerd. Het is ook mogelijk dat een syllabus geen inhoudelijke veranderingen heeft ondergaan. Doordat de indeling van deze syllabus anders is dan van de voorgaande syllabus is het niet mogelijk de wijzigingen geel te markeren. Om zicht te krijgen op de wijzigingen is het raadzaam om hoofdstuk 1 goed te lezen en het eerder genoemde verantwoordingsdocument.

Voor opmerkingen over syllabi houdt het CvTE zich steeds aanbevolen. U kunt die zenden aan [info@cvte.nl](mailto:info@cvte.nl).

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

---

<sup>1</sup> Deze syllabus wordt aan het veld voorgelegd in een veldraadpleging. Na de veldraadpleging wordt besloten wat het eerste centrale examen is waarvoor deze syllabus geldt.

## 1 INDELING SYLLABUS EN VERDELING EXAMENSTOF OVER CE EN SE

### 1.1 CONCEPTEN, SYSTEEMCONCEPTEN EN ORGANISATIENIVEAUS

De concepten die voorkomen in het examenprogramma biologie zijn gestructureerd volgens twee indelingen. Enerzijds zijn ze ingedeeld in biologische organisatieniveaus. Op elk niveau zijn er systemen met een eigen organisatie: de moleculen, de cel, het orgaan, het organisme, de populatie, het ecosysteem. Anderzijds zijn de concepten verdeeld over systeemconcepten. Wat zijn nu systeemconcepten?

Systeemconcepten komen voort uit het benaderen van biologische processen en verschijnselen als complexe systemen en het daaruit voortvloeiende systeemdenken. Systeemdenken in de biologie heeft als doel het ontwikkelen van een samenhangend begrip van complexe biologische processen en verschijnselen van het moleculaire niveau tot het niveau van ecosystemen. Systeemdenken is dus niet gericht op het leren van geïsoleerde onderdelen en processen maar richt zich op de kenmerken van complexe systemen (bijvoorbeeld een cel, een organisme, een ecosysteem) waarin vele onderdelen in samenhangende processen leiden tot een bepaalde functie. Systeemconcepten zijn de concepten die de structuur in systemen weergeven. We onderscheiden daarbij de volgende systeemconcepten:

- *zelfregulatie* (hoe houdt een biologisch systeem zichzelf in stand?);
- *zelforganisatie* (hoe ontwikkelt een biologisch systeem zich in de loop van de tijd zodat allerlei emergente eigenschappen, nieuwe evenwichten en structuren ontstaan?);
- *interactie* (hoe wordt een biologisch systeem beïnvloed door biotische en abiotische factoren?);
- *reproductie* (hoe leiden processen in systemen tot vermenigvuldiging van individuele, gelijksoortige biologische eenheden?); en
- *evolutie* (hoe leiden processen in systemen tot aanpassing?).

Hieronder worden de vijf systeemconcepten uit het examenprogramma (die de naam geven aan de domeinen B t/m F) kort toegelicht.

#### *Zelfregulatie*

Ook wel: instandhouding. 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.

#### *Zelforganisatie*

Ook wel: groei en ontwikkeling. Biologische eenheden kunnen beschouwd worden als systemen met een organisatie. Ze organiseren zichzelf. Door zelforganisatie kunnen nieuwe structuren in biologische eenheden van een hoger organisatieniveau ontstaan. Op het hogere organisatieniveau zijn nieuwe eigenschappen te zien, die de biologische eenheid van het lagere organisatieniveau niet heeft, de zogenoemde emergente eigenschappen. Het geheel is daarbij meer dan de som van de delen.

#### *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.

#### *Reproductie*

Biologische eenheden, zoals enkele celorganellen, cellen en organismen, repliceren zich. Op het niveau van het molecuul DNA heet dat replicatie, op het niveau van organismen voortplanting. Die reproductie is niet hetzelfde als kopiëren, want er kan mutatie en recombinatie optreden, wat uitmondt in variatie op alle organisatieniveaus.

#### *Evolutie*

Evolutie laat zien hoe toeval, mutatie, recombinatie, variatie, adaptatie en selectiedruk in en tussen systemen hebben geleid tot de nu aanwezige biodiversiteit.

## 1.2 ANDERS DOOR DE MATRIX

De concepten die voorkomen in het examenprogramma (bijlage 1) zijn voor de biologie gestructureerd in een systeemmatrix. De subdomeinen van het examenprogramma zijn gebaseerd op de cellen in de matrix.

In het examenprogramma en de voorgaande versies van de syllabus wordt de matrix per kolom doorlopen: eerst domein B, dan domein C en zo verder. In deze versie van de syllabus is dat veranderd. Nu gaat dat per combinatie van rijen: eerst de organisatieniveaus Molecuul en Cel, daarna die van Orgaan en Organisme en tot slot die van Populatie, Ecosysteem en Systeem Aarde. Dit is weergegeven in de figuur op de volgende pagina. De rode pijlen geven de oude leesrichting aan, de blauwe de nieuwe. Een uitzondering is gemaakt voor subdomein E4; dat is op het Molecuul- en celniveau geplaatst, omdat de (deel)concepten die hierin aan de orde komen hoofdzakelijk op die niveaus van toepassing zijn.

In bijlage 2 is de matrix opgenomen zonder pijlen en mét de nieuwe nummering van de subdomeinen.

Systeem-concept	Zelfregulatie	Zelforganisatie	Interactie	Reproductie	Evolutie
Organisatie-niveau <i>Biologische eenheid</i>					
Molecuul <i>DNA</i>	Eiwitsynthese	Genexpressie	Genregulatie Interactie met (a) biotische factoren	DNA-replicatie	Mutatie Recombinatie Variatie
Cel	Homeostase Transport Assimilatie Dissimilatie	Celdifferentiatie		Celcyclus Erfelijke eigenschap	
Orgaan	Orgaan Fotosynthese Ademhaling Vertering Uitscheiding Transport				
Organisme <i>Prokaryoot</i> <i>Eukaryoot</i> <i>Virus</i>	Homeostase Hormonale regulatie Neurale regulatie Waarneming Afweer Beweging	Levenscyclus	Gedrag Interactie met (a) biotische factoren	Voortplanting	
Populatie			Gedrag Interactie met (a) biotische factoren		Variatie Selectie Soortvorming
Ecosysteem	Energiestroom Kringloop Dynamiek Evenwicht	Dynamiek Evenwicht	Voedselrelatie Interactie met (a) biotische factoren		
Systeem Aarde	Kringloop				Biodiversiteit

### 1.3 NIEUWE NUMMERS VAN DE SUBDOMEINEN

Omdat het examenprogramma niet verandert, veranderen ook de officiële namen en nummers van de subdomeinen niet. Om het opzoeken van specificaties en de bijbehorende deelconcepten niet vreselijk ingewikkeld te maken is toch een nieuwe nummering gemaakt. In de tabel op pagina 8 en 9 is te zien hoe de oude en de nieuwe nummering zich tot elkaar verhouden. In bijlage 3 is ook de omgekeerde conversie (van oud naar nieuw) te vinden.

### 1.4 VERDELING OVER CE EN SE

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.

Domein		Subdomein nieuw/oud		Concept	CE*	SE	opmerkingen	
A	Vaardigheden	A1		Informatievaardigheden	X	X		
		A2		Communiceren	X	X		
		A3		Reflecteren op leren	X	X		
		A4		Studie en beroep	X	X		
		A5		Onderzoeken	X	X	A5.6 en A5.10 alleen SE	
		A6		Ontwerpen	X	X	voor CE alleen A6.1, A6.4 en A6.9	
		A7		Modelvorming	X	X	A7.8 alleen SE	
		A8		Natuurwetenschappelijk instrumentarium	X	X	A8.1, A8.2 deels in SE; A8.5 alleen SE	
		A9		Waarderen en oordelen	X	X	A9.3, A9.4 alleen SE	
		A10		Beleven		X		
		A11		Vorm-functie denken	X	X		
		A12		Ecologisch denken	X	X		
		A13		Evolutionair denken	X	X		
		A14		Systeemdenken	X	X		
		A15		Contexten	X	X		
				A16		Kennisontwikkeling en -toepassing	X	X
I	Molecuul- en celniveau	I.1	B1	Eiwitsynthese		X		
		I.2	B2	Stofwisseling van de cel	I.2.1 Homeostase I.2.2 Transport I.2.3 Assimilatie en dissimilatie	X		I.2.2 betreft transport in de cel
		I.3	C1	Zelforganisatie van cellen	I.2.1 Genexpressie I.2.2 Celdifferentiatie	X		
		I.4	D1	Moleculaire interactie			X	
		I.5	E1	DNA-replicatie			X	
		I.6	E2	Levenscyclus van de cel			X	
		I.7	E4	Erfelijke eigenschap	I.7.1 Erfelijke eigenschap	X		

\* Het is toegestaan de subdomeinen voor het CE ook in het SE te toetsen.



Domein		Subdomein nieuw/oud			Concept	CE*	SE	opmerkingen
		I.8	F1	Selectie	I.8.1 DNA I.8.2 Mutatie I.8.3 Recombinatie I.8.4 Variatie	X		
II	Orgaan- en organisme- niveau	II.1	B3	Stofwisseling van het organisme	II.1.1 Orgaan II.1.2 Fotosynthese II.1.3 Ademhaling II.1.4 Vertering II.1.5 Uitscheiding II.1.6 Transport	X		
		II.2	B4	Zelfregulatie van het organisme	II.2.1 Homeostase II.2.2 Hormonale regulatie II.2.3 Neurale regulatie	X		
		II.3	B5	Afweer van het organisme	II.3.1 Afweer	X		
		II.4	B6	Beweging van het organisme			X	
		II.5	B7	Waarneming door het organisme			X <sup>2</sup>	
		II.6	C2	Zelforganisatie van het organisme			X	
		II.7	D2	Gedrag en interactie			X	
		II.8	D3	Seksualiteit			X	
		II.9	E3	Voortplanting van het organisme			X	
III	Populatie- en ecosysteem- niveau	III.1	B8	Regulatie van ecosystemen	III.1.1 Energiestroom III.1.2 Kringloop III.1.3 Dynamiek en evenwicht	X		
		III.2	C3	Zelforganisatie van ecosystemen			X	
		III.3	D4	Interactie in ecosystemen	III.3.1 Voedselrelatie III.3.2 Duurzame ontwikkeling	X		
		III.4	F2	Soortvorming	III.4.1 Populatie III.4.2 Variatie III.4.3 Selectie III.4.4 Soortvorming	X		
		III.5	F3	Biodiversiteit			X	

<sup>2</sup> In verband met overlappendheid van het programma is subdomein B7 overgeheveld naar het SE. Hierdoor heeft de docent meer vrijheid bij de exacte invulling van dit subdomein. Dit subdomein wordt dan ook niet meer gespecificeerd in deze syllabus.

## 2 TOELICHTING OP DE SPECIFICATIES

### 2.1 OPBOUW VAN DE SPECIFICATIES

De specificaties in de syllabus kennen de volgende opbouw.

*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.

*Per concept:*

- Een 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 2.4. Bij elk onderdeel van de specificatie staat een opsomming van deelconcepten waarop deze betrekking heeft.

### 2.2 CONTEXTGEBIEDEN

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. In de eindtermen worden de volgende contextgebieden gebruikt.

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

In bijlage 4 is een aantal voorbeelden van contexten opgenomen, een selectie van de voorbeelden die in voorgaande versies van de syllabus stonden.

### 2.3 DEELCONCEPTEN

Bij ieder subdomein is per onderdeel of onderdelen van een specificatie een opsomming van deelconcepten opgenomen waarop dit onderdeel van de specificatie 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. In bijlage 6 is een index opgenomen van concepten en deelconcepten die in deze syllabus voorkomen.

### 2.4 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 de tabel op de volgende pagina. 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.

Deze handelingswerkwoorden moeten niet verward worden met de woorden gebruikt worden in een examen, ook wel examenwerkwoorden genoemd (zie bijlage 5). Deze hoeven qua niveau niet overeen te komen met de in eindtermen en specificaties gebruikte handelingswerkwoorden. De moeilijkheidsgraad van een examenvraag wordt onder andere bepaald door de complexiteit van de contexten. 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.

Beheersingsniveau	Te gebruiken handelingswerkwoorden in de syllabus
Benoemen	Benoemen
	Beschrijven
	Herkennen
	Identificeren
	Selecteren
Verklaren	Bepalen
	Onderscheiden
	Specificeren
	Toelichten
	Toepassen
	Uitleggen
	Verklaren
	Verrichten
	Verwerken
	Voorstel doen
Beargumenteren	Analyseren
	(Be)argumenteren
	Beoordelen
	Beredeneren
	Conclusie trekken
	Hypothese opstellen
	Keuze maken
	Realiseren
	Redeneringen hanteren
	Relaties/verbanden leggen
	Vereenvoudigen
Evalueren	

### 3 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:	Biologie-specifieke vaardigheden

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.

##### Subdomein A2. Communiceren

###### **Eindterm**

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

##### Subdomein A3. Reflecteren op leren

###### **Eindterm**

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

##### 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.*

#### NATUURWETENSCHAPPELIJKE, WISKUNDIGE EN TECHNISCHE VAARDIGHEDEN (BÈTAPROFIELNIVEAU)

##### Subdomein A5. Onderzoeken

###### **Eindterm**

De kandidaat kan in contexten instructies voor onderzoek op basis van vraagstellingen uitvoeren en conclusies trekken uit de onderzoeksresultaten. De kandidaat maakt daarbij gebruik van consistente redeneringen en relevante rekenkundige en wiskundige vaardigheden.

###### **Specificatie**

De kandidaat kan:

- 1 een natuurwetenschappelijk probleem herkennen/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 en de uitkomsten van een onderzoek evalueren;
- 10 *een natuurwetenschappelijk onderzoek op een geschikte manier presenteren;*
- 11 herkennen dat er naast een experimentele onderzoeksaanpak ook andere onderzoeksaanpakken zijn.

### **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:

- 1 een ontwerpprobleem specificeren;
- 2 *een ontwerpprobleem herleiden tot een aantal afzonderlijk uitwerkbare deelproblemen (taken, eigenschappen);*
- 3 *voor een ontwerp een programma van eisen opstellen: randvoorwaarden, eisen, prioriteiten en wensen;*
- 4 verbanden leggen tussen natuurwetenschappelijke kennis en taken en eigenschappen van een ontwerp;
- 5 *meerdere uitwerkingen of oplossingen per deelprobleem geven;*
- 6 *een beargumenteerd ontwerpvoorstel doen voor een ontwerp, rekening houdend met het programma van eisen;*
- 7 *een prototype van een ontwerp realiseren;*
- 8 *een ontwerpproces en -product testen en evalueren, rekening houdend met het programma van eisen;*
- 9 voorstellen doen voor verbetering van een ontwerp;
- 10 *een ontwerpproces en -product op een geschikte manier presenteren.*

### **Subdomein A7. Modelvorming**

#### **Eindterm**

De kandidaat kan in contexten een probleem analyseren, een adequaat model selecteren, en modeluitkomsten genereren en interpreteren. De kandidaat maakt daarbij gebruik van consistente redeneringen en relevante rekenkundige en wiskundige vaardigheden.

#### **Specificatie**

De kandidaat kan:

- 1 een natuurwetenschappelijk verschijnsel specificeren met als doel het te beschrijven, te verklaren of te voorspellen;
- 2 een natuurwetenschappelijk verschijnsel vereenvoudigen en de essentiële kenmerken ervan identificeren;
- 3 van een model de overeenkomsten en verschillen met de werkelijkheid benoemen met als doel de geschiktheid en het geldigheidsgebied van het model te bepalen;
- 4 van een model beoordelen in hoeverre het aansluit bij het doel waarvoor het ingezet wordt;
- 5 voor een model een geschikte fysieke, schematische of wiskundige weergave selecteren;
- 6 met een model eigenschappen van een natuurwetenschappelijk verschijnsel beschrijven, verklaren en/of voorspellen;
- 7 voorstellen doen voor de verbetering en/of uitbreiding van een model;
- 8 *de aanpassing, de opbouw of het gebruik van een model 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 de volgende grootheden en eenheden gebruiken, daarbij gebruik makend van de prefixen van nano tot en met giga:
  - lengte, oppervlakte, inhoud ( $m$ ,  $m^2$ ,  $m^3$ ,  $L$ )
  - massa ( $kg$ );
  - dichtheid: massa per volume ( $kg \cdot m^{-3}$ );
  - concentratie: aantal per volume ( $mol \cdot L^{-1}$ ), massa per volume ( $g \cdot L^{-1}$ ); massapercentage, volumepercentage, parts per million;
  - snelheid: afstand per tijdseenheid ( $m \cdot s^{-1}$ );
  - temperatuur ( $^{\circ}C$ );
  - energie ( $J$ ,  $kcal$ );
  - spanning ( $V$ );
  - druk: kracht per oppervlakte ( $Pa$ ,  $mmHg$ );
- 4 aangeven met welke technieken en apparaten de belangrijkste grootheden uit de natuurwetenschappen worden gemeten;
- 5 *verantwoord omgaan met materialen, instrumenten, organismen en milieu*;
- 6 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, percentages en gemiddelden;
  - rekenen met oppervlakte en volume;
  - grafieken opstellen en daarbij rekening houden met de plaats van de afhankelijke en de onafhankelijke variabele;
  - lineaire en exponentiële verbanden herkennen in grafieken;
  - grafieken lezen (formuleloos), gericht op grafisch verloop en trends;
- 7 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*.

## BIOLOGIE-SPECIFIEKE VAARDIGHEDEN

### 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.

#### Specificatie

De kandidaat kan:

- 1 herkennen hoe een gegeven vorm van onderdelen in een bepaald systeem (ruimtelijke vorm, materiaal, constructie en/of proces) kan leiden naar een functie;
- 2 herkennen hoe een gegeven biologische functie eisen stelt aan de vorm van de onderdelen binnen een systeem  
(waar dient het geheel voor? wat is daar aan vorm van onderdelen voor nodig?);
- 3 herkennen wat de relatie is tussen bouw en werking van een systeem en de functie van dat systeem, soms over meerdere organisatieniveaus  
(zie bijvoorbeeld de relatie tussen bouw en werking van verschillende cellen en organen in de subdomeinen II.1, II.2 en II.3 [voorheen B3, B4 en B5] en subdomein A14).

### 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.

#### Specificatie

De kandidaat kan:

- 1 benoemen dat een ecosysteem bestaat uit een complex samenhangend geheel van componenten en interacties daartussen die samen de instandhouding en ontwikkeling van een ecosysteem reguleren  
(zie subdomein III.1.3 [voorheen B8.3]);
- 2 beschrijven dat een ecosysteem wordt gereguleerd vanuit kringlopen van elementen (koolstof en stikstof), energiestromen en voedselwebben  
(zie subdomeinen III.1.1, III.1.2, III.3.1 [voorheen B8.1, B8.2, D4.1]);
- 3 verklaren hoe menselijk handelen binnen een ecosysteem op een lager organisatieniveau kan leiden tot een grote veranderingen op hogere organisatieniveaus  
(zie subdomein III.1.3 [voorheen B8.3]).

### 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.

#### Specificatie

De kandidaat kan:

- 1 beschrijven dat er genetische variatie in een populatie ontstaat  
(zie subdomein III.4.2 [voorheen F2.2]);
- 2 beschrijven hoe door selectiedruk bepaalde adaptaties in populaties over meerdere generaties meer gaan voorkomen  
(zie subdomein III.4.3 [voorheen F2.3]);
- 3 beschrijven hoe reproductieve isolatie kan leiden tot soortvorming  
(zie subdomein III.4.4 [voorheen F2.4]).

### **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.

#### **Specificatie**

De kandidaat kan:

- 1 herkennen hoe binnen één organisatieniveau de onderdelen van een biologisch systeem en de relaties daartussen (bouw en werking) samen de functie bepalen en zichzelf in stand houden; (bijvoorbeeld herkennen wat de relatie is tussen de bouw van hart en bloedvaten en hun functie, zie subdomein II.1.6 [voorheen B3.6]);
- 2 beschrijven hoe de werking van een biologisch systeem binnen een organisatieniveau wordt beïnvloed door onderliggende of bovenliggende organisatieniveaus (bijvoorbeeld energiestromen die starten bij de fotosynthese op lagere organisatieniveaus en verder gaan via consumenten op hogere organisatieniveaus, zie subdomein III.1 [voorheen B8]);
- 3 beschrijven dat een biologisch systeem op een bepaald organisatieniveau eigenschappen kan hebben die onderliggende organisatieniveaus niet hebben.

### **Subdomein A15. 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 beroepscontexten en in leefwereldcontexten.

#### **Specificatie**

De kandidaat kan:

- 1 biologische vaardigheden en concepten gebruiken in verschillende leefwereldcontexten en beroepscontexten;
- 2 herkennen dat biologische concepten in verschillende contexten een verschillende betekenis kunnen hebben (bijvoorbeeld energie op niveau van molecuul en ecosysteem, zie subdomeinen I.2.3 en III.1.1 [voorheen B2.3 en B8.1]);
- 3 relaties leggen tussen biologische concepten en de context.

### **Subdomein A16. Kennisontwikkeling en -toepassing**

#### **Eindterm**

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



## I MOLECUUL- EN CELNIVEAU

### I.2 STOFWISSELING VAN DE CEL (SUBDOMEIN B2)

#### **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.

#### I.2.1 Homeostase (B2.1)

##### **Specificatie**

De kandidaat kan in een context:	Deelconcepten
1 benoemen wat de kenmerken van bacteriën zijn;	prokaryoot, bacterie, plasmide, celwand, cirkelvormig chromosoom
2 benoemen wat de kenmerken van virussen zijn;	virus, eiwitmantel, DNA-virus, RNA-virus
3 benoemen wat de onderdelen zijn van eukaryote cellen en de functies ervan beschrijven;	eukaryoot, celkern, chromosoom, celwand, celmembraan, vacuole, celplasma, mitochondrie, (ruw) endoplasmatisch reticulum, golgi-systeem, plastiden, lysosoom, ribosoom, bladgroenkorrel, bladgroen, trilharen
4 herkennen dat cellen zichzelf reguleren waardoor homeostase in de cel gerealiseerd wordt.	homeostase

#### I.2.2 Transport (B2.2)

##### **Specificatie**

De kandidaat kan in een context:	Deelconcepten
1 uitleggen dat bepaalde stoffen door passief transport en andere door actief transport membranen kunnen passeren;	diffusie, osmose, semi-permeabel membraan, selectief permeabel, receptoreiwit, ionentransport, actief transport, passief transport, endocytose, exocytose, glucose, zuurstof, <i>koolstofdioxide</i> , <i>natriumchloride</i> *
2 toelichten wat de relatie is tussen de osmotische waarde binnen en buiten een cel;	isotonisch, hypotonisch, hypertoonisch, osmotische waarde
3 uitleggen wat de invloed is van de osmotische waarde van een cel op de stevigheid.	plasmolyse, turgor

\* Cursief gedrukte deelconcepten betreffen begrippen uit scheikunde of natuurkunde die nodig zijn voor deze (en andere) specificaties.

### I.2.3 Assimilatie en dissimilatie (B2.3) **Specificatie**

De kandidaat kan in een context:	Deelconcepten
1 beschrijven dat cellen stoffen opnemen, transporteren, omzetten en afgeven met behulp van energie, gekatalyseerd door enzymen;	<i>atoom, molecuul, ion</i> , koolhydraat, monosacharide, disacharide en polysacharide, zetmeel, glycogeen, cellulose, vet, vetzuur, glycerol, eiwit, aminozuur, DNA, enzym, fosfolipide, <i>katalysator, wateroplosbaar, vetoplosbaar</i> , tussencelstof, autotroof, heterotroof
2 benoemen dat er verschillende vormen van energie zijn;	chemische energie, lichtenergie, kinetische energie, warmte, ADP, ATP, <i>fosfaat</i>
3 beschrijven dat verschillende vormen van energie in elkaar kunnen overgaan;	
4 beschrijven hoe het fotosynthesep proces in cellen met bladgroenkorrels verloopt;	fotosynthese, bladgroenkorrel, glucose, zuurstof, koolstofdioxide
5 beschrijven hoe assimilatieprocessen in planten en dieren leiden tot de aanmaak van bouwstoffen, brandstoffen, reservestoffen en enzymen;	voortgezette assimilatie, bouwstoffen, brandstoffen, reservestoffen
6 beschrijven hoe anaerobe en aerobe dissimilatie bijdragen aan de energievoorziening;	verbranding, aerob, anaerob, gisting, alcohol, melkzuur, glucose, zuurstof, koolstofdioxide
7 assimilatieprocessen en dissimilatieprocessen herkennen in de vorm van reactievergelijkingen;	reactievergelijking, <i>molecuulformule, structuurformule, calcium (Ca), chloor (Cl), fosfor (P), ijzer (Fe), kalium (K), koolstof (C), stikstof (N), natrium (Na), zuurstof (O), ammoniak (NH<sub>3</sub>), koolstofdioxide (CO<sub>2</sub>), fosfaat (PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>), glucose (C<sub>6</sub>H<sub>12</sub>O<sub>6</sub>), methaan (CH<sub>4</sub>), nitraat (NO<sub>3</sub><sup>2-</sup>), nitriet (NO<sub>2</sub><sup>-</sup>), stikstofgas (N<sub>2</sub>), water (H<sub>2</sub>O), zuurstofgas (O<sub>2</sub>)</i>
8 beschrijven waar en hoe enzymen reacties katalyseren;	enzymwerking, katalyseren, substraat, substraat-enzymcomplex
9 beschrijven hoe temperatuur en pH enzymwerking beïnvloeden;	pH, optimumkromme, <i>indicator</i>
10 beschrijven hoe in de biotechnologie gebruikgemaakt wordt van het metabolisme van micro-organismen.	biotechnologie, metabolisme, recombinant-DNA

### I.3 ZELFORGANISATIE VAN CELLEN (SUBDOMEIN C1)

#### **Eindterm**

De kandidaat kan met behulp van de concepten genexpressie en celdifferentiatie ten minste in contexten op het gebied van energie en gezondheid benoemen op welke wijze de ontwikkeling van cellen verloopt.

#### I.3.1 Genexpressie (C1.1)

##### **Specificatie**

De kandidaat kan in een context:	Deelconcepten
1 benoemen wat de relatie is tussen DNA, RNA en eiwit;	DNA, RNA, eiwit, genetische code, nucleotidenvolgorde, gen, startcodon, stopcodon, niet-coderend DNA
2 beschrijven dat in verschillende typen cellen verschillende eiwitten gemaakt worden;	genexpressie
3 beschrijven dat eiwitten verschillende functies hebben;	enzym, receptor, membraaneiwit, transporteiwit, eiwithormoon, structureiwit, antistof
4 beschrijven dat door eiwitten het fenotype bepaald wordt.	fenotype

#### I.3.2 Celdifferentiatie (C1.2)

##### **Specificatie**

De kandidaat kan in een context:	Deelconcepten
1 benoemen dat vrijwel alle cellen van een meercellig organisme hetzelfde genoom hebben;	genoom
2 beschrijven dat differentiatie leidt tot cellen met verschillende vorm en functie;	celdifferentiatie
3 beschrijven dat celdifferentiatie ontstaat door expressie van specifieke genen;	genexpressie, celtype
4 eigenschappen van stamcellen beschrijven;	stamcel
5 benoemen voor welke doelen stamcellen gebruikt kunnen worden.	stamcelonderzoek, stamceltransplantatie

### I.7 ERFELIJKE EIGENSCHAP (SUBDOMEIN E4)

#### **Eindterm**

De kandidaat kan met behulp van het concept erfelijke eigenschap ten minste in contexten op het gebied van veiligheid en voedselproductie verklaren op welke wijze eigenschappen worden overgedragen bij eukaryoten en prokaryoten.

#### I.7.1 Erfelijke eigenschap (E4.1)

##### **Specificatie**

De kandidaat kan in een context:	Deelconcepten
1 toelichten dat een fenotype ontstaat door combinatie van genotype en milieufactoren;	gen, allel, genoom, genotype, fenotype
2 benoemen wat de verschillen zijn tussen autosomen en geslachtschromosomen;	chromosoom, autosoom, geslachtschromosoom, X-chromosoom, Y-chromosoom

De kandidaat kan in een context:	Deelconcepten
3 toelichten dat de geslachtschromosomen (meestal) het geslacht bepalen;	
4 bepalen aan de hand van stambomen of kruisingsschema's wat de kans is op bepaalde genotypen en fenotypen bij monohybride kruisingen;	monohybride kruising, volledig dominant, onvolledig dominant, recessief, intermediair, stamboom, kruisingsschema, homozygoot, heterozygoot, X-chromosomaal, multiële allelen, letale factor
5 benoemen wat ethische en biologische argumenten zijn bij het ingrijpen van de mens in de erfelijkheid.	ethisch argument, biologisch argument

## I.8 SELECTIE (SUBDOMEIN F1)

### **Eindterm**

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

### I.8.1 DNA (F1.1)

#### **Specificatie**

De kandidaat kan in een context:	Deelconcepten
1 beschrijven dat DNA functioneert als universele drager van genetische informatie;	DNA, genetische code
2 toelichten dat dezelfde genetische informatie in verschillende organismen voor kan komen;	
3 toelichten dat met gegevens verkregen door DNA-analyse de graad van verwantschap van soorten kan worden vastgesteld.	DNA-analyse, verwantschap

### I.8.2 Mutatie (F1.2)

#### **Specificatie**

De kandidaat kan in een context:	Deelconcepten
1 beschrijven welke typen mutatie er zijn;	chromosoom, gen, allel, mutagene stof, mutagene straling, puntmutatie, genoommutatie
2 beschrijven door welke factoren mutaties veroorzaakt kunnen worden;	
3 uitleggen dat mutatie het fenotype kan beïnvloeden;	genotype, fenotype
4 toelichten dat mutaties per toeval plaatsvinden.	overlevingskans

### I.8.3 Recombinatie (F1.3) **Specificatie**

De kandidaat kan in een context:	Deelconcepten
1 beschrijven dat bij geslachtelijke voortplanting voortplantingscellen met een unieke combinatie van genen ontstaan door recombinitie van chromosomen.	meiose, homologe chromosomen, autosoom, geslachtschromosoom, genoom, gekoppelde genen

### I.8.4 Variatie (F1.4) **Specificatie**

De kandidaat kan in een context:	Deelconcepten
1 beschrijven dat genetische variatie in een populatie vergroot wordt door mutatie en recombinitie;	mutatie, recombinitie, fenotype, genotype, genenpool
2 beschrijven hoe door de mens gewenste genencombinaties verkregen worden door genetische modificatie.	genetische modificatie, transgeen

## II ORGAAN- EN ORGANISMENIVEAU

### II.1 STOFWISSELING VAN HET ORGANISME (SUBDOMEIN B3) **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 benoemen op welke wijze de stofwisseling van organismen verloopt en benoemen op welke wijze stoornissen daarin kunnen ontstaan en op welke wijze deze kunnen worden aangepakt.

#### II.1.1 Orgaan (B3.1) **Specificatie**

De kandidaat kan in een context:	Deelconcepten
1 beschrijven dat groepen van cellen door hun rangschikking in een weefsel, orgaan of orgaanstelsel een gezamenlijke functie uitoefenen;	cel, weefsel, orgaan, orgaanstelsel
2 herkennen wat verschillen en overeenkomsten zijn tussen organen en orgaanstelsels van de mens en verschillende diersoorten;	
3 beschrijven dat orgaanstelsels met elkaar samenhangen;	
4 benoemen hoe verstoring in het functioneren van een orgaan de samenwerking tussen organen beïnvloedt.	

### II.1.2 Fotosynthese (B3.2)

#### **Specificatie**

De kandidaat kan in een context:	Deelconcepten
1 het belang van fotosynthese als basis voor de voortgezette assimilatie en dissimilatie van het organisme beschrijven.	fotosynthese, koolstofassimilatie, voortgezette assimilatie, dissimilatie

### II.1.3 Ademhaling (B3.3)

#### **Specificatie**

De kandidaat kan in een context:	Deelconcepten
1 beschrijven wat de bouw, werking en functie is van gaswisselingsorganen van de mens;	longen, luchtpijp, bronchie, longblaasje
2 herkennen wat de relatie is tussen de bouw en functie van de gaswisselingsorganen van de mens;	
3 beschrijven op welke wijze longventilatie tot stand komt;	ademhalingsspieren, ventilatiebewegingen, longcapaciteit, vitale capaciteit, restvolume, dode ruimte
4 beschrijven hoe opname, transport en afgifte van zuurstof en koolstofdioxide plaatsvindt en wat de rol van hemoglobine daarbij is.	diffusie, gaswisseling, zuurstofconcentratie/zuurstofdruk, zuurstoftransport, hemoglobine, koolstofdioxideconcentratie/koolstofdioxidedruk, koolstofdioxidetransport

### II.1.4 Vertering (B3.4)

#### **Specificatie**

De kandidaat kan in een context:	Deelconcepten
1 beschrijven wat de bouw, werking en functie zijn van spijsverteringsorganen van de mens;	speekselklier, slokdarm, maag, twaalfvingerige darm, alvleesklier, lever, galblaas, dunne darm, dikke darm, endeldarm, kringspier, lengtespier, darmperistaltiek
2 herkennen wat de relatie is tussen de bouw en functie van de spijsverteringsorganen;	
3 beschrijven waar en op welke wijze voedingsstoffen verteerd worden en welke factoren dit kunnen beïnvloeden;	voedingsstof, mechanische vertering, chemische vertering, verteringssap, enzymen voor koolhydraatvertering, en enzymen voor eiwitvertering, enzymen voor vetvertering, emulgeren, gal, verteringsproduct, resorptie, darmvlok, darmbacterie
4 beschrijven waar en op welke wijze voedingsstoffen opgenomen worden en welke factoren dit kunnen beïnvloeden.	verteringsproduct, resorptie, darmvlok, darmbacterie

### II.1.5 Uitscheiding (B3.5)

#### Specificatie

De kandidaat kan in een context:	Deelconcepten
1 beschrijven wat de bouw, werking en functie zijn van uitscheidingsorganen van de mens;	lever, leverlobje, nier, niereenheid, niermerg, nierschors, kapsel van Bowman, glomerulus, nierbuisjes, urineblaas, long, huid, zweetklier
2 herkennen wat de relatie is tussen de bouw en functie van uitscheidingsorganen van de mens;	
3 benoemen wat de rol is van de lever, de nieren, de longen en de huid bij uitscheidingprocessen.	gal, ureum, waterhuishouding, ultrafiltratie, reabsorptie/terugresorptie, urine, ADH, temperatuurregulatie, zweet

### II.1.6 Transport (B3.6)

#### Specificatie

De kandidaat kan in een context:	Deelconcepten
1 beschrijven wat de bouw, werking en functie zijn van de bloedsomloop met hart en bloedvaten van de mens;	grote bloedsomloop, kleine bloedsomloop, hart, hartklep, sinusknoop, hartslagfrequentie, slagvolume, slagader, ader, haarvat, bloeddruk, bovendruk, onderdruk,
2 herkennen wat de relatie is tussen de bouw en functie van de bloedsomloop met hart en bloedvaten;	
3 beschrijven wat de functie is van de bestanddelen van bloed, bloedplasma, weefselvloeistof en lymfe;	bloedsamenstelling, bloedplasma, voedingsstof, afvalstof, cholesterol, rode bloedcel, witte bloedcel, bloedplaatje, beenmerg, zuurstoftransport, hemoglobine, koolstofdioxidetransport, bloedstolling, weefselvloeistof, lymfe
4 herkennen wat het verband is tussen het bloedvatenstelsel en het lymfevatenstelsel;	lymfesysteem, lymfevat
5 beschrijven hoe de vorming van weefselvloeistof en lymfe worden gevormd.	weefselvloeistof, lymfe

## II.2 ZELFREGULATIE VAN HET ORGANISME (SUBDOMEIN B4)

### 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 eukaryoten zichzelf reguleren.

### II.2.1 Homeostase (B4.1)

#### Specificatie

De kandidaat kan in een context:	Deelconcepten
1 beschrijven hoe longen, lever, nieren, huid, zenuw- en hormoonstelsel bijdragen aan de homeostase bij de mens;	zenuwstelsel, zintuigen, hormoonstelsel, receptor, inwendig en uitwendig milieu, pH, temperatuur, koolstofdioxideconcentratie, zuurstofconcentratie, glucoseconcentratie, essentieel/niet-essentieel
2 beschrijven wat de relatie is tussen de bouw van de longen, lever, nieren en huid en de homeostase;	

De kandidaat kan in een context:	Deelconcepten
3 toelichten wat de principes van een regelkring zijn;	regelkring, positieve en negatieve terugkoppeling
4 benoemen waar regelkringen in het lichaam plaatsvinden.	

### II.2.2 Hormonale regulatie (B4.2)

#### **Specificatie**

De kandidaat kan in een context:	Deelconcepten
1 uitleggen wat de principes van een regelkring in het hormoonstelsel zijn;	exocrien, endocrien, hormoonklier, hormoonconcentratie, positieve terugkoppeling, negatieve terugkoppeling
2 beschrijven wat de werking van hormoonklieren en hun specifieke hormonen is;	hypothalamus, hypofyse, schildklier, nieren, bijniere, eierstokken, teelballen, eilandjes van Langerhans, insuline, glucagon, adrenaline, schildklierhormoon, EPO
3 beschrijven dat de doelorganen op de hormonen reageren.	doelwitorgaan, hormoonreceptor

### II.2.3 Neurale regulatie (B4.3)

#### **Specificatie**

De kandidaat kan in een context:	Deelconcepten
1 beschrijven wat de bouw en werking zijn van het zenuwstelsel;	centraal zenuwstelsel, perifeer zenuwstelsel, grote hersenen, kleine hersenen, hersenschors, centra in de hersenschors, hersenstam, ruggenmerg, autonoom (vegetatief) zenuwstelsel, animaal zenuwstelsel, gevoelszenuwcel, schakelzenuwcel, bewegingszenuwcel
2 beschrijven hoe signaalverwerking tot stand komt;	prikkel, impuls, cel van Schwann, myelineschede, synaps, impulsgeleiding, spronggewijze impulsgeleiding, neurotransmitter, temperatuurreceptor, lichtreceptor, tastreceptor, pijnreceptor
3 toelichten hoe een regelkring in het zenuwstelsel werkt;	reflexboog
4 beschrijven wat het verband is tussen de werking van het zenuwstelsel en het functioneren van een organisme	

### II.3 AFWEER VAN HET ORGANISME (SUBDOMEIN B5)

#### **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 eukaryoten zich te weer stellen tegen andere organismen, virussen en allergenen en welke problemen daarbij kunnen ontstaan.



### II.3.1 Afweer (B5.1)

#### Specificatie

De kandidaat kan in een context:	Deelconcepten
1 beschrijven wat de bouw, werking en functie zijn van organen en cellen betrokken bij de afweer van de mens;	huid en slijmvliezen, bloed, lymfe, beenmerg, lymfeknoop, macrofagen, T-helpercel, cytotoxische T-cel, B-cellen, plasmacel, geheugencel, mestcel
2 beschrijven wat de werking van de aangeboren (niet-specifieke) afweer is;	lichaamseigen, lichaamsvreemd, antigeen, antistof, receptor, natuurlijke immuniteit, kunstmatige immuniteit, actieve immuniteit, passieve immuniteit, vaccinatie, transplantatie, bloedtransfusie, AB0-systeem, resusfactor, donor, acceptor
3 beschrijven wat de werking van de verworven (specifieke) afweer is;	
4 beschrijven wat de reactie op lichaamseigen en lichaamsvreemde stoffen en cellen is;	
5 benoemen dat er verschillen zijn tussen verschillende typen ziekteverwekkers.	virus, bacterie, antibioticum, resistentie

## III POPULATIE- EN ECOSYSTEEMNIVEAU

### III.1 REGULATIE VAN ECOSYSTEMEN (SUBDOMEIN B8)

#### 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 en kan beargumenteren met welke maatregelen de mens zelfregulatie van ecosystemen en het systeem Aarde kan beïnvloeden.

#### III.1.1 Energiestroom (B8.1)

##### Specificatie

De kandidaat kan in een context:	Deelconcepten
1 energiestromen in een ecosysteem beschrijven;	producent, consument, reductent
2 beschrijven welke processen en organismen van invloed zijn op energiestromen in een ecosysteem;	autotroof, heterotroof, organische stof, anorganische stof
3 uitleggen wat oorzaken en gevolgen zijn van verstoring van energiestromen in een ecosysteem;	
4 uitleggen hoe maatregelen van de mens energiestromen in ecosystemen beïnvloeden.	fossiele brandstof, biobrandstof, biomassa, energiebesparing

#### III.1.2 Kringloop (B8.2)

##### Specificatie

De kandidaat kan in een context:	Deelconcepten
1 beschrijven hoe kringlopen van elementen in een ecosysteem verlopen;	fotosynthese, dissimilatie, koolstofkringloop, stikstofkringloop, organische stof, anorganische stof, aerob, anaerob, <i>koolstof</i> , <i>methaan</i> , <i>ammoniak</i> , <i>nitraat</i> , <i>nitriet</i> , <i>stikstofgas</i>

De kandidaat kan in een context:	Deelconcepten
2 benoemen welke processen van invloed zijn op kringlopen van elementen in een ecosysteem;	uitspoeling, eutrofiering
3 beargumenteren hoe maatregelen van de mens kringlopen van elementen in een ecosysteem en daarmee het systeem Aarde beïnvloeden.	hergebruik, recyclen, broeikaseffect, gevolgen voor de biodiversiteit

### III.1.3 Dynamiek en evenwicht (B8.3)

#### *Specificatie*

De kandidaat kan in een context:	Deelconcepten
1 beschrijven wat onder een ecosysteem wordt verstaan en welke componenten daarvan deel uitmaken;	habitat, levensgemeenschap, biodiversiteit
2 uitleggen welke rol biotische en abiotische factoren spelen bij de dynamiek binnen een ecosysteem;	biotische factor, abiotische factor, geboorte, sterfte, migratie, beperkende factor, tolerantie, optimum
3 uitleggen welke rol concurrentie binnen en tussen populaties speelt bij de dynamiek (instandhouding en ontwikkeling) van een ecosysteem;	concurrentie, populatie
4 beargumenteren hoe de mens de zelfregulatie van ecosystemen beïnvloedt.	exoot, natuurbeheer

### III.3 INTERACTIE IN ECOSYSTEMEN (SUBDOMEIN D4)

#### *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 in ecosystemen bestaan en beargumenteren op welke wijze vraagstukken die daar betrekking op hebben, kunnen worden benaderd.

#### III.3.1 Voedselrelatie (D4.1)

#### *Specificatie*

De kandidaat kan in een context:	Deelconcepten
1 beschrijven welke voedselrelaties tussen organismen er zijn;	trofisch niveau, predatie, vraat
2 toelichten welke relaties in een voedselketen kunnen voorkomen;	producent, consument, reducent, symbiose, parasitisme, mutualisme, commensalisme
3 herkennen dat een voedselweb voedselketens bevat.	voedselketen, voedselweb

### III.3.2 Duurzame ontwikkeling (D4.2)

#### **Specificatie**

De kandidaat kan in een context:	Deelconcepten
1 beschrijven wat onder duurzame ontwikkeling wordt verstaan;	duurzaamheid, biologisch afbreekbaar
2 uitleggen hoe bij energieproductie rekening gehouden kan worden met duurzame ontwikkeling;	hernieuwbare energiebron, energiebesparing
3 uitleggen hoe bij voedselproductie rekening gehouden kan worden met duurzame ontwikkeling;	bestrijdingsmiddel, biologische landbouw
4 uitleggen dat schadelijke stoffen in de voedselketen kunnen accumuleren.	accumulatie, persistent, resistent

### III.4 SOORTVORMING (SUBDOMEIN F2)

#### **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.

#### III.4.1 Populatie (F2.1)

##### **Specificatie**

De kandidaat kan in een context:	Deelconcepten
1 omschrijven wat onder een soort en een populatie wordt verstaan;	soort, populatie
2 uitleggen dat frequenties van genotypen en fenotypen in populaties in tijd en ruimte veranderen.	genotype, fenotype

#### III.4.2 Variatie (F2.2)

##### **Specificatie**

De kandidaat kan in een context:	Deelconcepten
1 uitleggen dat genetische variatie in een populatie ontstaat door willekeurige mutatie.	mutatie, allelfrequentie, genenpool

#### III.4.3 Selectie (F2.3)

##### **Specificatie**

De kandidaat kan in een context:	Deelconcepten
1 uitleggen dat adaptaties van populaties door selectie van organismen tot stand komen;	adaptatie, natuurlijke selectie, fitness, selectiedruk, homologie, analogie
2 beschrijven wat de overeenkomsten en verschillen zijn tussen natuurlijke en kunstmatige selectie.	natuurlijke selectie, veredeling

### III.4.4 Soortvorming (F2.1)

#### *Specificatie*

De kandidaat kan in een context:	Deelconcepten
1 uitleggen dat soorten ontstaan door reproductieve isolatie;	soort, geslacht, reproductieve isolatie,
2 uitleggen dat de verwantschap en afstamming van soorten weergegeven kan worden in de vorm van een evolutionaire stamboom.	afstamming, evolutionaire stamboom

## BIJLAGE 1: EXAMENPROGRAMMA BIOLOGIE HAVO

### 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 B2, B3, B4, B5, ~~B7~~<sup>3</sup>, B8, C1, D4, E4, 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

---

<sup>3</sup> In verband met overladenheid van het programma is subdomein B7 overgeheveld naar het SE. Hierdoor heeft de docent meer vrijheid bij de exacte invulling van dit subdomein. Dit subdomein wordt dan ook niet meer gespecificeerd in deze syllabus.

5 De kandidaat kan in contexten instructies voor onderzoek op basis van vraagstellingen uitvoeren en conclusies trekken uit de onderzoeksresultaten. 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 probleem analyseren, een adequaat model selecteren, en modeluitkomsten genereren en interpreteren. 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: Contexten**

15 De kandidaat kan de in domein A genoemde vaardigheden en de in domeinen B tot en met F genoemde concepten ten minste gebruiken in beroepscontexten en in leefwereldcontexten.

**Subdomein A16: Kennisontwikkeling en -toepassing**

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

## 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 bouwstoffen van de cel worden gevormd.

### **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 benoemen op welke wijze de stofwisseling van organismen verloopt en benoemen op welke wijze stoornissen daarin kunnen ontstaan en op welke wijze deze kunnen worden aangepakt.

### **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 eukaryoten zichzelf reguleren.

### **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 eukaryoten zich te weer stellen tegen andere organismen, virussen en allergenen en welke problemen daarbij kunnen ontstaan.

### **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 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 energie en gezondheid benoemen op welke wijze de ontwikkeling van cellen verloopt.

### **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 en verklaren op welke wijze verstoringen van de ontwikkeling ontstaan, kunnen worden voorkomen en 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 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 benoemen op welke wijze de moleculaire regulatie plaatsvindt.

##### **Subdomein D2: Gedrag en interactie**

29 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 en benoemen wat de functie daarvan is.

##### **Subdomein D3: Seksualiteit**

30 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 D4: Interactie in ecosystemen**

31 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 in ecosystemen bestaan en beargumenteren op welke wijze vraagstukken die daar betrekking op hebben, kunnen worden benaderd.

#### Domein E: Reproductie

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

32 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**

33 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.

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

34 De kandidaat kan met behulp van het concept voortplanting ten minste in contexten op het gebied van gezondheid en voedselproductie verklaren op welke wijze de reproductie van eukaryoten en prokaryoten verloopt.

##### **Subdomein E4: Erfelijke eigenschap**

35 De kandidaat kan met behulp van het concept erfelijke eigenschap ten minste in contexten op het gebied van veiligheid en voedselproductie verklaren op welke wijze eigenschappen worden overgedragen bij eukaryoten en prokaryoten.

#### Domein F: Evolutie

##### **Subdomein F1: Selectie**

36 De kandidaat kan met behulp van de concepten DNA, mutatie, recombinatie en variatie 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 benoemen op welke wijze de diversiteit van populaties en ecosystemen binnen het systeem Aarde varieert.

## BIJLAGE 2: CONCEPTENTABEL<sup>4</sup> BIJ HET EXAMENPROGRAMMA

Systemconcept	Zelfregulatie	Zelforganisatie	Interactie	Reproductie	Evolutie
<b>Organisatieniveau (biologische eenheid)</b>					
<b>I Molecuul- en celniveau</b>					
Molecuul ( <i>DNA</i> )	<b><i>I.1 Eiwitsynthese<sup>5</sup></i></b>	<b>I.3 Zelfregulatie van cellen</b> I.3.1 Genexpressie	<b><i>I.4 Moleculaire interactie</i></b>	<b><i>I.5 DNA-replicatie</i></b>	<b>I.8 Selectie</b> I.8.1 DNA I.8.2 Mutatie I.8.3 Recombinatie I.8.4 Variatie
Cell ( <i>cel</i> )	<b>I.2 Stofwisseling van de cel</b> I.2.1 Homeostase I.2.2 Transport I.2.3 Assimilatie en dissimilatie	I.3.2 Celdifferentiatie		<b><i>I.6 Levenscyclus van de cel</i></b> <b>I.7 Erfelijke eigenschap</b>	
<b>II Orgaan- en organismeniveau</b>					
Orgaan	<b>II.1 Stofwisseling van het organisme</b> II.1.1 Orgaan II.1.2 Fotosynthese II.1.3 Ademhaling II.1.4 Vertering II.1.5 Uitscheiding II.1.6 Transport				
Organisme ( <i>prokaryoot, eukaryoot, virus</i> )	<b>II.2 Zelfregulatie van het organisme</b> II.2.1 Homeostase II.2.2 Hormonale regulatie II.2.3 Neurale regulatie <b>II.3 Afweer van het organisme</b> <b><i>II.4 Beweging van het organisme</i></b> <b><i>II.5 Waarneming van het organisme</i></b>	<b><i>II.6 Zelforganisatie van het organisme</i></b>	<b><i>II.7 Gedrag en interactie</i></b> <b><i>II.8 Seksualiteit</i></b>	<b><i>II.9 Voortplanting van het organisme</i></b>	
<b>III Populatie- en ecosysteemniveau</b>					
Populatie					<b>III.4 Soortvorming</b> III.4.1 Populatie III.4.2 Variatie III.4.3 Selectie III.4.4 Soortvorming
Ecosysteem	<b>III.1 Regulatie van ecosystemen</b> III.1.1 Energiestroom III.1.2 Kringloop III.1.3 Dynamiek en evenwicht	<b>III.2 Zelforganisatie van ecosystemen</b> III.2.1 Dynamiek en evenwicht	<b>III.3 Interactie in ecosystemen</b> III.3.1 Voedselrelatie III.3.2 Duurzame ontwikkeling		
Systeem Aarde	III.1.2 Kringloop				<b><i>III.5 Biodiversiteit</i></b>

<sup>4</sup> Systemmatrix van biologische concepten die in het examenprogramma havo zijn opgenomen met verwijzing naar de specificaties. (Gebaseerd op Tabel 1, pagina 26 en 27, [eindrapportage CVBO 2010](#)).

<sup>5</sup> *Grijs cursief*: alleen in het schoolexamen

## BIJLAGE 3: OMZETTING VAN OUDE NAAR NIEUWE NUMMERING EN ANDERSOM

In onderstaande tabel is de omzetting opgenomen van de oude nummering van de subdomeinen naar de nieuwe. Ook is bij de nieuwe nummering de oude te vinden.

Oude nummering	Nieuwe nummering
B1	I.1
B2	I.2
B3	II.1
B4	II.2
B5	II.3
B6	II.4
B7	II.5
B8	III.1
C1	I.3
C2	II.6
C3	III.2
D1	I.4
D2	II.7
D3	II.8
D4	III.3
E1	I.5
E2	I.6
E3	II.9
E4	I.7
F1	I.8
F2	III.4
F3	III.5

Nieuwe nummering	Oude nummering
I.1	B1
I.2	B2
I.3	C1
I.4	D1
I.5	E1
I.6	E2
I.7	E4
I.8	F1
II.1	B3
II.2	B4
II.3	B5
II.4	B6
II.5	B7
II.6	C2
II.7	D2
II.8	D3
II.9	E3
III.1	B8
III.2	C3
III.3	D4
III.4	F2
III.5	F3

## BIJLAGE 4: 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. In de eindtermen worden de volgende contextgebieden gebruikt.

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

Hieronder wordt een aantal voorbeelden beschreven op de verschillende organisatieniveaus.

### Molecuul- en celniveau

V: Analisten in een algenkweekcentrum zoeken naar mogelijkheden om de algenkweek de voedingsstoffen omega 3 en 6 vetzuren en vitamines te laten leveren op een economisch haalbaar niveau.

E: Procestechnologen en analisten werken in een laboratorium aan optimalisatie van fotosynthese in algen en planten met het doel om de energie-inhoud van de algen en gewassen te verhogen.

VH: Politie, analisten en laboranten in de forensische laboratoriumpraktijk verzamelen en onderzoeken sporen van de plaats delict volgens sop's (standard operating procedure) en doen daarvan verslag ten behoeve van de juridische praktijk.

G: Hulpverleners van een NGO (non-gouvernementele organisatie) laten zich in het tropeninstituut voorlichten over de noodzakelijke profylaxe en inenting tegen allerlei nieuwe typen ziekten, met het doel niet ziek te worden tijdens een verblijf in de rampregio waar ze hulp gaan verlenen.

### Orgaan- en organismeniveau

G: Gespecialiseerde verpleegkundigen op de IC in het ziekenhuis verzorgen en monitoren patiënten in kritieke toestand met het doel om de toestand te stabiliseren en te verbeteren.

S: De trainer en fysiotherapeut in een nationaal trainingscentrum maken trainings- en voedingsschema's voor de sporters om een topprestatie mogelijk te maken en op gewicht te blijven.

G (leefwereldcontext): Meisjes van 12 worden opgeroepen door de GGD om zich te laten inenten met het HPV-vaccin om hen te beschermen tegen baarmoederhalskanker. Zij discussiëren op school over de voor- en nadelen van de inenting met het doel om een weloverwogen besluit te kunnen nemen om wel of niet gevaccineerd te worden.

VP: Analisten en procestechnologen werken bij een veredelingsbedrijf onder toezicht van biologen aan plantenveredeling gericht op plaagresistentie met het doel plagen te voorkomen en opbrengsten van teelten te verhogen.

### Populatie- en ecosysteemniveau

D: Bosbeheerders op de Veluwe gebruiken de resultaten van een ecologisch onderzoek voor de regeneratie van een natuurgebied.

VP: Een viskweker gaat samen met een tomatenkweker een kassencomplex inrichten als gemengd bedrijf, waarin vissen, algen, tomaten en andere planten een zo gesloten mogelijk systeem vormen, met het doel de opbrengst te diversifiëren en daardoor het risico van monoteelt te verminderen.

G: Analisten en laboranten in een laboratorium doen door middel van controle- en inventarisatiekweken onderzoek naar de aanwezigheid en verspreiding van MRSA-bacteriën met het doel de medische staf te informeren.

W (leefwereldcontext): Leerlingen voeren in de klas een discussie over de relatie tussen de evolutietheorie en levensbeschouwing/religieuze opvattingen met het doel om een overzicht te krijgen van mogelijke argumenten en een eigen afweging te maken.

## BIJLAGE 5: EXAMEN(WERK)WOORDEN

Als in een examen een van de woorden uit onderstaande lijst wordt gebruikt, geldt de betekenis die hieraan in deze lijst is gegeven. Deze lijst met examen(werk)woorden is niet uitputtend.

Examen(werk)woord	Betekenis
<b>(aan)geven, aanvullen, (be)noemen, noteren</b>	Het geven van een kort antwoord: een woord of zinsdeel. Een toelichting is niet vereist, tenzij anders is aangegeven in de vraagstelling.
<b>beschrijven</b>	Het geven van een antwoord in hele zinnen, waarin de onderdelen van het gevraagde zijn gegeven.
<b>beargumenteren, beredeneren</b>	Het geven van een antwoord waarin, op logische wijze, gegevens en biologische kennis zijn gebruikt om een bepaalde keuze of stelling te onderbouwen of ondersteunen.
<b>toelichten</b>	Het geven van een onderbouwing in één of enkele zinnen voor een bepaalde keuze of stelling.
<b>uitleggen, verklaren, aangeven waardoor</b>	Het geven van een antwoord waaruit een oorzaak-gevolg relatie blijkt met het gestelde/gevraagde. Als het gaat om meerdere oorzaak-gevolgstappen wordt het werkwoord <i>uitleggen</i> gehanteerd, bij een enkelvoudige oorzaakgevolgstap <i>verklaren</i> of <i>aangeven waardoor</i> .
<b>aangeven waarom</b>	Het geven van een antwoord waaruit een reden of een doel blijkt van het gestelde/gevraagde.
<b>bepalen</b>	Het gevraagde vaststellen en/of uitrekenen, uitgaande van gegevens in de vraagstelling en/of andere informatiebronnen. Uit de uitwerking moet blijken welke metingen zijn gedaan en/of welke waarden zijn gebruikt en welke stappen zijn doorlopen. De uitkomst moet met de juiste eenheid zijn gegeven, tenzij de eenheid expliciet in de vraagstelling is opgenomen. De uitkomst moet zijn afgerond zoals in de vraagstelling is aangegeven.
<b>berekenen</b>	Het gevraagde uitrekenen, uitgaande van gegevens in de vraagstelling en/of andere informatiebronnen. Uit de uitwerking moet blijken welke waarden zijn gebruikt en welke stappen zijn doorlopen. De uitkomst moet met de juiste eenheid zijn gegeven, tenzij de eenheid expliciet in de vraagstelling is opgenomen. De uitkomst moet zijn afgerond zoals in de vraagstelling is aangegeven.
<b>tekenen</b>	Het geven van een grafische voorstelling die de voor de probleemsituatie relevante karakteristieke eigenschappen bevat en voldoende nauwkeurig is. In het geval van een grafiek moet een assenstelsel met schaalverdeling zijn weergegeven waarbij de onafhankelijke variabele op de x-as staat. Het assenstelsel moet, indien mogelijk, voorzien zijn van grootheden en eenheden. In het geval van een voedselweb moeten organismen zoveel mogelijk apart zijn opgenomen. Pijlen zijn weergegeven in de richting van de energiestromen.

## BIJLAGE 6: INDEX VAN CONCEPTEN EN DEELCONCEPTEN

Deze index is bedoeld als hulpmiddel. 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.

<b>B</b>	<i>F 6</i>	<b>Z</b>
bloeddruk	<b>R</b>	<i>zelforganisatie</i>
B3.6.....23	<b>reproductie</b>	<i>C 6</i>
<b>E</b>	<b>E 6</b>	<i>zelfregulatie</i>
<i>evolutie</i>		<i>B 6</i>

<moet nog opnieuw gemaakt worden>


# COLLEGE VOOR TOETSEN EN EXAMENS


Het College voor Toetsen en Examens is namens de overheid verantwoordelijk voor de kwaliteit en het niveau van de centrale examens en toetsen in Nederland. Het heeft verschillende examens en toetsen onder zijn hoede.

[cvte.nl](https://www.cvte.nl)

## SAMEN BOUWEN WE AAN GOEDE TOETSEN EN EXAMENS

 **Centrale Eindtoets primair onderwijs:** de eindtoets die de overheid aanbiedt aan leerlingen uit groep 8. De uitkomst is een advies voor het best passende brugklatype. [Centraleeindtoetspo.nl](https://www.centraleeindtoetspo.nl)

 **Centrale examens voortgezet onderwijs:** het centrale deel van de eindexamens vmbo, havo of vwo. Het diploma geeft toegang tot passend vervolgonderwijs. [Examenblad.nl](https://www.examenblad.nl)

 **Staatsexamens voortgezet onderwijs:** examens voor iedereen die individueel of op vso-scholen niet in staat is via het regulier voortgezet onderwijs examen af te leggen. [Staatsexamensvo.nl](https://www.staatsexamensvo.nl)

 **Centrale examens middelbaar beroeps- onderwijs:** centrale examens Nederlandse taal en Engels voor studenten in het mbo. De uitkomst is onderdeel van het mbo-diploma. [Examenbladmbo.nl](https://www.examenbladmbo.nl)

 **Staatsexamens Nederlands als tweede taal:** examens Nederlandse taal voor iedereen die Nederlands niet als moedertaal heeft. Het diploma toont aan dat het Nederlands voldoende is voor werk of opleiding. [Staatsexamensnt2.nl](https://www.staatsexamensnt2.nl)