College voor Toetsen en Examens

BIOLOGIE HAVO

SYLLABUS CENTRAAL EXAMEN 2028

Versie 2, april 2026

CENTRALE EXAMENS VO

Samenstelling syllabuscommissie:
Michiel Dam – voorzitter
Herman Schalk – secretaris SLO
Arjen Galema – adviseur Cito
Hester Moens – docent (betrokken bij curriculum.nu)
Linda Visser-Van Emmerik - docent (op voordracht van de NVON)
Ingeborg van der Neut – docent (deelnemer verkenning)
Jelly de Jong – docent (deelnemer verkenning)
Marlies van Vlimmeren – docent (deelnemer verkenning)

© 2026 College voor Toetsen en Examens, Utrecht

Alle rechten voorbehouden. Alles uit deze uitgave mag mits voorzien van een bronvermelding en zonder enige wijziging worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, door fotokopieën, opnamen, of enige andere manier zonder voorafgaande toestemming van het College. Het hergebruik van eventueel auteursrechtelijk beschermd werk van derden in dit werk is niet nader geregeld door het CvTE.

INHOUD

VOORWOORD **4**

1 INDELING SYLLABUS EN VERDELING EXAMENSTOF OVER CE EN SE **5**
1.1 Concepten, systeemconcepten en organisatieniveaus 5
1.2 Anders door de matrix 6
1.3 Nieuwe nummers van de subdomeinen 7
1.4 Verdeling over CE en SE 7

2 TOELICHTING OP DE SPECIFICATIES **9**
2.1 Opbouw van de specificaties 9
2.2 Contextgebieden 9
2.3 Deelconcepten 9
2.4 Beheersingsniveau 9

3 DOMEIN A. VAARDIGHEDEN **11**
Algemene vaardigheden (profieloverstijgend niveau) 11
Natuurwetenschappelijke, wiskundige en technische vaardigheden (bètaprofielniveau) 11
Biologie-specifieke vaardigheden 14

M MOLECUUL- EN CELNIVEAU **16**
M2 Stofwisseling van de cel (subdomein B2) 16
M3 Zelforganisatie van cellen (subdomein C1) 18
M7 Erfelijke eigenschap (subdomein E4) 18
M8 Selectie (subdomein F1) 19

O ORGAAN- EN ORGANISMENIVEAU **20**
O1 Stofwisseling van het organisme (subdomein B3) 20
O2 Zelfregulatie van het organisme (subdomein B4) 22
O3 Afweer van het organisme (subdomein B5) 24

P POPULATIE- EN ECOSYSTEEMNIVEAU **24**
P1 Regulatie van ecosystemen (subdomein B8) 24
P3 Interactie in ecosystemen (subdomein D4) 25
P4 Soortvorming (subdomein F2) 26

BIJLAGE 1: EXAMENPROGRAMMA BIOLOGIE HAVO **28**

BIJLAGE 2: CONCEPTENTABEL BIJ HET EXAMENPROGRAMMA **33**

BIJLAGE 3: OMZETTING VAN OUDE NAAR NIEUWE NUMMERING EN ANDERSOM **34**

BIJLAGE 4: VOORBEELDCONTEXTEN **35**

BIJLAGE 5: EXAMEN(WERK)WOORDEN **37**

BIJLAGE 6: KENNIS VAN NATUURKUNDE EN SCHEIKUNDE **38**

BIJLAGE 7: INDEX VAN CONCEPTEN EN DEELCONCEPTEN **39**

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 College voor Toetsen en Examens (CvTE) geeft in een syllabus, die 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.

De functie van een syllabus 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 ook een hulpmiddel voor degenen die 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 2028. Syllabi van eerdere jaren zijn niet meer geldig en kunnen van deze versie afwijken. Voor het examenjaar 2029 wordt een nieuwe syllabus vastgesteld.
Het CvTE publiceert uitsluitend digitale versies van de syllabi. Dit gebeurt via Examenblad.nl (www.examenblad.nl), de officiële website voor de examens in het voortgezet onderwijs.
In de syllabi 2028 zijn de wijzigingen ten opzichte van de vorige syllabus voor het examenjaar 2027 duidelijk zichtbaar. De veranderingen zijn geel gemarkeerd. Er zijn diverse vakken waarbij de syllabus 2028 geen inhoudelijke veranderingen heeft ondergaan.

Een syllabus kan 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.

Het CvTE stelt het aantal en de tijdsduur van de toetsen van het centraal examen vast en de wijze waarop het centraal examen wordt afgenomen. Deze vaststelling wordt gepubliceerd in het rooster voor de centrale examens en in de Septembermededeling.

Voor opmerkingen over syllabi houdt het CvTE zich steeds aanbevolen. U kunt die zenden aan info@cvte.nl of aan CvTE, Postbus 315, 3500 AH Utrecht.

De voorzitter van het College voor Toetsen en Examens,
Drs. J.H. (John) van der Vegt MPM

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.

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 het organisme 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, aangegeven met letters: M = molecuul- en celniveau, O = Orgaan- en organismeniveau, P = Populatie- en ecosysteemniveau. Dit is weergegeven in de figuur hieronder. De rode pijlen geven de oude leesrichting aan, de paarse de nieuwe. Het concept Erfelijke eigenschap (subdomein E4) is daarbij naar het Molecuul- en celniveau verplaatst, omdat de (deel)concepten die hierin aan de orde komen hoofdzakelijk op die niveaus van toepassing zijn.

Systeem-concept / Organisatie-niveau	*Zelfregulatie*	*Zelforganisatie*	*Interactie*	*Reproductie*	*Evolutie*
Molecuul	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	Homeostase Hormonale regulatie Neurale regulatie Waarneming Afweer Beweging	Levenscyclus	Gedrag Interactie met (a) biotische factoren	Voortplanting	
Populatie					Variatie Selectie Soortvorming
Ecosysteem	Energiestroom Kringloop Dynamiek Evenwicht	Dynamiek Evenwicht	Voedselrelatie Interactie met (a) biotische factoren		
Systeem Aarde	Kringloop				Biodiversiteit

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

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 in paragraaf 1.4 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.
Het SE-deel is nader gespecificeerd in een handreiking van SLO. In de handreiking zijn suggesties opgenomen voor het SE-deel welke niet bindend zijn.

In de onderstaande tabel staat vermeld welke domeinen en subdomeinen op het CE geëxamineerd kunnen worden en welke aan het SE zijn toegewezen.

Domein		Subdomein nieuw/oud			Concept	CE[1]	SE
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
		A6		Ontwerpen		X	X
		A7		Modelvorming		X	X
		A8		Natuurwetenschappelijk instrumentarium		X	X
		A9		Waarderen en oordelen		X	X
		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
M	Molecuul- en celniveau	M1	B1	Eiwitsynthese			X
		M2	B2	Stofwisseling van de cel	M2.1 Homeostase M2.2 Transport M2.3 Assimilatie en dissimilatie	X	
		M3	C1	Zelforganisatie van cellen	M3.1 Genexpressie M3.2 Celdifferentiatie	X	
		M4	D1	Moleculaire interactie			X
		M5	E1	DNA-replicatie			X
		M6	E2	Levenscyclus van de cel			X
		M7	E4	Erfelijke eigenschap	M7.1 Erfelijke eigenschap	X	

[1] Het is toegestaan de subdomeinen voor het CE ook in het SE te toetsen.

Domein		Subdomein nieuw/oud			Concept	CE[1]	SE
		M8	F1	Selectie	M8.1 DNA M8.2 Mutatie M8.3 Recombinatie M8.4 Variatie	X	
O	Orgaan- en organisme-niveau	O1	B3	Stofwisseling van het organisme	O1.1 Orgaan O1.2 Fotosynthese O1.3 Ademhaling O1.4 Vertering O1.5 Uitscheiding O1.6 Transport	X	
		O2	B4	Zelfregulatie van het organisme	O2.1 Homeostase O2.2 Hormonale regulatie O2.3 Neurale regulatie	X	
		O3	B5	Afweer van het organisme	O3.1 Afweer	X	
		O4	B6	Beweging van het organisme			X
		O5	B7	Waarneming door het organisme			X[2]
		O6	C2	Zelforganisatie van het organisme			X
		O7	D2	Gedrag en interactie			X
		O8	D3	Seksualiteit			X
		O9	E3	Voortplanting van het organisme			X
P	Populatie- en ecosysteem-niveau	P1	B8	Regulatie van ecosystemen	P1.1 Energiestroom P1.2 Kringloop P1.3 Dynamiek en evenwicht	X	
		P2	C3	Zelforganisatie van ecosystemen			X
		P3	D4	Interactie in ecosystemen	P3.1 Voedselrelatie P3.2 Duurzame ontwikkeling	X	
		P4	F2	Soortvorming	P4.1 Populatie P4.2 Variatie P4.3 Selectie P4.4 Soortvorming	X	
		P5	F3	Biodiversiteit			X

[2] 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.

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 (2010) 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.

- Energie
- Gezondheid of gezondheidszorg
- Duurzaamheid
- Voeding
- Voedselproductie
- Sport
- Wereldbeeld
- 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 7 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 specificaties 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 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 (n) tot en met giga (G):
   - lengte, oppervlakte, inhoud (m, m^2, m^3, L)
   - massa (kg);
   - dichtheid: massa per volume ($kg.m^{-3}$);
   - concentratie: aantal per volume ($mol.L^{-1}$), massa per volume ($g.L^{-1}$); massapercentage, volumepercentage, parts per million;
   - snelheid: afstand per tijdseenheid ($m.s^{-1}$);
   - diffusiesnelheid: aantal per oppervlakte per tijdseenheid ($mol.m^{-2}.s^{-1}$) of massa per oppervlakte per tijdseenheid ($g.m^{-2}.s^{-1}$)
   - temperatuur (^0C);
   - 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;
   - rekenen met kansen;
   - 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.
8 toelichten wat de invloed is van de verschillende variabelen in een gegeven formule op het daarmee beschreven biologische proces.

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 O1, O2 en O3 [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 P1.3 en P2 [voorheen B8.3, C3]);
2 beschrijven dat een ecosysteem wordt gereguleerd vanuit kringlopen van elementen (koolstof en stikstof), energiestromen en voedselwebben
(zie subdomeinen P1.1, P1.2, P3.1 [voorheen B8.1, B8.2, D4.1]);
3 verklaren hoe menselijk handelen binnen een ecosysteem op een lager organisatieniveau kan leiden tot grote veranderingen op hogere organisatieniveaus
(zie subdomein P3.2 [voorheen D4.2]).

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 P4.2 [voorheen F2.2]);
2 beschrijven hoe door selectiedruk bepaalde adaptaties in populaties over meerdere generaties meer gaan voorkomen
(zie subdomein P4.3 [voorheen F2.3]);
3 beschrijven hoe reproductieve isolatie kan leiden tot soortvorming
(zie subdomein P4.4 [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 O1.6 [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 P1 [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 M2.3 en P1.1 [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.

M MOLECUUL- EN CELNIVEAU

In de tabellen zijn sommige deelconcepten *cursief* gedrukt. *Cursief* gedrukte deelconcepten betreffen begrippen uit scheikunde of natuurkunde die nodig zijn voor deze (en andere) specificaties. In bijlage 6 zijn alle *cursief* gedrukte deelconcepten opgenomen.

M2 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.

M2.1 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, cytoplasma, mitochondrie, (ruw) endoplasmatisch reticulum, golgi-systeem, plastiden, ribosoom, lysosoom, bladgroenkorrel, bladgroen, trilharen
4 herkennen dat cellen zichzelf reguleren waardoor homeostase in de cel gerealiseerd wordt.	homeostase

M2.2 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, *koolstofdioxide (CO_2), natriumchloride (NaCl)*
2 toelichten wat de relatie is tussen de osmotische waarde binnen een cel en die daarbuiten;	isotonisch, hypotonisch, hypertonisch, osmotische waarde
3 uitleggen wat de invloed is van de osmotische waarde van een cel op de stevigheid.	plasmolyse, turgor

M2.3 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;	*atoom, molecuul, ion*, energie, autotroof, heterotroof, assimilatie, dissimilatie
2 benoemen dat er verschillende vormen van energie zijn;	chemische energie, lichtenergie, kinetische energie, warmte, ADP, ATP, *fosfaat*
3 beschrijven dat verschillende vormen van energie in elkaar kunnen overgaan;	
4 beschrijven hoe fotosynthese 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, bouwstof, brandstof, reservestof, koolhydraat, monosacharide, disacharide, polysacharide, zetmeel, glycogeen, cellulose, vet, vetzuur, glycerol, eiwit, aminozuur, essentieel aminozuur, niet-essentieel aminozuur, DNA, enzym, fosfolipide, tussencelstof, *katalysator, wateroplosbaar, vetoplosbaar*
6 beschrijven hoe anaerobe en aerobe dissimilatie bijdragen aan de energievoorziening;	energievoorziening, verbranding, aeroob, anaeroob, gisting, alcohol, melkzuur, glucose, zuurstof, koolstofdioxide
7 assimilatieprocessen en dissimilatieprocessen herkennen in de vorm van reactievergelijkingen;	reactievergelijking, *molecuulformule, structuurformule, calcium (Ca), chloor (Cl), fosfor (P), ijzer (Fe), kalium (K), koolstof (C), stikstof (N), natrium (Na), waterstof (H), zuurstof (O), ammoniak (NH_3), koolstofdioxide (CO_2), fosfaat (PO_4^{3-}), glucose ($C_6H_{12}O_6$), methaan (CH_4), nitraat (NO_3^-), nitriet (NO_2^-), stikstofgas (N_2), water (H_2O), zuurstofgas (O_2)*
8 beschrijven waar en hoe enzymen reacties katalyseren;	enzymwerking, katalyseren, substraat, enzym-substraatcomplex
9 beschrijven hoe temperatuur en pH enzymwerking beïnvloeden;	pH, optimumkromme, *indicator*
10 beschrijven hoe in de biotechnologie gebruikgemaakt wordt van het metabolisme van micro-organismen.	biotechnologie, metabolisme, recombinant-DNA, micro-organisme

M3 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.

M3.1 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, structuureiwit, antistof
4 beschrijven dat door eiwitten het fenotype bepaald wordt.	fenotype

M3.2 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

M7 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.

M7.1 Erfelijke eigenschap (E4.1)

Specificatie

De kandidaat kan in een context:	Deelconcepten
1 toelichten dat een fenotype ontstaat onder invloed van een combinatie van genotype en milieufactoren;	gen, allel, genoom, genotype, fenotype, milieufactor
2 benoemen dat de genen zijn verdeeld over 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 een bepaald genotype of een bepaald fenotype bij monohybride kruisingen;	monohybride kruising, dominant, onvolledig dominant, recessief, intermediair, stamboom, kruisingsschema, homozygoot, heterozygoot, X-chromosomaal, multipele allelen, letale factor
5 benoemen wat ethische en biologische argumenten zijn bij het ingrijpen van de mens in de erfelijkheid.	ethisch argument, biologisch argument

M8 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.

M8.1 DNA (F1.1)

Specificatie

De kandidaat kan in een context:	Deelconcepten
1 beschrijven dat DNA functioneert als universele drager van genetische informatie;	DNA, genetische informatie, 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

M8.2 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

M8.3 Recombinatie (F1.3)
Specificatie

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

M8.4 Variatie (F1.4)
Specificatie

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

O ORGAAN- EN ORGANISMENIVEAU

O1 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.

O1.1 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.	

O1.2 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

O1.3 Ademhaling (B3.3)
Specificatie

De kandidaat kan in een context:	Deelconcepten
1 beschrijven wat de bouw, werking en functie zijn van gaswisselingsorganen van de mens;	gaswisseling, 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 plaatsvinden en wat de rol van hemoglobine daarbij is.	diffusie, zuurstofconcentratie/zuurstofdruk, zuurstoftransport, hemoglobine, koolstofdioxideconcentratie/koolstofdioxidedruk, koolstofdioxidetransport

O1.4 Vertering (B3.4)
Specificatie

De kandidaat kan in een context:	Deelconcepten
1 beschrijven wat de bouw, werking en functie zijn van (spijs)verteringsorganen van de mens;	(spijs)vertering, 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 (spijs)verteringsorganen;	
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, enzymen voor eiwitvertering, enzymen voor vetvertering, emulgeren, gal, verteringsproduct
4 beschrijven waar en op welke wijze voedingsstoffen opgenomen worden en welke factoren dit kunnen beïnvloeden.	resorptie, darmvlok, darmbacterie

O1.5 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;	uitscheiding, 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, zweet

O1.6 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 beschrijven hoe weefselvloeistof en lymfe worden gevormd.	bloedvatenstelsel, lymfesysteem, lymfevat
5 herkennen wat het verband is tussen het bloedvatenstelsel en het lymfevatenstelsel;	

O2 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.

O2.1 Homeostase (B4.1)
Specificatie

De kandidaat kan in een context:	Deelconcepten
1 beschrijven hoe longen, lever, nieren, huid, zenuwstelsel en hormoonstelsel bijdragen aan de homeostase bij de mens;	zenuwstelsel, zintuigen, hormoonstelsel, receptor, inwendig milieu, uitwendig milieu, pH, temperatuurregulatie, koolstofdioxideconcentratie, zuurstofconcentratie, glucoseconcentratie
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 terugkoppeling, negatieve terugkoppeling
4 benoemen waar regelkringen in het lichaam plaatsvinden.	

O2.2 Hormonale regulatie (B4.2)
Specificatie

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

O2.3 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, signaalverwerking, prikkel, impuls, cel van Schwann, myelineschede, synaps, impulsgeleiding, sprongsgewijze impulsgeleiding, neurotransmitter, temperatuurreceptor, lichtreceptor, tastreceptor, pijnreceptor
2 beschrijven hoe signaalverwerking tot stand komt;	
3 toelichten hoe een regelkring in het zenuwstelsel werkt;	regelkring, reflexboog
4 beschrijven wat het verband is tussen de werking van het zenuwstelsel en het functioneren van een organisme.	

O3 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.

O3.1 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, slijmvliezen, bloed, lymfe, beenmerg, lymfeknoop, macrofagen, T-helpercel, cytotoxische T-cel, B-cel, plasmacel, geheugencel, mestcel
2 beschrijven wat de werking van de aangeboren (niet-specifieke) afweer is;	aangeboren afweer, verworven afweer, natuurlijke immuniteit, kunstmatige immuniteit, actieve immuniteit, passieve immuniteit, lichaamseigen, lichaamsvreemd, antigeen, antistof, receptor, 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

P POPULATIE- EN ECOSYSTEEMNIVEAU

P1 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.

P1.1 Energiestroom (B8.1)

Specificatie

De kandidaat kan in een context:	Deelconcepten
1 energiestromen in een ecosysteem beschrijven;	energiestroom, ecosysteem, producent, consument, reducent
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

P1.2 Kringloop (B8.2)
Specificatie

De kandidaat kan in een context:	Deelconcepten
1 beschrijven hoe kringlopen van elementen in een ecosysteem verlopen;	kringloop, fotosynthese, dissimilatie, koolstofkringloop, stikstofkringloop, organische stof, anorganische stof, aeroob, anaeroob, *koolstof, ammoniak, ammonium, nitraat, nitriet, methaan, stikstofgas*
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

P1.3 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;	ecosysteem, habitat, levensgemeenschap, soortensamenstelling
2 uitleggen welke rol biotische en abiotische factoren spelen bij de dynamiek binnen een ecosysteem;	biotische factor, abiotische factor, dynamiek, 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

P3 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.

P3.1 Voedselrelatie (D4.1)
Specificatie

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

De kandidaat kan in een context:	Deelconcepten
3 herkennen dat een voedselweb voedselketens bevat.	voedselweb

P3.2 Duurzame ontwikkeling (D4.2)

Specificatie

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

P4 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.

P4.1 Populatie (F2.1)

Specificatie

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

P4.2 Variatie (F2.2)

Specificatie

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

P4.3 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

De kandidaat kan in een context:	Deelconcepten
2 beschrijven wat de overeenkomsten en verschillen zijn tussen natuurlijke en kunstmatige selectie.	kunstmatige selectie, veredeling

P4.4 Soortvorming (F2.1)

Specificatie

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

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

Subdomein A3: Reflecteren op leren

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

Subdomein A4: Studie en beroep

3 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

4 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

5 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

6 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

7 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

8 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

9 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

10 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

11 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

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

Subdomein A14: Systeemdenken

13 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

14 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

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

Domein B: Zelfregulatie

Subdomein B1: Eiwitsynthese
16 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
17 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
18 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
19 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
20 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
21 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
22 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
23 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
24 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
25 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
26 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
27 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
28 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
29 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
30 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
31 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
32 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
33 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
34 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
35 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
36 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

37 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[3] BIJ HET EXAMENPROGRAMMA

Systeemconcept **Organisatieniveau (*biologische eenheid*)**	**Zelfregulatie**	**Zelforganisatie**	**Interactie**	**Reproductie**	**Evolutie**
I Molecuul- en celniveau					
Molecuul (*DNA*)	***M1 Eiwitsynthese***[4]	**M3 Zelforganisatie van cellen** M3.1 Genexpressie	***M4 Moleculaire interactie***	***M5 DNA-replicatie***	**M8 Selectie** M8.1 DNA M8.2 Mutatie M8.3 Recombinatie M8.4 Variatie
Cel (*cel*)	**M2 Stofwisseling van de cel** M2.1 Homeostase M2.2 Transport M2.3 Assimilatie en dissimilatie	M3.2 Celdifferentiatie		***M6 Levenscyclus van de cel*** **M7 Erfelijke eigenschap** M7.1 Erfelijke eigenschap	
II Orgaan- en organismeniveau					
Orgaan	**O1 Stofwisseling van het organisme** O1.1 Orgaan O1.2 Fotosynthese O1.3 Ademhaling O1.4 Vertering O1.5 Uitscheiding O1.6 Transport				
Organisme (*prokaryoot, eukaryoot, virus*)	**O2 Zelfregulatie van het organisme** O2.1 Homeostase O2.2 Hormonale regulatie O2.3 Neurale regulatie **O3 Afweer van het organisme** ***O4 Beweging van het organisme*** ***O5 Waarneming van het organisme***	***O6 Zelforganisatie van het organisme***	***O7 Gedrag en interactie*** ***O8 Seksualiteit***	***O9 Voortplanting van het organisme***	
III Populatie- en ecosysteemniveau					
Populatie					**P4 Soortvorming** P4.1 Populatie P4.2 Variatie P4.3 Selectie P4.4 Soortvorming
Ecosysteem	**P1 Regulatie van ecosystemen** P1.1 Energiestroom P1.2 Kringloop P1.3 Dynamiek en evenwicht	**P2 Zelforganisatie van ecosystemen** P2.1 Dynamiek en evenwicht	**P3 Interactie in ecosystemen** P3.1 Voedselrelatie P3.2 Duurzame ontwikkeling		
Systeem Aarde	P1.2 Kringloop				***P5 Biodiversiteit***

[3] Systeemmatrix 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).
[4] *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	M1
B2	M2
B3	O1
B4	O2
B5	O3
B6	O4
B7	O5
B8	P1
C1	M3
C2	O6
C3	P2
D1	M4
D2	O7
D3	O8
D4	P3
E1	M5
E2	M6
E3	O9
E4	M7
F1	M8
F2	P4
F3	P5

Nieuwe nummering	Oude nummering
M1	B1
M2	B2
M3	C1
M4	D1
M5	E1
M6	E2
M7	E4
M8	F1
O1	B3
O2	B4
O3	B5
O4	B6
O5	B7
O6	C2
O7	D2
O8	D3
O9	E3
P1	B8
P2	C3
P3	D4
P4	F2
P5	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.

- Energie (E)
- Gezondheid en gezondheidszorg (G)
- Duurzaamheid (D)
- Voeding (V)
- Voedselproductie (VP)
- Sport (S)
- Wereldbeeld (W)
- Veiligheid (VH)

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 inentingen 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
(aan)geven, aanvullen, (be)noemen, noteren	Het geven van een kort antwoord: een woord of zinsdeel. Een toelichting is niet vereist, tenzij anders is aangegeven in de vraagstelling.
beschrijven	Het geven van een antwoord in hele zinnen, waarin de onderdelen van het gevraagde zijn gegeven.
beargumenteren, beredeneren	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.
toelichten	Het geven van een onderbouwing in één of enkele zinnen voor een bepaalde keuze of stelling.
uitleggen, verklaren, aangeven waardoor	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 *uitleggen* gehanteerd, bij een enkelvoudige oorzaakgevolgstap *verklaren* of *aangeven waardoor*.
aangeven waarom	Het geven van een antwoord waaruit een reden of een doel blijkt van het gestelde/gevraagde.
bepalen	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.
berekenen	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.
tekenen	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: KENNIS VAN NATUURKUNDE EN SCHEIKUNDE

Bij de specificaties van de eindtermen zijn grootheden en eenheden opgenomen en (cursief) deelconcepten uit natuurkunde en scheikunde waarvan verondersteld wordt dat kandidaten deze kunnen gebruiken. Deze 'nevenkennis' kan leerstof uit de onderbouw of uit de bovenbouw betreffen.
Het gaat om onderdelen die nodig kunnen zijn bij de bevraging van het CE-deel van het examenprogramma. In deze bijlage zijn die bij elkaar gezet.

De kandidaat kan de volgende grootheden en eenheden gebruiken, daarbij gebruik makend van de prefixen van nano (n) tot en met giga (G):
- 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 ($m \cdot s^{-1}$);
- diffusiesnelheid: aantal per oppervlakte per tijdseenheid ($mol \cdot m^{-2} \cdot s^{-1}$) of massa per oppervlakte per tijdseenheid ($g \cdot m^{-2} \cdot s^{-1}$)
- temperatuur (^oC);
- energie (J, kcal);
- spanning (V);
- druk: kracht per oppervlakte (Pa, $N \cdot m^{-2}$, mmHg);

De kandidaat kan de volgende deelconcepten uit natuurkunde en scheikunde gebruiken:
- atoom, molecuul, ion
- molecuulformule, structuurformule
- reactievergelijking, katalysator
- pH, indicator
- wateroplosbaar, vetoplosbaar

De kandidaat kan de namen en symbolen van de volgende elementen gebruiken:
- calcium (Ca)
- chloor (Cl)
- fosfor (P)
- ijzer (Fe)
- kalium (K)
- koolstof (C)
- stikstof (N)
- natrium (Na)
- waterstof (H)
- zuurstof (O)

De kandidaat kan de namen en molecuulformules van de volgende stoffen gebruiken:
- ammoniak (NH_3)
- koolstofdioxide (CO_2)
- fosfaat ($PO_4^{3-)}$
- glucose ($C_6H_{12}O_6$)
- methaan (CH_4)
- natriumchloride (NaCl)
- nitraat (NO_3^-)
- nitriet (NO_2^-)
- stikstofgas (N_2)
- water (H_2O)
- zuurstofgas (O_2)

BIJLAGE 7: INDEX VAN CONCEPTEN EN DEELCONCEPTEN

Deze index is bedoeld als hulpmiddel. Het bevat alle deelconcepten die in de syllabus voorkomen. De index bevat echter niet alle begrippen die in de syllabus voorkomen. De index is dus niet uitputtend.

A

AB0-systeem 24
abiotische factor 25
acceptor 24
accumulatie 26
adaptatie 26
ademhalingsspieren 21
ader 22
ADH 22
ADP 17
adrenaline 23
aeroob 17, 25
afstamming 27
afvalstof 22
afweer
  aangeboren 24
  verworven 24
alcohol 17
allel 18, 19
allelfrequentie 26
alvleesklier 21
aminozuur 17
  essentieel 17
  niet-essentieel 17
ammoniak 17, 25
ammonium 25
anaeroob 17, 25
analogie 26
anorganische stof 24, 25
antibioticum 24
antigeen 24
antistof 18, 24
argument
  biologisch 19
  ethisch 19
assimilatie 17
atoom 17
ATP 17
autosoom 18, 20
autotroof 17, 24

B

bacterie 16, 24
B-cel 24
beenmerg 22, 24
beperkende factor 25
bestrijdingsmiddel 26
bijnier 23
biobrandstof 24
biodiversiteit 25
biologisch afbreekbaar 26
biologische landbouw 26
biomassa 24
biotechnologie 17
biotische factor 25
bladgroen 16, 17
bloed 24
bloedcel
  rode 22
  witte 22
bloeddruk 22
bloedplaatje 22
bloedplasma 22
bloedsomloop
  grote 22
  kleine 22
bloedstolling 22
bloedtransfusie 24
bloedvatenstelsel 22
bouwstof 17
bovendruk 22
brandstof 17, 24
broeikaseffect 25
bronchie 21

C

calcium (Ca) 17
cel 20
celdifferentiatie 18
celkern 16
cellulose 17
celmembraan 16
celtype 18
celwand 16
chloor (Cl) 17
cholesterol 22
chromosomen
  homologe 20
chromosoom 16, 18, 19
  cirkelvormig 16
  geslachts- 18, 20
  X- 18
  Y- 18
commensalisme 25
concurrentie 25
consument 24, 25
cytoplasma 16
cytotoxische T-cel 24

D

darm
  dikke 21
  dunne 21
  endel- 21
  slok 21
  twaalfvingerige 21
darmbacterie 21

darmperistaltiek 21
darmvlok 21
diffusie 16, 21
disacharide 17
dissimilatie 17, 21, 25
DNA 17, 18, 19
  niet-coderend 18
  recombinant- 17
DNA-analyse 19
dode ruimte 21
doelwitorgaan 23
dominant 19
donor 24
duurzame ontwikkeling 26
dynamiek 25

E

ecosysteem 24, 25
eierstok 23
eilandje van Langerhans 23
eiwit 17, 18
  membraan- 18
  receptor- 16
  structuur- 18
eiwithormoon 18
eiwitmantel 16
emulgeren 21
endocrien 23
endocytose 16
endoplasmatisch reticulum 16
energie 17
  chemische 17
  kinetische 17
  licht 17
  warmte 17
energiebesparing 24, 26
energieproductie 26
energiestroom 24
energievoorziening 17
enzym 17, 18
enzymsubstraatcomplex 17
enzymwerking 17
EPO 23
eukaryoot 16
eutrofiering 25
evolutionaire stamboom 27
exocrien 23
exocytose 16
exoot 25

F

fenotype 18, 19, 20, 26
fitness 26
fosfaat 17
fosfolipide 17
fosfor (P) 17
fossiele brandstof 24
fotosynthese 17, 21, 25

G

gal 21, 22
galblaas 21
gaswisseling 21
geboorte 25
geheugencel 24
gekoppeld gen 20
gen 18, 19
genenpool 20, 26
genetische code 18, 19
genetische modificatie 20
genetische variatie 20, 26
genexpressie 18
genoom 18, 20
genotype 18, 19, 20, 26
genus 27
geslacht 27
geslachtelijke voortplanting 20
gisting 17
glomerulus 22
glucagon 23
glucose 16, 17
glucoseconcentratie 22
glycerol 17
glycogeen 17
golgi-systeem 16

H

haarvat 22
habitat 25
hart 22
hartklep 22
hartslagfrequentie 22
hemoglobine 21, 22
hergebruik 25
hernieuwbare energiebron 26
hersenen 23
hersenschors 23
hersenstam 23
heterotroof 17, 24
heterozygoot 19
homeostase 16
homologie 26
homozygoot 19
hormoon 23
hormoonklier 23
hormoonreceptor 23
hormoonstelsel 22, 23
huid 22, 24
hypertonisch 16
hypofyse 23
hypothalamus 23
hypotonisch 16

I

ijzer (Fe) 17
immuniteit
  actieve 24

kunstmatige 24
natuurlijke 24
passieve 24
impuls 23
impulsgeleiding 23
sprongsgewijze 23
indicator 17
insuline 23
intermediair 19
inwendig milieu 22
ion 17
ionentransport 16
isotonisch 16

K

kalium (K) 17
kapsel van Bowman 22
katalysator 17
katalyseren 17
koolhydraat 17
koolstof 17, 25
koolstofassimilatie 21
koolstofdioxide 16, 17
koolstofdioxideconcentratie 21, 22
koolstofdioxidedruk 21
koolstofdioxidetransport 21, 22
koolstofkringloop 25
kringloop 25
kringspier 21
kruisingsschema 19
kunstmatige selectie 27

L

lengtespier 21
letale factor 19
levensgemeenschap 25
lever 21, 22
leverlobje 22
lichaams-
eigen 24
vreemd 24
long 21, 22
longblaasje 21
longcapaciteit 21
luchtpijp 21
lymfe 22, 24
lymfeknoop 24
lymfesysteem 22
lymfevat 22
lysosoom 16

M

maag 21
macrofagen 24
meiose 20
melkzuur 17
mestcel 24
metabolisme 17
methaan 17, 25
micro-organisme 17
migratie 25
milieufactor 18
mitochondrie 16
molecuul 17
molecuulformule 17
monohybride kruising 19
monosacharide 17
multipele allelen 19
mutagene stof 19
mutagene straling 19
mutatie 20, 26
genoom- 19
punt- 19
mutualisme 25
myelineschede 23

N

natrium (Na) 17
natriumchloride (NaCl) 16
natuurbeheer 25
natuurlijke selectie 26
neurotransmitter 23
nier 22, 23
nierbuisjes 22
niereenheid 22
niermerg 22
nierschors 22
nitraat 17, 25
nitriet 17, 25
nucleotidenvolgorde 18

O

onderdruk 22
onvolledig dominant 19
optimum 25
optimumkromme 17
orgaan 20
orgaanstelsel 20
organische stof 24, 25
osmose 16
osmotische waarde 16
overlevingskans 19

P

parasitisme 25
persistent 26
pH 17, 22
plasmacel 24
plasmide 16
plasmolyse 16
plastiden 16
polysacharide 17
populatie 25, 26
predatie 25
prikkel 23
producent 24, 25
prokaryoot 16

R

reabsorptie 22
reactievergelijking 17
receptor 18, 22, 24
  licht- 23
  pijn- 23
  tast- 23
  temperatuur- 23
recessief 19
recombinatie 20
recyclen 25
reducent 24, 25
reflexboog 23
regelkring 23
reproductieve isolatie 27
reservestof 17
resistent 24, 26
resorptie 21
restvolume 21
resusfactor 24
ribosoom 16
RNA 18
ruggenmerg 23

S

schildklier 23
schildklierhormoon 23
Schwann, cel van - 23
selectiedruk 26
selectief permeabel 16
semi-permeabel membraan 16
signaalverwerking 23
sinusknoop 22
slagader 22
slagvolume 22
slijmvliezen 24
soort 26, 27
soortensamenstelling 25
speekselklier 21
stamboom 19
stamcel 18
stamcelonderzoek 18
stamceltransplantatie 18
startcodon 18
sterfte 25
stikstof (N) 17
stikstofgas 17, 25
stikstofkringloop 25
stopcodon 18
structuurformule 17
substraat 17
symbiose 25
synaps 23

T

teelbal 23
temperatuurregulatie 22
terugkoppeling
  negatieve 23
  positieve 23
terugresorptie 22
T-helpercel 24
tolerantie 25
transgeen 20
transplantatie 24
transport
  actief 16
  passief 16
transporteiwit 18
trilharen 16
trofisch niveau 25
turgor 16
tussencelstof 17

U

uitscheiding 22
uitspoeling 25
uitwedig milieu 22
ultrafiltratie 22
ureum 22
urine 22
urineblaas 22

V

vaccinatie 24
vacuole 16
ventilatiebewegingen 21
verbranding 17
veredeling 27
vertering
  (spijs)- 21
  chemische 21
  enzymen voor eiwit- 21
  enzymen voor koolhydraat- 21
  enzymen voor vet- 21
  mechanische 21
verteringsproduct 21
verteringssap 21
verwantschap 19, 27
vet 17
vetoplosbaar 17
vetzuur 17
virus 16, 24
  DNA- 16
  RNA- 16
vitale capaciteit 21
voedingsstof 21, 22
voedselketen 25
voedselproductie 26
voedselrelatie 25
voedselweb 26
voortgezette assimilatie 17, 21
vraat 25

W

warmte 17
water (H_2O) 17

waterhuishouding 22
wateroplosbaar 17
waterstof (H) 17
weefsel 20
weefselvloeistof 22

X

X-chromosomaal 19

Z

zenuwcel
  bewegings- 23
  gevoels- 23
  schakel 23
zenuwstelsel 22
  animaal 23
  autonoom (vegetatief) 23
  centraal 23
  perifeer 23
zetmeel 17
zintuigen 22
zuurstof 16, 17
zuurstofconcentratie 21, 22
zuurstofdruk 21
zuurstofgas (O_2) 17
zuurstoftransport 21, 22
zweet 22
zweetklier 22

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

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 brugklastype.
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

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

Centrale examens middelbaar beroepsonderwijs: centrale examens Nederlandse taal en Engels voor studenten in het mbo. De uitkomst is onderdeel van het mbo-diploma.
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