



**Werkversie**  
**Syllabus biologie havo**  
**bij het examenprogramma van CVBO**  
**Examen 2011**

Concept Juli 2009

**Verantwoording:**

© 2009 Centrale Examencommissie Vaststelling Opgaven 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.

CEVO commissie examenprogramma 2010 biologie havo en vwo:

Jeroen den Hertog (voorzitter) - Hogeschool Utrecht

Agnes Legierse (secretaris) - SLO

José Bruëns - Cito

Bernard Beukers - CEVO

Agnes Storm - docent namens NVON

Rob van Woerkom - docent pilot-school

Harm Beekhof - docent pilot-school

Leen van den Oever - CVBO

## Inhoudsopgave

<b>Voorwoord</b> .....	<b>4</b>
<b>Inleiding</b> .....	<b>5</b>
<b>1. Verantwoording en werkwijze</b> .....	<b>6</b>
<b>2. Examenprogramma</b> .....	<b>10</b>
<b>3. Specificatie van de domeinen die zijn toegewezen aan het CE</b> .....	<b>15</b>
Domein B1. Biologische eenheid.....	15
Domein B2: Zelfregulatie en zelforganisatie.....	15
Domein B3: Interactie .....	18
Domein B4. Reproductie .....	19
Domein B5 : Evolutie .....	20
<b>4. De plaats van biologie in het geheel van de vakken</b> .....	<b>22</b>
<b>5. Vereiste kennis van natuur-en scheikunde</b> .....	<b>23</b>
<b>Bijlagen</b> .....	<b>24</b>
Bijlage I De concept-context benadering; verantwoording van de CVBO .....	25
Bijlage II Tabel bij beheersingsniveaus en specificaties (paragraaf 1.7).....	30
Bijlage III Voorbeeldexamenopgaven .....	34

## Voorwoord

De vernieuwingscommissie CVBO heeft een voorstel voor een vernieuwd examenprogramma biologie voor havo en voor vwo geformuleerd en een deel daarvan aangewezen voor de toetsing in het centraal examen (CE). Het betreft programma's die niet voor 2012 landelijk worden ingevoerd.

In overleg met de partijen die betrokken zijn bij de pilot is een nieuwe verdeling van het examenprogramma over het schoolexamen (SE) en het centraal examen (CE) overeengekomen.

De in januari 2007 samengestelde syllabuscommissie biologie heeft op basis hiervan de syllabus aangepast. Daarnaast zijn (delen van) specificaties aangepast of geschrapt met als doel om overladenheid en eventuele onduidelijkheid weg te nemen.

De drie documenten die nu zijn ontwikkeld, te weten het examenprogramma (CVBO), de syllabus (CEVO) en de handreiking (SLO), hebben nog geen definitieve status. Ze dienen de scholen die aan de examenexperimenten deelnemen voldoende houvast te bieden bij de pilot waar zij aan deelnemen. Om die reden dragen de drie documenten de toevoeging *Werkversie*.

Deze werkversies zijn de basis voor de pilot waarin de haalbaarheid, onderwijsbaarheid en toetsbaarheid van de nieuwe examenprogramma's wordt onderzocht.

De pilot zal worden geëvalueerd en vóór de landelijke invoering zullen definitieve versies van de drie documenten worden geproduceerd.

Deze syllabus geldt voor het centraal examen havo biologie pilot van 2011 voor die scholen die daar ontheffing voor hebben gekregen van het ministerie van OCW.

Jacqueline Wooning  
clustermanager CEVO  
exacte vakken havo/vwo

## Inleiding

### Een nieuw eindexamenprogramma

In het kader van de vernieuwing van het onderwijs in de vijf bèta-vakken heeft het Ministerie van Onderwijs, Cultuur en Wetenschappen in december 2004 de commissie vernieuwing biologie onderwijs (CVBO) ingesteld. Deze commissie heeft als opdracht om

*“...op basis van ‘Biologieonderwijs: een vitaal belang’ een nieuw examenprogramma voor havo en vwo te maken. Het programma moet aansluiten op de biologie in de onderbouw en passen binnen een (schets van een) leerlijn van 4 tot 18<sup>1</sup>”*

In de opdracht heeft het ministerie ook aangegeven dat dit examenprogramma, meer dan voorheen, op hoofdlijnen geformuleerd moet zijn. De CVBO heeft in het voorjaar van 2007 een concept examenprogramma voor havo en vwo opgeleverd.

Landelijke invoering zal naar verwachting niet voor 2010 plaatsvinden. Tot die tijd zullen op een beperkt aantal scholen pilots plaatsvinden rond deze nieuwe programma's. Doel van deze pilots is om de examenprogramma's te toetsen op haalbaarheid, onderwijsbaarheid en toetsbaarheid.

### De syllabus bij het nieuwe eindexamen

De CEVO heeft de taak bij de examenprogramma's syllabi te maken die een nadere uitwerking geven van deze programma's ten behoeve van de centrale examens. Gezien de compacte formulering van de examenprogramma's zullen zowel de syllabus voor het centrale examen als de handreiking van de SLO voor het schoolexamen een belangrijke rol krijgen bij de vertaling naar de onderwijs- en toetsingspraktijk.

Om uitvoering te geven aan deze taak, heeft de CEVO een ad hoc commissie ingesteld, de syllabuscommissie. Deze heeft als opdracht om eerst een werkversie van de syllabi te maken ten behoeve van de pilot en vervolgens een definitieve versie op basis van de ervaringen in de pilots en feedback uit het werkveld.

De opdracht aan de syllabuscommissie is om die onderdelen van het examenprogramma die in het CE getoetst worden nader te specificeren. De CVBO heeft een deel van de eindtermen aangewezen voor het CE.

### Herziening CE-SE verdeling en uitwerking eindtermen 2009

De cohorten 2007 en 2008 van de pilot-scholen hebben gewerkt met het examenprogramma en de werkversie van de syllabus van juli 2007. De eerste ervaringen in de scholen en van de ontwerpers van het centraal examen zijn aanleiding tot wijzigingen in de uitwerking van eindtermen en van de verdeling tussen het centraal examen en het schoolexamen. Met de huidige syllabus is sprake van beperking van de overladenheid van het programma voor het havo. De nieuwe verdeling tussen CE en SE creëert meer mogelijkheden voor het samenhangend toetsen over thema's die over meerdere domeinen van het examenprogramma zijn verdeeld.

### Opbouw van de syllabus

De werkversie van de syllabus bestaat uit een hoofddeel en een aantal bijlagen. In het hoofddeel staat de kern van de syllabus: de uitwerking van een globaal examenprogramma in meer gedetailleerde specificaties per eindterm. Hoofdstuk 1 geeft aan op welke wijze deze uitwerking tot stand is gekomen. Hoofdstuk 2 bevat de examenprogramma's, definieert de vereiste voorkennis en omschrijft de inrichting van het eindexamen en de toegestane hulpmiddelen. In hoofdstuk 3 staan de specificaties per eindterm.

Hoofdstuk 4 markeert de plaats van biologie in het Tweede Fase programma van het havo. De hoofdstukken 5 en 6 gaan in op de relatie met de andere exacte vakken wat betreft voorkennis en samenhang in vaardigheden.

Tot slot bevatten de bijlagen een aantal stukken, die weliswaar buiten de primaire opdracht van de syllabuscommissie vallen, maar die docenten, methodeschrijvers en toetsontwikkelaars wel ondersteunen bij onderwijs- en toetsontwikkeling. Het gaat dan om een weergave van de plaats van deze examenprogramma's in de leerlijn van 4-18 en de aansluiting op het Hoger Onderwijs en voorbeelden van toetsvragen.

---

<sup>1</sup> Citaat website NBI/CVBO, [www.nibi.nl](http://www.nibi.nl)

# 1. Verantwoording en werkwijze

## 1.1 CVBO: het ontwikkelen van een nieuw examenprogramma

In december 2004 heeft het ministerie van OC&W aan de CVBO de opdracht gegeven om een nieuw examenprogramma voor havo en vwo te ontwikkelen. De vernieuwingscommissies voor de bètavakken hebben de concept-contextbenadering als uitgangspunt gekozen bij de vernieuwing van het onderwijsprogramma<sup>2</sup>. De werkversie van het vernieuwde examenprogramma biologie heeft het ministerie in 2007 vastgesteld. In juni 2009 heeft het ministerie, op voorstel van de CVBO, binnen deze examenprogramma's een nieuwe verdeling tussen CE en SE opgenomen. De CVBO ontwikkelt daarnaast, in samenwerking met een aantal scholen voor havo en vwo, onderwijsmateriaal, waaronder ook voorbeelden van toetsen, volgens de concept-contextbenadering. De CEVO is verantwoordelijk voor de aansturing van de productie en de kwaliteitsbewaking van het bijbehorende CE.

## 1.2 Syllabuscommissie: opdracht en uitgangspunten

De CEVO heeft in januari 2007 de syllabuscommissie biologie ingesteld. Deze heeft als opdracht om de productie van de syllabus bij de vernieuwde examenprogramma's te verzorgen. De syllabuscommissie heeft deze taak als volgt nader uitgewerkt:

*De CEVO geeft de syllabuscommissie de opdracht om als onderlegger voor de centrale examens syllabi te schrijven waarin*

*1. voor HAVO en VWO het CE-deel van het examenprogramma nader wordt uitgewerkt,*

*2. voorbeelden gegeven worden van examenopgaven zoals die in die programma's passen*

De CVBO heeft gekozen voor een leerlijn en examenprogramma's gebaseerd op de uitgangspunten van de concept-context benadering. In het voorstel voor de examenprogramma's benoemt de CVBO slechts concepten. In de syllabi dient daarom expliciet aandacht besteed te worden aan de uitwerking zoals die past bij de concept-context benadering.

In de concept-context benadering maakt de CVBO onderscheid tussen HAVO en VWO. De meeste concepten komen in zowel HAVO als VWO aan de orde, maar worden dan in andere contexten en met een verschillende diepgang behandeld. Dit onderscheid zal vooral in de beide syllabi zichtbaar worden. De CVBO heeft zich bij het ontwerpen van het nieuwe examenprogramma gerealiseerd dat binnen de biologie in de afgelopen 20 jaar veel nieuwe inzichten zijn ontwikkeld. Bij een uitwerking van de programma's in de syllabi dient aan deze ontwikkelingen recht gedaan te worden. De syllabuscommissie zal zich bij de uitwerking van de verschillende concepten in de syllabus bij alle thema's rekenschap geven van recente ontwikkelingen.

Het examenprogramma bestrijkt de biologie in zijn volle breedte en dient dan ook in samenhang beschreven en gespecificeerd te worden. De syllabus voor het CE en de handreiking voor het SE zijn daarom sterk van elkaar afhankelijk en met elkaar verweven. In de syllabus worden alleen de eindtermen voor het CE-deel nader gespecificeerd. De handreiking bevat daarnaast aanwijzingen voor de inrichting van het onderwijs van het totale examenprogramma, voor mogelijkheden van afstemming van en samenhang tussen de afzonderlijke vakken en voor de wijze van toetsen.

## 1.3 Samenwerking met CVBO

De CVBO is verantwoordelijk voor de vernieuwing van de examenprogramma's. In bijlage I is daarom een stuk opgenomen met een weergave van het gedachtegoed van de CVBO rond de concept-contextbenadering. Hierin geeft de CVBO ook aan welke keuzes er zijn gemaakt bij de concepten zoals die in de conceptentabel behorend bij het examenprogramma zijn opgenomen (zie 1.4). Verder wordt door CVBO het onderscheid tussen havo en vwo geschetst en de consequenties die dit zou moeten hebben voor het gebruik van contexten. Voor het havo gaat het vooral om leefwereld- en beroepscontexten en voor het vwo ook om wetenschappelijke contexten. Binnen de beroepscontexten dient verder gekozen te worden voor die beroepssituaties die een logisch vervolg zijn op een havo-HBO dan wel een vwo-WO traject. De pilotscholen ontwikkelen onder aansturing van de CVBO nieuw onderwijsmateriaal en toetsen. Cito produceert de centrale examens. In bijlage II zijn voorbeelden van toetsvragen opgenomen die passen in de concept-contextbenadering. Deze vragen zijn deels geïnspireerd door toetsvragen zoals die op de pilotscholen ontwikkeld zijn en deels bewerkingen van vragen zoals die in de huidige examens gebruikt worden.

## 1.4 De ordening van de concepten in het examenprogramma

De CVBO heeft gekozen voor een ordening volgens de organisatieniveaus gerelateerd aan vijf systeemconcepten: 1) biologische eenheid, 2) zelfregulatie/zelforganisatie, 3) interactie, 4) reproductie en 5) evolutie.

---

<sup>2</sup> Zie de site van het nibi voor de achtergronddocumenten van CVBO, zoals de leerlijn van 4-18 jaar; [www.nibi.nl](http://www.nibi.nl)

De combinaties van organisatieniveaus met de systeemconcepten zijn hieronder weergegeven. Elke combinatie levert een aantal concepten op. Deze zijn te zien in tabel 1.

	<b>Biologische eenheid</b>	<b>Zelfregulatie/ zelforganisatie</b>	<b>Interactie</b>	<b>Reproductie</b>	<b>Evolutie</b>
<b>Molecuul</b>	<b>B1.1</b> DNA		<b>B3.1</b> Genexpressie	<b>B4.1</b> DNA-replicatie	<b>B5.1</b> Mutatie Recombinatie
<b>Cel</b>	<b>B1.2</b> Cel	<b>B2.1</b> Transport Metabolisme Celdifferentiatie		<b>B4.2</b> Celcyclus	
<b>Orgaan systeem</b>	<b>B1.3</b> Orgaan	<b>B2.2</b> Instandhouding/ groei Ademhaling Spijsvertering Uitscheiding Transport Afweer Bewegen	<b>B3.2</b> Zintuigen Zenuwstelsel Hormoonhuishouding		
<b>Organisme</b>	<b>B1.4</b> Prokaryoot Eukaryoot Virus	<b>B2.3</b> Homeostase Fotosynthese Voeding Levenscyclus Gezondheid	<b>B3.3</b> Interactie met (a)biotische factoren Gedrag	<b>B4.3</b> Voortplanting Erfelijkheid	<b>B5.2</b> Fossiel
<b>Populatie</b>	<b>B1.5</b> Soort Populatie				<b>B5.3</b> Genetische variatie Natuurlijke selectie Soortvorming
<b>Ecosysteem</b>	<b>B1.6</b> Ecosysteem	<b>B2.4</b> Energieestroom Kringloop Dynamiek Evenwicht	<b>B3.4</b> Voedselrelaties		
<b>Biosfeer</b>	<b>B1.7</b> Biosfeer	<b>B2.5</b> Duurzame ontwikkeling			<b>B5.4</b> Biodiversiteit

Tabel 1. Conceptentabel

### 1.5 De mindmap biologie

De syllabus dient een nadere specificatie van de globale eindtermen uit het examenprogramma te geven, maar deze specificatie mag niet leiden tot een overdaad aan te behandelen en te toetsen (deel)concepten. De syllabus bevat in de specificaties daarom slechts die deelconcepten die in elk geval door de leerlingen beheerst moeten worden. Om docenten, methodeschrijvers en toetsontwikkelaars een indruk te geven van wat er onder de deelconcepten verstaan wordt, heeft de SLO in samenwerking met CVBO en NIBI een mindmap ontwikkeld<sup>3</sup>. Dit is een digitaal instrument waarmee op detailniveau uitgewerkt wordt welke inhoud onder een concept gerekend wordt. De SLO beheert deze mindmap en zorgt dat regelmatig controle en vernieuwing plaatsvindt op basis van nieuwe inzichten in de biologie. In de handreiking van de SLO staat aangegeven op welke wijze de mindmap gebruikt kan worden.

<sup>3</sup> Zie [www.slo.nl](http://www.slo.nl) Mindmap biologie

## 1.6 Toelichting bij aanpak van de specificatie van het examenprogramma

*Opbouw van het examenprogramma havo en vwo*

Het examenprogramma is opgebouwd uit een A-deel 'Vaardigheden' en een B-deel 'Concepten en contexten'.

Het A-deel bevat de (deels vakoverstijgende) vaardigheden en is opgedeeld in drie domeinen.

- A1: Algemene vaardigheden
- A2: Wiskundige en natuurwetenschappelijke vaardigheden
- A3: Biologische vakvaardigheden

Elk A-domein omvat een aantal subdomeinen, gebaseerd op een indeling van de desbetreffende vaardigheden, met in één volzin de globale eindterm

Het B-deel bevat de domeinen B1 tot en met B5, die overeenkomen met de vijf systeemconcepten:

- domein B1: Biologische eenheid
- domein B2: Regulatie en zelforganisatie
- domein B3: Interactie
- domein B4: Reproductie
- domein B5: Evolutie

Elk B-domein omvat een aantal subdomeinen, gebaseerd op de verschillende organisatieniveaus, met in één volzin de globale eindterm. In de globale eindterm worden een of meer concepten genoemd.

Een voorbeeld:

B5.1 De kandidaat kan het systeemconcept evolutie gebruiken op moleculair niveau met behulp van de concepten mutatie en recombinatie

*Specificatie bij de (globale) eindtermen van het examenprogramma*

Per concept is er een gespecificeerde eindterm die als volgt is opgebouwd

'De kandidaat kan in contexten:' gevolgd door ongeveer 2-8 items.

Een voorbeeld:

B5.1 De kandidaat kan het systeemconcept evolutie gebruiken op moleculair niveau met behulp van de concepten mutatie en recombinatie

### B5.1.1. HAVO Mutatie

De kandidaat kan in een context:

1. beschrijven wat mutatie is en toelichten waardoor mutatie veroorzaakt wordt
2. toelichten dat ten gevolge van mutatie de structuur van een eiwit kan veranderen en dat dit gevolgen heeft voor het functioneren van het desbetreffende eiwit en daarmee van het organisme

Deelconcepten die zonder meer tot de examenstof horen, zijn daar waar het nodig was om verder te concretiseren, toegevoegd in de items. Voorbeelden: ATP, enzymen.

Naast de gespecificeerde eindtermen per subdomein is er per domein een overkoepelende gespecificeerde eindterm met een aantal items. Deze overkoepelende gespecificeerde eindterm is een vertaling vanuit de beschrijving van het systeemconcept, gaat dwars door alle organisatieniveaus heen en is gericht op het systeemdenken door leerlingen.

## 1.7 Beheersingsniveaus en de specificaties

In het examenprogramma staat in elke eindterm dat een kandidaat het concept moet gebruiken in een context. Het woord 'gebruiken' heeft in de specificaties bij de eindtermen een vertaalslag gekregen. In de specificaties komen woorden voor als herkennen, verklaren, toepassen, verbanden leggen, enzovoorts. Deze woorden verwijzen naar een beheersingsniveau waarbij sprake is van hoge beheersingsniveaus waarbij nog al wat van de kandidaat gevraagd wordt en van lage beheersingsniveaus waar bij niet zo veel van de kandidaat gevraagd wordt.

Van laag naar hoog:

noemen → beschrijven → vergelijken → interpreteren → verklaren → evalueren → hypothesen formuleren → verdedigen

De woorden worden ook wel handelingswerkwoorden genoemd. Ze sluiten aan bij een bepaald beheersingsniveau. In een revisie van Bloom's taxonomie (Mayer 2002)<sup>4</sup> zijn vijf beheersingsniveaus te onderscheiden:

- Memoriseren
- Begrijpen
- Analyseren

<sup>4</sup> Based on Pohl, 2000, Learning to Think, Thinking to Learn, p. 8

- Evalueren
- Creëren

In de tabel in bijlage 2 zijn die beheersingsniveaus in de linkerkolom vermeld. Voor elk beheersingsniveau is in de tweede kolom aangegeven wat de leerling zou moeten kunnen. De leerling moet laten zien wat hij kan. Daarvoor moet het gedrag dat van de leerling verwacht wordt omschreven worden. Bijvoorbeeld bij 'memoriseren' gaat het erom dat een leerling moet herkennen, beschrijven enz. In opgaven kan dat gedrag nog specifiek benoemd worden, dan kan gevraagd worden 'zoek op', 'noem op'. In de derde kolom en vierde kolom staan handelingswerkwoorden genoemd waarmee het verwachte gedrag van de leerling omschreven wordt.

Toelichting bij de tabel in bijlage 2:

Elk beheersingsniveau omvat het onderliggende beheersingsniveau. Dit houdt niet in dat de moeilijkheidsgraad van de toetsopgaven toeneemt naarmate het beheersingsniveau op een hogere trede ligt. Immers de combinatie van de complexiteit van de materie in combinatie met het gewenste beheersingsniveau bepaalt de moeilijkheidsgraad van een toetsopgave. Een voorbeeld om dit toe te lichten: inzicht tonen in complexe materie als epigenetica vraagt meer van een kandidaat dan het formuleren van een probleemstelling bij eenvoudiger materie als een ethogram. Ook maakt het veel uit of het om een concreet iets gaat (een dier) om een structuur(cel), of om een proces (evolutie).

### 1.8 Raadplegingen

De pilotscholen maken gebruik van de werkversie van de syllabus. Zij hebben daarom in juni 2007 conceptspecificaties van de eindtermen bekeken en van commentaar voorzien. Als eerste gebruikers van de complete werkversie hebben zij daarop in de loop van 2008 en 2009 ook feedback kunnen geven. Dit heeft geleid tot de herziening waarvan deze tweede werkversie het resultaat is. Daarnaast is het belangrijk dat het werkveld kennis neemt van de vernieuwde examenprogramma's en de uitwerkingen daarvan in syllabus en handreiking. In oktober 2007 presenteerde de syllabuscommissie de werkversie op de conferentie *BioScience Showtime*. Sindsdien is op diverse landelijke bijeenkomsten stilgestaan bij de concept-contextbenadering en de bijbehorende syllabi, handreikingen en examens. De voorlopige resultaten van een evaluatie onderzoek worden gepresenteerd in het najaar van 2009.

### 1.9 Van werkversie naar definitief examenprogramma en syllabus

Het vernieuwde examenprogramma en de bijbehorende syllabus en handreiking worden gebruikt voor de experimentele examens voor havo van 2009 en 2010 en vwo van 2010. Dit betekent dat landelijke invoering niet voor 2010 plaats zal vinden voor de cohorten 4 havo en vwo. De ervaringen met de eerste en de tweede werkversie zullen daarom in 2010 leiden tot een definitieve syllabus op basis van feedback van het werkveld en betrokken wetenschappers in de biologie.

## 2. Examenprogramma

### 2.1 Examenprogramma

Het examenprogramma kent de volgende opbouw:

#### **Vaardigheden**

domein A1: Algemene vaardigheden (bèta breed vastgesteld)

domein A2: Wiskundige, natuurwetenschappelijke en technische vaardigheden (bèta breed vastgesteld)

domein A3: Biologische vakvaardigheden

#### **Concepten en contexten**

domein B1: Biologische eenheid

domein B2: Regulatie en zelforganisatie

domein B3: Interactie

domein B4: Reproductie

domein B5: Evolutie

De in tabel 2 gearceerd aangegeven eindtermen worden in het CE getoetst, in combinatie met de vaardigheden uit de domeinen A1, A2 en A3 die zich lenen voor centrale examinering.

#### **A. Vaardigheden**

##### **Domein A1: Algemene vaardigheden — profieloverstijgend niveau**

###### A1.1 Informatievaardigheden

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

###### A1.2 Communiceren

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

###### A1.3 Reflecteren op leren

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

###### A1.4 Studie en beroep

De kandidaat kan toepassingen en effecten van van vakkennis en vaardigheden in verschillende studie- en beroepssituaties herkennen en benoemen. Daarnaast kan de kandidaat een verband leggen tussen de praktijk van deze studies en beroepen en de eigen kennis, vaardigheden en belangstelling.

##### **Domein A2: Wiskundige, natuurwetenschappelijke en technische vaardigheden — bètaprofielniveau**

###### A2.1 Onderzoeken

De kandidaat kan een vraagstelling in een geselecteerde context analyseren, gebruik makend van relevante begrippen en theorie, vertalen in een vakspecifiek onderzoek, dat onderzoek uitvoeren, en uit de onderzoeksresultaten conclusies trekken.

###### A2.2 Ontwerpen

De kandidaat kan een ontwerp op basis van een gesteld probleem voorbereiden, uitvoeren, testen en evalueren en daarbij relevante begrippen/theorie gebruiken.

###### A2.3 Modelvorming

De leerling kan een realistische contextsituatie analyseren, inperken tot een hanteerbaar probleem, vertalen naar een model, modeluitkomsten genereren en interpreteren en het model toetsen en beoordelen.

###### A2.4 Redeneren

De kandidaat kan met gegevens van wiskundige en natuurwetenschappelijke aard consistente redeneringen opzetten van zowel inductief als deductief karakter.

#### A2.5 Waarderen en oordelen

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

#### A2.6 Rekenkundige en wiskundige vaardigheden

De kandidaat kan een aantal voor het vak relevante rekenkundige en wiskundige vaardigheden correct en geroutineerd toepassen bij vakspecifieke probleemsituaties.

#### A2.7 Kennisvorming\*

De kandidaat kan weergeven hoe natuurwetenschappelijke kennis ontstaat, welke vragen natuurwetenschappelijke onderzoekers kunnen stellen en hoe ze aan betrouwbare antwoorden komen.

#### A2.8 Toepassing van kennis\*

De kandidaat kan analyseren hoe natuurwetenschappelijke en technische kennis wordt toegepast en kan reflecteren op de wisselwerking tussen natuurwetenschap, techniek en samenleving.

#### A2.9 De invloed van natuurwetenschap en techniek\*

De kandidaat kan oordelen over de betrouwbaarheid van toegepaste natuurwetenschappelijke kennis en een eigen mening over maatschappelijk-natuurwetenschappelijke vraagstukken vormen.

*\*) de eindtermen A2.7 t/m A2.9 gelden alleen voor de vakken biologie, natuurkunde en scheikunde*

### **Domein A3: Biologische vakvaardigheden**

#### A3.1 Beleven en waarderen

De kandidaat kan gevoelens en betekenissen expliciteren die worden opgeroepen door het omgaan met biologische eenheden en aandacht schenken aan de gevoelens en betekenissen die anderen daarbij expliciteren.

#### A3.2 Kiezen

De kandidaat kan een keuze maken of een standpunt bepalen ten aanzien van met biologische kennis verworven mogelijkheden op basis van afweging van de mogelijkheden en daarmee samenhangende maatschappelijke en ethische consequenties.

#### A3.3 Technisch-instrumentele vaardigheden

De kandidaat kan op een verantwoorde manier omgaan met voor het vak relevante instrumenten, apparaten en ICT-toepassingen.

#### A3.4 Vaktaal, conventies en notaties

De kandidaat kan de correcte vakspecifieke taal en terminologie interpreteren en produceren, inclusief de daarbij inbegrepen formuletaal, conventies en notaties.

#### A3.5 Vakspecifiek gebruik van de computer

De kandidaat kan de computer gebruiken bij modelleren en visualiseren van verschijnselen en processen, en voor het verwerken van gegevens.

#### A3.6 Risico inventarisatie en veilig werken

De kandidaat kan een risico inventarisatie opstellen, experimenten veilig uitvoeren en de risico-inventarisatie evalueren.

#### A3.7 Vakspecifieke activiteiten

De kandidaat kan de in biologische praktijken voorkomende activiteiten: beheren, behandelen, verzorgen, consumeren en produceren, onderkennen en daarbij opvattingen en criteria inventariseren, vergelijken en becommentariëren

#### A3.8 Vorm-functie denken

De kandidaat kan redeneringen hanteren waarbij vanuit een gegeven vorm van een biologische eenheid naar een bijbehorende functie wordt gezocht, en andersom.

### A3.9 Ecologisch denken

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

### A3.10 Evolutionair denken

De kandidaat kan redeneringen hanteren waarbij uiteen wordt gezet wat het adaptieve voordeel is van veranderingen die zich in de loop van de tijd hebben voorgedaan.

### A3.11 Systeemdenken

De kandidaat kan 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.

## **B: Concepten en contexten**

### **Toelichting**

*(1) De kandidaat kan de concepten die hieronder zijn aangegeven gebruiken in leefwereldcontexten en in beroepscontexten. Alle beroepscontexten zijn relevant waarvoor een hogere beroeps opleiding is vereist.*

*(2) Op het examen wordt getoetst of leerlingen concepten in één van de typen contexten die zijn aangegeven kunnen gebruiken.*

*Met 'gebruiken' wordt in onderstaande eindtermen bedoeld dat de kandidaat:*

- o een beschrijving kan volgen van de wijze waarop het concept bij uitvoering van een of meer activiteiten in een context wordt gehanteerd en aan een discussie daarover kan deelnemen*
- o kan uitzoeken hoe het concept bij uitvoering van een of meer activiteiten in een context wordt uitgewerkt of gehanteerd en daarover kan rapporteren*
- o een standpunt kan bepalen ten aanzien van de normatieve kwesties die een rol spelen bij de wijze waarop het concept bij uitvoering van een of meer activiteiten wordt gehanteerd*
- o het concept bij uitvoering van activiteiten kan hanteren en criteria kan formuleren waaraan daarbij moet worden voldaan (alleen in sommige leefwereldcontexten).*

## **Domein B1: Biologische eenheid**

- B1.1 De kandidaat kan het systeemconcept biologische eenheid gebruiken op moleculair niveau met behulp van het concept DNA.
- B1.2 De kandidaat kan het systeemconcept biologische eenheid gebruiken op cellulair niveau met behulp van het concept cel.
- B1.3 De kandidaat kan het systeemconcept biologische eenheid gebruiken op orgaansysteem niveau met behulp van het concept orgaan.
- B1.4 De kandidaat kan het systeemconcept biologische eenheid gebruiken op organisme niveau met behulp van de concepten prokaryoot, eukaryoot en virus.
- B1.5 De kandidaat kan het systeemconcept biologische eenheid gebruiken op populatie niveau met behulp van de concepten soort en populatie.
- B1.6 De kandidaat kan het systeemconcept biologische eenheid gebruiken op ecosysteem niveau met behulp van het concept ecosysteem
- B1.7 De kandidaat kan het systeemconcept biologische eenheid gebruiken op biosfeer niveau met behulp van het concept biosfeer.

## **Domein B2: Zelfregulatie en zelforganisatie**

- B2.1 De kandidaat kan het systeemconcept zelfregulatie en zelforganisatie gebruiken op cellulair niveau met behulp van de concepten transport, metabolisme, en celdifferentiatie.

- B2.2 De kandidaat kan het systeemconcept zelfregulatie en zelforganisatie gebruiken op orgaansysteem niveau met behulp van de concepten instandhouding/groei, ademhaling, spijsvertering, uitscheiding, transport, afweer en bewegen.
- B2.3 De kandidaat kan het systeemconcept zelfregulatie en zelforganisatie gebruiken op organisme niveau met behulp van de concepten homeostase, fotosynthese, voeding, gezondheid en levenscyclus.
- B2.4 De kandidaat kan het systeemconcept zelfregulatie en zelforganisatie gebruiken op ecosysteem niveau met behulp van de concepten energiestroom, kringloop, dynamiek en evenwicht.
- B2.5 De kandidaat kan het systeemconcept zelfregulatie en zelforganisatie gebruiken op biosfeer niveau met behulp van het concept duurzame ontwikkeling.

### **Domein B3: Interactie**

- B3.1 De kandidaat kan het systeemconcept interactie gebruiken op molecuul niveau met behulp van het concept genexpressie
- B3.2 De kandidaat kan het systeemconcept interactie gebruiken op orgaansysteem niveau met behulp van de concepten zintuig, zenuwstelsel en hormoonhuishouding.
- B3.3 De kandidaat kan het systeemconcept interactie gebruiken op organisme niveau met behulp van de concepten interactie met (a-)biotische factoren en gedrag.
- B3.4 De kandidaat kan het systeemconcept interactie gebruiken op ecosysteem niveau met behulp van het concept voedselrelaties.

### **Domein B4: Reproductie**

- B4.1 De kandidaat kan het systeemconcept reproductie gebruiken op molecuul niveau met behulp van het concept DNA-replicatie.
- B4.2 De kandidaat kan het systeemconcept reproductie gebruiken op cellulair niveau met behulp van het concept celcyclus.
- B4.3 De kandidaat kan het systeemconcept reproductie gebruiken op organisme niveau met behulp van de concepten voortplanting en erfelijkheid.

### **Domein B5: Evolutie**

- B5.1 De kandidaat kan het systeemconcept evolutie gebruiken op moleculair niveau met behulp van de concepten mutatie en recombinatie.
- B5.2 De kandidaat kan het systeemconcept evolutie gebruiken op organisme niveau met behulp van het concept fossiel.
- B5.3 De kandidaat kan het systeemconcept evolutie gebruiken op populatie niveau met behulp van de concepten genetische variatie, natuurlijke selectie en soortvorming.
- B5.4 De kandidaat kan het systeemconcept evolutie gebruiken op biosfeer niveau met behulp van het concept biodiversiteit.

## 2.2 Verdeling CE-SE en examenvorm

Van de te toetsen concepten van de B-domeinen is door de CVBO ongeveer 60% toegewezen aan het centraal examen. Dit betekent dat concepten, die in het SE aan de orde zijn geweest maar niet zijn toegewezen aan het CE-deel, wel gebruikt maar niet getoetst kunnen worden in het CE.

	Biologische eenheid	Zelfregulatie/ zelforganisatie	Interactie	Reproductie	Evolutie
<b>Molecuul</b>	<b>B1.1</b> DNA		<b>B3.1</b> Genexpressie	<b>B4.1</b> DNA-replicatie	<b>B5.1</b> Mutatie Recombinatie
<b>Cel</b>	<b>B1.2</b> Cel	<b>B2.1</b> Transport Metabolisme Celdifferentiatie		<b>B4.2</b> Celcyclus	
<b>Orgaan systeem</b>	<b>B1.3</b> Orgaan	<b>B2.2</b> Instandhouding/ groei  Ademhaling Spijsvertering Uitscheiding Transport Afweer Bewegen	<b>B3.2</b> Zintuigen Zenuwstelsel Hormoonhuishouding		
<b>Organisme</b>	<b>B1.4</b> Prokaryoot Eukaryoot Virus	<b>B2.3</b> Homeostase Fotosynthese  Voeding Levenscyclus Gezondheid	<b>B3.3</b> Interactie met (a)biotische factoren  Gedrag	<b>B4.3</b> Voortplanting  Erfelijkheid	<b>B5.2</b> Fossiel
<b>Populatie</b>	<b>B1.5</b> Soort Populatie				<b>B5.3</b> Genetische variatie Natuurlijke selectie Soortvorming
<b>Ecosysteem</b>	<b>B1.6</b> Ecosysteem	<b>B2.4</b> Energieestroom Kringloop Dynamiek Evenwicht	<b>B3.4</b> Voedselrelaties		
<b>Biosfeer</b>	<b>B1.7</b> Biosfeer	<b>B2.5</b> Duurzame ontwikkeling			<b>B5.4</b> Biodiversiteit

Tabel 2. Conceptentabel HAVO. De gearceerde eindtermen worden getoetst in het CE, de overige in het SE.

Het centraal examen biologie is een schriftelijke toets. Dit geldt ook voor de eerste examens bij het experimentele biologieprogramma. Vanwege de normering zal een deel van het pilotexamen overlappen met het reguliere CE.

### 3. Specificatie van de domeinen die zijn toegewezen aan het CE.

#### Domein B1. Biologische eenheid

In SE getoetst

#### Domein B2: Zelfregulatie en zelforganisatie

Omschrijving:

Biologische eenheden, van klein (cellen) tot groot (ecosystemen) handhaven zich door het opnemen van stoffen cq energie uit hun omgeving, door het herstellen van opgelopen schade, door zich te verdedigen tegen belagers en tegen schadelijke stoffen, door het vertonen van adequaat gedrag en door het aanpassen aan of het veranderen van de omgeving. Onderdelen van een biologische eenheid kunnen gespecialiseerd zijn voor een bepaalde functie. Deze specialisatie wordt aangetroffen op alle organisatieniveaus.

Biologische eenheden vermenigvuldigen en ontwikkelen zich door replicatie, door deling, door toename van onderdelen van de biologische eenheid en door specialisatie.

Door zelforganisatie kunnen nieuwe structuren (biologische eenheden) van een hogere orde ontstaan die beschikken over emergente eigenschappen: het geheel is meer dan de som van de delen.

B2 De kandidaat kan in een context:

- uitleggen dat biologische eenheden van cellulair niveau tot aan het niveau van de biosfeer, zichzelf reguleren en organiseren, om zichzelf in stand te houden en te ontwikkelen;
- herkennen dat biologische eenheden nieuwe, emergente eigenschappen hebben vergeleken met de biologische eenheden van een niveau lager;
- beschrijven hoe de steeds veranderende onderlinge relaties binnen en tussen biologische eenheden gereguleerd worden;
- uitleggen dat er opname, verwerking en afgifte van energie en materie is, en daarbij de relaties binnen en tussen biologische eenheden beschrijven.

B2.1 De kandidaat kan de systeemconcepten zelfregulatie en zelforganisatie gebruiken op cellulair niveau met behulp van de concepten transport, metabolisme en celdifferentiatie.

##### B2.1.1 Transport

De kandidaat kan in een context:

1. uitleggen dat bepaalde stoffen door passief transport en andere door actief transport membranen kunnen passeren
2. een relatie leggen tussen de osmotische waarde binnen en buiten een cel en de invloed daarvan op de stevigheid

##### B2.1.2 Metabolisme

De kandidaat kan in een context:

1. gebruik maken van de reactieschema's van assimilatie- en dissimilatieprocessen
2. beschrijven waar in een cel assimilatie en dissimilatie plaatsvindt en voorwaarden voor deze processen noemen
3. beschrijven waar en op welke wijze enzymen reacties katalyseren, en hoe temperatuur en pH die processen beïnvloeden.
4. beschrijven hoe door de mens in de biotechnologie gebruik gemaakt wordt van het metabolisme van micro-organismen

##### B2.1.3 Celdifferentiatie

De kandidaat kan in een context:

1. uitleggen dat door differentiatie cellen ontstaan die een verschillende vorm en functie hebben

B.2.2 De kandidaat kan het systeemconcept zelfregulatie en zelforganisatie gebruiken op orgaanstelselniveau met behulp van de concepten instandhouding/groei, ademhaling, spijsvertering, uitscheiding, transport, afweer en bewegen.

##### B2.2.1 Instandhouding en groei

In SE getoetst

### B2.2.2 Ademhaling

De kandidaat kan in een context:

1. de bouw, werking en functie van de gaswisselingsorganen van de mens beschrijven
2. de relatie tussen de bouw van de gaswisselingsorganen en hun functie beschrijven en de relatie tussen de bouw en werking toelichten
3. toelichten op welke wijze longventilatie tot stand komt en hoe dit geregeld wordt
4. beschrijven hoe opname, transport en afgifte van CO<sub>2</sub> en O<sub>2</sub> plaatsvindt en wat de rol van hemoglobine daarbij is

### B2.2.3 Spijsvertering

De kandidaat kan in een context:

1. de bouw, werking en functie van verteringsorganen van de mens beschrijven
2. de relatie tussen de bouw van verteringsorganen en hun functie beschrijven en de relatie tussen de bouw en werking toelichten
3. beschrijven waar en op welke wijze voedingsstoffen verteerd worden en welke voorwaarden daarop van invloed zijn

### B2.2.4 Uitscheiding

De kandidaat kan in een context:

1. de bouw, werking en functie van uitscheidingsorganen van de mens beschrijven
2. de relatie tussen de bouw van uitscheidingsorganen en hun functie beschrijven en de relatie tussen de bouw en werking toelichten

### B2.2.5 Transport

De kandidaat kan in een context:

1. de bouw, werking en functie van de bloedsomloop met hart en bloedvaten van de mens beschrijven
2. de relatie tussen de bouw van hart en bloedvaten en hun functie beschrijven en de relatie tussen de bouw en werking toelichten
3. de functie van bestanddelen van bloed, weefselvloeistof en lymfe beschrijven en plaats(en) van vorming benoemen
4. het verband beschrijven tussen bloedvatenstelsel en lymfevatenstelsel
5. de relatie tussen het transport in planten en fotosynthese, dissimilatie en opslag van stoffen beschrijven

### B2.2.6 Afweer

De kandidaat kan in een context:

1. de bouw, werking en functie van bij afweer betrokken organen van de mens beschrijven
2. de functie en werking van bij afweer betrokken cellen en organen, en de relatie tot elkaar toelichten
3. verschillen tussen specifieke en niet-specifieke afweer als reactie op lichaamsvreemde en lichaamseigen stoffen en cellen noemen

### B2.2.7 Beweging

De kandidaat kan in een context:

1. de bouw, werking en functie van bij de beweging betrokken organen van de mens beschrijven
2. de relatie tussen de bouw van bij de beweging betrokken organen en hun functie beschrijven en de relatie tussen de bouw en werking toelichten

B2.3 De kandidaat kan het systeemconcept zelfregulatie en zelforganisatie gebruiken op organisme niveau met behulp van de concepten homeostase, fotosynthese, voeding, levenscyclus, gezondheid.

<b>B2.3.1 Homeostase</b>
De kandidaat kan in een context: 1. het belang van de longen, lever, nieren en huid voor de homeostase bij de mens beschrijven. 2. de principes van een regelkring toepassen: registratie, vergelijking met interne norm, reactie, handhaven van een dynamisch evenwicht 3. de complexiteit van de regeling van lichaamsprocessen herkennen en de relatie met emoties en de gezondheidstoestand beschrijven 4. toelichten dat het organisme zich kan handhaven door de gecoördineerde activiteiten van cellen, weefsels, organen en orgaanstelsels
<b>B2.3.2 Fotosynthese</b>
De kandidaat kan in een context: 1. uitleggen dat bij de fotosynthese energie afkomstig van licht wordt vastgelegd in organische stoffen 2. het belang van fotosynthese voor de (voortgezette) assimilatie en dissimilatie van het organisme uitleggen
<b>B2.3.3 Voeding</b>
In SE getoetst
<b>B2.3.4 Levenscyclus</b>
In SE getoetst
<b>B2.3.5 Gezondheid</b>
In SE getoetst

B2.4 De kandidaat kan het systeemconcept zelfregulatie en zelforganisatie gebruiken op ecosysteemniveau met behulp van de concepten energiestroom, kringloop, dynamiek en evenwicht.

<b>B2.4.1 Energiestroom</b>
De kandidaat kan in een context: 1. energiestromen in een ecosysteem beschrijven, aanwijzen welke factoren daarop van invloed zijn en oorzaken en gevolgen van verstoring toelichten 2. de accumulatie van toxische stoffen in een voedselketen uitleggen
<b>B2.4.2 Kringloop</b>
De kandidaat kan in een context: 1. kringlopen van elementen in een ecosysteem beschrijven, noemen welke factoren daarop van invloed zijn en oorzaken en gevolgen van verstoring toelichten 2. de rol uitleggen van producenten, consumenten en reducers in de kringloop van koolstof en die van stikstof
<b>B2.4.3 Dynamiek</b>
De kandidaat kan in een context: 1. opeenvolgende veranderingen in een ecosysteem beschrijven en verklaren 2. uitleggen welke rol concurrentie binnen en tussen populaties speelt bij de dynamiek (instandhouding en ontwikkeling) van een ecosysteem 3. uitleggen welke rol fysische factoren spelen bij de dynamiek van een ecosysteem

#### B2.4.4 Evenwicht

De kandidaat kan in een context:

1. toelichten dat een ecosysteem in verschillende evenwichtssituaties kan verkeren en beschrijven hoe daarbij de overgangen tot stand komen
2. de onderlinge wisselwerking van abiotische en biotische factoren in een ecosysteem beschrijven en toelichten

B2.5 De kandidaat kan het systeemconcept zelfregulatie en zelforganisatie gebruiken op biosfeer niveau met behulp van het concept duurzame ontwikkeling.

In SE getoetst

### Domein B3: Interactie

Omschrijving:

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.

B3 De kandidaat kan in een context

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

B3.1 De kandidaat kan het systeemconcept interactie gebruiken op molecuulniveau met behulp van het concept genexpressie.

#### B3.1.1 Genexpressie

De kandidaat kan in een context:

1. het proces van genexpressie tot en met eiwitsynthese in stappen weergeven
2. verklaren dat genen afhankelijk van de omstandigheden tot expressie komen
3. herkennen dat bij genexpressie relaties tussen verschillende organisatieniveaus aan de orde kunnen zijn
4. herkennen dat genexpressie van genen in het fenotype tot uiting komt

B3.2 De kandidaat kan het systeemconcept interactie gebruiken op orgaansysteem niveau met behulp van de concepten zintuig, zenuwstelsel en hormoonhuishouding.

#### B3.2.1 Zintuig

De kandidaat kan in een context:

1. de werking van een zintuig in het algemeen beschrijven en toelichten wat daarbij de rol van de hersencentra is
2. de principes van een regelkring toepassen bij de werking van het zintuigstelsel
3. de bouw en werking van het oog beschrijven
4. een verband leggen tussen het gebruik van de zintuigen en het functioneren van een organisme
5. de relatie van het zintuigstelsel met het spier-, zenuw- en hormoonstelsel herkennen

<b>B3.2.2 Zenuwstelsel</b>
De kandidaat kan in een context: <ol style="list-style-type: none"> <li>1. verbanden herkennen tussen de bouw van het zenuwstelsel en de werking van het zenuwstelsel met betrekking tot signaalverwerking</li> <li>2. de principes van een regelkring toepassen bij de werking van het zenuwstelsel</li> <li>3. een verband leggen tussen het functioneren van een organisme en de werking van het zenuwstelsel</li> </ol>

<b>B3.2.3 Hormoonhuishouding</b>
De kandidaat kan in een context: <ol style="list-style-type: none"> <li>1. de principes van een regelkring toepassen bij de werking van het hormoonstelsel</li> <li>2. de werking van specifieke hormonen en hun hormoonklieren noemen en de reacties van de doelorganen afleiden</li> <li>3. een verband leggen tussen het functioneren van een organisme (mens, dier, plant) en hormonen</li> </ol>

B3.3 De kandidaat kan het systeemconcept interactie gebruiken op organisme niveau met behulp van de concepten interactie met (a-) biotische factoren en gedrag.

<b>B3.3.1 (a-) biotische factoren</b>
De kandidaat kan in een context: <ol style="list-style-type: none"> <li>1. voedselrelaties tussen organismen onderscheiden</li> <li>2. beschrijven dat biotische en abiotische factoren van invloed zijn op het gedrag en het functioneren van organismen</li> </ol>

<b>B3.3.2 Gedrag</b>
In SE getoetst

B3.4 De kandidaat kan het systeemconcept interactie gebruiken op ecosysteem niveau met behulp van het concept voedselrelaties.

<b>B3.4.1 voedselrelaties</b>
De kandidaat kan in een context: <ol style="list-style-type: none"> <li>1. relaties in een voedselketen benoemen</li> <li>2. in een voedselweb meerdere voedselketens onderscheiden</li> </ol>

## **Domein B4. Reproductie**

Omschrijving:

Biologische eenheden repliceren zich. Daarbij ontstaat een eenheid die op dezelfde wijze georganiseerd is als de oorspronkelijke eenheid. DNA kan repliceren. Een cel kan zich repliceren. Meercellige organismen kunnen via voortplanting (geslachtelijk of ongeslachtelijk) nieuwe biologische eenheden voortbrengen. Populaties kunnen zich opdelen, bijvoorbeeld als geografische barrières ontstaan.

B4 De kandidaat kan in een context:

- verbanden leggen tussen replicatie die plaats vindt op de verschillende organisatieniveaus;
- bediscussiëren dat fouten of ingrepen die plaatsvinden bij replicatie op het moleculaire; niveau dan wel celniveau, gevolgen kunnen hebben voor het functioneren van het organisme;
- discussiëren over de betekenis van seksualiteit, erfelijkheid en voortplanting voor de mens.

B4.1 De kandidaat kan het systeemconcept reproductie gebruiken op molecuul niveau met behulp van het concept DNA-replicatie.

In SE getoetst.

B4.2 De kandidaat kan het systeemconcept reproductie gebruiken op cellulair niveau met behulp van het concept celcyclus.

In SE getoetst.

B4.3 De kandidaat kan het systeemconcept reproductie gebruiken op organisme niveau met behulp van de concepten voortplanting en erfelijkheid.

B4.3.1 Voortplanting
In SE getoetst

<b>B4.3.2 Erfelijkheid</b>
De kandidaat kan in een context:
<ol style="list-style-type: none"><li>1. relaties leggen tussen DNA en genotype, en daarbij de begrippen gen en allel hanteren</li><li>2. relaties leggen tussen genen, eiwitten en fenotype</li><li>3. concluderen in hoeverre een fenotype door genotype dan wel milieufactoren tot stand gekomen is.</li><li>4. verschillen tussen autosomen en geslachtschromosomen benoemen en toelichten dat de geslachtschromosomen betrokken zijn bij de totstandkoming van het geslacht</li><li>5. de kans berekenen op de genotypen en fenotypen van nakomelingen bij monohybride en dihybride kruisingen, voor autosomale en X-chromosomale genen, al dan niet met gebruikmaking van stambomen</li><li>6. gevallen van overerving die anders verlopen dan volgens de wetten van Mendel verwacht wordt, herkennen</li><li>7. waardering geven, onderbouwd met (biologische) argumenten, aan het ingrijpen van de mens in de erfelijkheid van mens, dier en plant om de kwaliteit van nakomelingen te bevorderen</li></ol>

## Domein B5 : Evolutie

Omschrijving:

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

B5 De kandidaat kan in een context

- toelichten hoe diversiteit van leven (volgens de evolutietheorie) ontstaan is;
- toelichten dat het overeenkomstige systeem van erfelijke informatie van organismen opgevat wordt als een natuurwetenschappelijk argument voor een gemeenschappelijke oorsprong en verwantschap van al het leven;
- redeneringen hanteren waarbij de rol van adaptaties in biologische eenheden wordt uiteengezet.
- redeneringen hanteren waarbij vanuit een gegeven vorm van een biologische eenheid naar een bijbehorende functie wordt gezocht en toelichten dat een bepaalde functionaliteit langs verschillende wegen tot stand kan komen;
- nagaan hoe evolutietheorie tot stand gekomen is en discussiëren over de wisselwerking van de evolutietheorie met wetenschap, maatschappij en levensovertuiging.

B5.1 De kandidaat kan het systeemconcept evolutie gebruiken op molecuul niveau met behulp van de concepten mutatie en recombinatie

<b>B5.1.1. Mutatie</b>
De kandidaat kan in een context:
<ol style="list-style-type: none"><li>1. beschrijven wat mutatie is en toelichten waardoor mutatie veroorzaakt wordt</li><li>2. toelichten dat ten gevolge van mutatie de structuur van een eiwit kan veranderen en dat dit gevolgen heeft voor het functioneren van het desbetreffende eiwit en daarmee van het organisme</li></ol>

<b>B5.1.2. Recombinatie</b>
De kandidaat kan in een context:
<ol style="list-style-type: none"><li>1. toelichten dat de unieke combinatie van genen van een individu tot stand komt ten gevolge van recombinatie, hergroepering van chromosomen, tijdens de meiose bij diens ouders</li></ol>

B5.2 De kandidaat kan het systeemconcept evolutie gebruiken op organisme niveau met behulp van het concept fossiel.

**B 5.2.1 Fossiel**

De kandidaat kan in een context:

1. toelichten hoe fossielen ontstaan zijn en hoe ze gevonden worden
2. de relatie toelichten tussen fossielen en thans levende soorten
3. de geologische tijdschaal toepassen
4. beargumenteren dat fossielen worden gehanteerd als een natuurwetenschappelijk argument voor het ontstaan en uitsterven van soorten in de loop van de tijd

B5.3 De kandidaat kan het systeemconcept evolutie gebruiken op populatieniveau met behulp van de concepten genetische variatie, natuurlijke selectie en soortvorming

**B5.3.1 Genetische variatie**

De kandidaat kan in een context:

1. beschrijven wat onder genetische variatie in een populatie wordt verstaan
2. resultaten van DNA-analyse hanteren om de mate van verwantschap tussen organismen te bepalen

**B5.3.2 Natuurlijke selectie**

De kandidaat kan in een context:

1. natuurlijke selectie als het mechanisme van evolutie uitleggen
2. uitleggen hoe seksuele selectie tot stand komt

**B5.3.3 Soortvorming**

De kandidaat kan in een context:

1. omschrijven hoe door middel van natuurlijke selectie nieuwe soorten kunnen ontstaan
2. omschrijven hoe adaptatie van populaties verloopt en een onderscheid maken tussen adaptatie van een populatie en adaptatie van een individu

B5.4 De kandidaat kan het systeemconcept evolutie gebruiken op biosfeer niveau met behulp van het concept biodiversiteit.

In SE getoetst.

## 4. De plaats van biologie in het geheel van de vakken

### 4.1 De plaats van biologie op havo

Biologie is een verplicht profielvak in het profiel 'Natuur en Gezondheid'. Het neemt daar een plaats in naast de verplichte profielvakken wiskunde A (of B) en scheikunde.

In het profiel 'Natuur en Techniek' is biologie een profielkeuzevak dat ter verdieping of verbreding van het profiel gekozen kan worden.

In de profielen 'Economie en Maatschappij' en 'Cultuur en Maatschappij' is biologie een keuze-examenvak. Het is een school toegestaan om het vak biologie (of gedeelten ervan, bijvoorbeeld in de vorm van modules) in het vrije deel aan te bieden.

### 4.2 Urentabel

Voor biologie havo is in de tweede fase 400 sluis beschikbaar. Naast deze 400 sluis zijn voor het profielwerkstuk 80 sluis gereserveerd.

Ongeveer zestig procent de vakspecifieke domeinen (deel B) van het examenprogramma wordt centraal geëxamineerd, ongeveer veertig procent valt buiten het centrale examen en wordt alleen, maar wel verplicht in het schoolexamen getoetst. Daarnaast mogen de CE-stof en andere vakonderdelen ook op het schoolexamen worden getoetst. Domein A (Vaardigheden) wordt in zijn geheel zowel in het SE als in het CE getoetst, waarbij voor het centraal examen geldt dat daarmee wordt bedoeld die subdomeinen die zich voor centrale examinering lenen.

### 4.3 De programma's voor havo en vwo

De programma's van havo en vwo verschillen vooral van elkaar wat betreft de diepgang waarin de concepten in contexten gehanteerd worden, en in de keuze van de contexten.

Zowel in het havo als in het vwo wordt het heen en weer denken tussen de organisatieniveaus bevorderd, maar in het vwo wordt daarbij het moleculaire niveau meer uitgewerkt. In het havo staat het niveau van het organisme meer centraal.

Drie concepten komen alleen bij het vwo voor. Dat zijn in domein B2 *Zelfregulatie en Zelforganisatie* het concept *Celdood*, in domein B3 *Interactie* het concept *Celcommunicatie* en in domein B5 *Evolutie* het concept *Ontstaan van leven*.

Wat de contexten betreft ligt in het havo het accent meer op het beroep en bij het vwo meer op het wetenschappelijk onderzoek. De leefwereldcontexten kunnen voor het havo en voor het vwo verschillend zijn. Zie bijlage I voor een typologie van contexten.

## 5. Vereiste kennis van natuur-en scheikunde

Leerlingen die geen scheikunde en/of natuurkunde in de tweede fase volgen missen bepaalde kennis van natuurkunde- en scheikunde die bekend verondersteld wordt bij het volgen van het biologieprogramma in de tweede fase.

Vereiste kennis:

### *Scheikunde*

- basisbegrippen van de scheikunde zoals: atoom, molecuul, ion, molecuulformule, structuurformule, enkele binding, dubbele binding, verzadigde verbinding, onverzadigde verbinding, katalysator, hydrolyse, pH van een oplossing en reactievergelijking;
- namen en formules van stoffen die in veel biologische processen een belangrijke rol spelen, zoals water, koolstofdioxide, stikstof, ammoniak, nitraat, nitriet, fosfaat,
- de begrippen: eiwitten, aminozuren, vetten, glycerol, vetzuren, koolhydraten: mono-, di- en polysachariden;
- de begrippen: oplossen, concentratie;
- verschillende eenheden voor gehalte zoals: massapercentage, volumepercentage, ppm,  $\text{g L}^{-1}$ ,  $\text{mol L}^{-1}$ ;

### *Natuurkunde*

- massa, gewicht;
- radioactieve isotopen en ioniserende straling, halveringstijd, elektromagnetisch spectrum.

Waar het er toe doet, kan de docent zonodig de leerlingen de benodigde scheikunde- en natuurkunde kennis aanreiken.

De docent dient er rekening mee te houden dat leerlingen die het N&G profiel volgen mogelijk niet het vak natuurkunde volgen en daardoor leemtes in kennis hebben. Voor het biologieonderwijs is daarbij de bovenvermelde kennis expliciet van belang. Waar het ertoe doet kan de docent de nodige natuurkundekennis aanreiken.

### *Bijspijkeren van vereiste kennis*

Leerlingen die de profielen E&M/C&M volgen en biologie in de vrije ruimte kiezen, krijgen geen uitbreiding in de vereiste scheikunde- en natuurkundekennis. De docent houdt in het onderwijs rekening met deze leemtes in kennis door beknopt de natuur- en scheikundige begrippen te plaatsen. Hierbij kan voor scheikunde de module<sup>5</sup> die door de SLO speciaal ontwikkeld is voor leerlingen die biologie buiten de N-profielen volgen, ingezet worden. Leerlingen kunnen, wanneer ze in de gaten hebben dat ze met begrippen te maken krijgen die ze niet helemaal kunnen plaatsen, zelfstandig hun leemtes in die kennis bijspijkeren.

---

<sup>5</sup> Cd-rom chemie voor het leven 2002, zie [www.slo.nl](http://www.slo.nl)

## **Bijlagen**

**I De concept-context benadering; verantwoording van de CVBO**

**II Tabel bij beheersingsniveaus en specificaties (paragraaf 1.7)**

**III Voorbeeldexamenopgaven**

## **Bijlage I De concept-context benadering; verantwoording van de CVBO**

### **I.1. Inleiding**

De biologische wetenschap ontwikkelt zich exponentieel. Biologie is in de maatschappij overal te vinden en biologische kennis stelt de mensheid in staat om verantwoorde keuzes te maken ten aanzien van bijvoorbeeld voeding, gezondheid en duurzaamheid. Het is nodig om opnieuw een keuze te maken voor de inhoud van de biologie die in het onderwijs aan de orde moet komen.

Het biologieprogramma voor havo en vwo is vernieuwd door de Commissie Vernieuwing Biologie Onderwijs, de CVBO, waarbij de conceptcontext benadering een prominente rol speelt.

De CVBO wil dat leerlingen in het biologieonderwijs worden geconfronteerd met actuele biologie en met de samenhang binnen de biologie op een wijze waardoor de leerlingen de relevantie ervan ervaren. Daartoe is een conceptcontext benadering voorgesteld waarin biologische kennis is verbonden met contexten.

Hieronder worden eerst de kenmerken van een (geschikte) context belicht, aangegeven wordt welke type contexten in het biologieonderwijs aan de orde kunnen zijn en hoe een keuze voor een context te maken is. Vervolgens wordt ingegaan op de ordening en de selectie van de concepten, en aangegeven wordt welke plaats de concepten in een context hebben. Belicht wordt hoe de concepten in het examenprogramma een plaats gekregen hebben, vermeld wordt dat in het examenprogramma geen deelconcepten gegeven zijn, maar dat voor een oriëntatie op deelconcepten de docent terecht kan in een mindmap biologie. Tenslotte wordt het gebruik van contexten in de lessituatie en de diepgang in de concepten besproken.

### **I.2. De kenmerken van een context**

Biologische kennis wordt gebruikt in bepaalde contexten.

De CVBO geeft de volgende definitie van een context in het document 'Vernieuwd biologieonderwijs van 4 - 18 jaar': *"Onder een context verstaan we een 'praktijk' (bijvoorbeeld een artspraktijk, een onderzoekspraktijk) waarbinnen een aantal cultuurhistorisch bepaalde activiteiten worden uitgevoerd, die gericht zijn op het realiseren van de doelen die in die context worden nagestreefd. Bij de uitvoering van voor de context kenmerkende activiteiten worden veelal specifieke materialen, gereedschappen, symbolen en kennis gebruikt. Een context heeft eigen spelregels, die bepalen hoe mensen met elkaar omgaan, welke zaken belangrijk zijn en hoe ze moeten worden opgevat. De context bepaalt dan ook in meer of mindere mate de specifieke betekenis die biologische kennis daarin heeft."*

Een voorbeelden om toe te lichten wat hiermee bedoeld wordt. Een vogelaar inventariseert in de context 'natuurbeheer' bepaalde soorten vogels. Bij de activiteit 'waarnemen' maakt de vogelaar gebruik van biologische begrippen (= concepten), zoals het concept 'soort'. Hij maakt ook gebruik van methoden en van instrumenten, zoals een verrekijker.

In het vernieuwde biologieonderwijs worden leerlingen in contact gebracht met contexten. In dat contact leren ze over biologie. Ze leren over de activiteiten die er zijn, over de begrippen, gebruikte methoden en instrumenten.

### **I.3. Typen contexten in het biologieonderwijs**

Voor het biologieonderwijs heeft de CVBO gezocht naar contexten waarin biologische kennis en biologische denk- en werkwijzen worden gebruikt. Er zijn drie typen contexten beschreven:

- leefwereldcontexten;
- beroepscontexten (technologisch en toepassingsgericht);
- wetenschappelijke contexten (fundamenteel en toegepast).

In de conceptcontext benadering worden concepten uit de biologie in relevante contexten aangeboden. De leerling krijgt daardoor zicht op actuele biologie en ziet de maatschappelijke relevantie van de biologie.

Contexten laten daarnaast zien dat biologische concepten samenhangen met elkaar.

De keuze van contexten wordt voor een groot deel aan de school en docent over gelaten, met dien verstande dat in het vwo voornamelijk zou moeten worden gewerkt met wetenschappelijke contexten en beroepscontexten waarvoor een wetenschappelijke opleiding is vereist. In het havo voornamelijk met beroepscontexten. Havo leerlingen gaan immers voor een groot deel naar het hoger beroepsonderwijs en vwo leerlingen naar het wetenschappelijk onderwijs. Daarnaast moet op beide niveaus worden gekozen voor leefwereldcontexten waarin biologische kennis aan de orde is. Denk daarbij aan contexten in verband met voeding, gezondheid en duurzaamheid.

Voorbeelden van contexten die geschikt zijn als contexten voor het biologieonderwijs, zijn: het gezin, de sportclub, het bedrijf, het ziekenhuis, het laboratorium, het instituut voor ecologisch onderzoek.

#### **I.4. Criteria bij het kiezen van contexten**

De CVBO heeft een inventarisatie gemaakt van contexten die zouden kunnen worden gebruikt in het biologieonderwijs. Voor alle te behandelen concepten zijn diverse relevante contexten gevonden. Zie [www.nibi.nl](http://www.nibi.nl) leerlijn biologie van 4-18 jaar.

Bij de keuze contexten is gelet op:

- bekendheid
- nabijheid
- beroepsmogelijkheden voor de leerlingen
- actualiteit
- maatschappelijk debat
- verbinding met andere exacte vakken

Het is bovendien heel goed mogelijk om de leerling zelf contexten te laten aandragen waarin biologische kennis wordt gebruikt.

In de mindmap biologie zijn contextbeschrijvingen met verwijzingen naar lesmateriaal opgenomen. (Zie biologiemandmap op [www.slo.nl](http://www.slo.nl))

#### **I.5. De ordening van de concepten**

De CVBO koos voor een ordening volgens zes organisatieniveaus gerelateerd aan vijf systeemconcepten: 1) biologische eenheid, 2) zelfregulatie/ zelforganisatie, 3) interactie, 4) reproductie, 5) evolutie Elke combinatie levert veel concepten op. Niet alle zijn even relevant voor de biologie van nu en later. De CVBO selecteerde aan de hand van bepaalde uitgangspunten een aantal concepten.

#### **I.6. De selectie van de te behandelen concepten**

De CVBO heeft zich bij de keuze van de concepten voor het biologieprogramma havo/vwo laten leiden door:

- de stand van het huidige biologisch onderzoek zoals neurobiologisch-, biotechnologisch-, gedrags- en evolutieonderzoek,
- het persoonlijk en maatschappelijk perspectief van de leerlingen: gekozen is voor die biologische kennis die iedereen nodig heeft bij het nemen van persoonlijke beslissingen (bijvoorbeeld de keuze van gezond voedsel) of beslissingen in het democratisch proces rond vernieuwde mogelijkheden van de biologie (bijvoorbeeld een inspraakprocedure voor de inrichting van een gebied),
- het gebruik van biologische kennis in de voor de biologie belangrijke handelingspraktijken zoals de praktijk van een ecologisch onderzoeker, de praktijk van een arts of van een plantenveredelaar.

Tijdens de selectie heeft men een eerste verkenning in het veld (wetenschappers, mensen uit de beroepspraktijk, docenten) gedaan en nadrukkelijk gevraagd naar het belang van elk concept voor leerling/docent en maatschappij<sup>6</sup>.

De resultaten van de selectie zijn te zien in de conceptentabel voor bovenbouw havo/vwo. Zie hoofdstuk 1 *conceptentabel*.

#### **I.7. Verantwoording van de selectie van concepten**

De veldverkenning leverde op dat het organismeniveau en het moleculaire niveau evenals de systeemconcepten 'biologische eenheid' en 'zelfregulatie en zelforganisatie' zo volledig mogelijk zouden moeten worden uitgewerkt in het onderwijs. De argumentatie uit het veld bij deze keuze is gebaseerd op het belang van de handelingspraktijken waarin de geschetste concepten worden gebruikt. Denk daarbij vooral aan handelingspraktijken met betrekking tot gezondheid, duurzaamheid en voeding.

Binnen de systeemconcepten 'Interactie' en 'Reproductie' zijn vanuit het persoonlijk en democratisch perspectief de concepten hormoon, gedrag en interactie met (a)-biotische factoren en voortplanting, erfelijkheid opgenomen in de selectie. De wetenschappelijke mogelijkheden in deze concepten stellen immers iedereen op een zeker moment voor bepaalde keuzes. Dat geldt bij prenatale diagnostiek, het beoordelen van diervriendelijkheid, het kiezen voor duurzame producten en voor een bepaalde voeding, beslissingen nemen met betrekking tot het milieu.

---

<sup>6</sup> Zie jaarversalg status quo 2006, op [www.nibi.nl](http://www.nibi.nl)

Binnen het systeemconcept 'evolutie' heeft men zich bij het selecteren van concepten voornamelijk laten leiden door de wetenschappelijke relevantie van de concepten. Op moleculair en op populatieniveau wordt de nadruk gelegd om zo een goed begrip van een van de belangrijkste verbindende ideeën in de biologie duidelijk te krijgen.

De CVBO is van mening dat:

- met de gemaakte keuzes een voldoende samenhangend overzicht wordt gebracht van de biologie,
- door het gebruik van contexten de relevantie van de biologische kennis zal worden ervaren,
- de wetenschappelijke actualiteit in de keuze is vertegenwoordigd,
- de overladenheid wordt voorkomen door een beperking van het aantal concepten en het niet voorschrijven van een hoge detaillering per concept.

Met de keuzes wordt ook tegemoet gekomen aan de wensen van docenten zoals die zijn verwoord tijdens veldverkenningen en congressen. Het spreekt voor zich dat individuele docenten nog graag hun specialiteit zouden willen toevoegen aan het programma. Dat is van belang omdat daarmee het enthousiasme van de docent voor juist die biologie kan worden overgebracht op de leerlingen. Het programma moet een deel vrije ruimte laten voor juist die invullingen en voor verbindingprojecten met het hoger onderwijs. In het PTA kan deze ruimte worden vastgelegd.

### **1.8. Overwegingen bij de keuze van de CE/SE verdeling**

De keuze voor de CE/SE verdeling is gemaakt met de volgende overwegingen:

- In het CE kan samenhang tussen organisatieniveaus worden getoetst
- In het CE wordt een representatieve doorsnede van de hele biologie getoetst, van moleculair niveau t/m ecosysteemniveau (dus inclusief ecologie)
- Het systeemconcept 'Evolutie' is in het CE geplaatst: dat was een eis van OCW en hiermee is de moderne moleculaire genetica in het CE geborgd
- De systeemconcepten 'Interactie' en 'Reproductie' staan in het SE met mogelijkheden voor praktijkinvulling
- De concepten Biosfeer (B1.7) en Duurzame ontwikkeling (B2.5) zijn uit het oogpunt van een gewenste samenhang met andere vakken in het SE geplaatst.

### **1.9 Leeractiviteiten**

De leerling maakt zich concepten eigen binnen een context (leefwereldcontext of beroepscontext of wetenschappelijke context<sup>7</sup>). De leerling voert hiervoor leeractiviteiten uit, die zo mogelijk een bewerking zijn van de activiteiten die plaats vinden in de context. Door het uitvoeren van de leeractiviteit wordt het inzicht in het concept ontwikkeld en de vaardigheid om ermee om te gaan.

### **1.10 Het uiteindelijke leerdoel 'concepten gebruiken in een context'**

De kandidaat kan de concepten die in de conceptentabel zijn aangegeven gebruiken in leefwereldcontexten, in beroepscontexten en/of wetenschappelijke contexten.

Alleen die beroepscontexten zijn relevant waarvoor een bij het onderwijstype passende vervolgopleiding is vereist.

Op het examen wordt getoetst of leerlingen concepten in één van de typen contexten die zijn aangegeven kunnen gebruiken. Met "gebruiken" wordt het volgende bedoeld:

- benoemen welke deelconcepten van een concept aan de orde zijn en welke rol ze spelen;
- herkennen, benoemen en uitleggen van verbanden tussen verschillende (deel)concepten;
- voorspellingen doen met betrekking tot de gevolgen van veranderingen die in de context kunnen optreden;
- kritisch bespreken van gevolgtrekkingen uit waarnemingen;
- een standpunt bepalen of een beslissing nemen en deze met argumenten onderbouwen.
- toepassen van het concept bij uitvoering van activiteiten en criteria formuleren waaraan daarbij moet worden voldaan

Zie ook hoofdstuk 2 *examenprogramma's*. Daar staat een officiële beschrijving van wat onder *gebruiken* verstaan moet worden.

### **1.11 Van conceptentabel naar examenprogramma**

De conceptentabel is door de CVBO vertaald in het examenprogramma, zie onderdeel B van het examenprogramma 'Concepten en contexten'. Daar worden vijf domeinen genoemd. Deze komen overeen met de vijf systeemconcepten.

---

<sup>7</sup> Dit is een indeling gelet op inhoud

Elk domein bevat een aantal subdomeinen gebaseerd op verschillende organisatieniveaus. Elk subdomein bevat een aantal concepten die beschreven worden in globale eindtermen: 2 tot 7 per globale eindterm.

### **I.12 Van conceptentabel naar deelconcepten, de biologie mindmap**

Omdat mede van de gekozen context afhangt hoe breed en diep de leerling leert over een concept, is niet zonder meer aan te geven welke begrippen horend bij dat concept een leerling dient te beheersen.

Voor de docent is het van belang om te weten welke begrippen aansluiten op het concept.

Om de docent tegemoet te komen is in een biologie mindmap op [www.slo.nl](http://www.slo.nl) een ordening te zien van begrippen horend bij de door het CVBO geselecteerde concepten, zogenoemde deelconcepten. De deelconcepten in de mindmap zijn als volgt te benaderen:

- vanuit het systeembegrip;
- vanuit het organisatieniveau;
- vanuit een context.

De deelconcepten zijn niet voorschrijvend, en niet definitief. Docenten die conceptcontext lesmateriaal ontwikkelden, onderzoekers en beroepsbeoefenaren hebben in samenwerking met de CVBO deelconcepten aangeleverd. Zij zullen dat in de toekomst blijven doen.

### **I.13 Het uitwerken van contexten in de lessituatie**

De voor de biologie belangrijke conceptcontext combinaties worden uitgewerkt in lessen. De CVBO is in samenwerking met experimenteerscholen de didactiek aan het ontwikkelen. In de lessen wordt de context gepresenteerd met de bijbehorende biologische concepten. Het is de bedoeling dat leerlingen leren om biologische concepten wendbaar toe te passen, dat wil zeggen in diverse contexten. Er zijn aanleer-, oefen- en toetscontexten. Gelet op die transfer van concepten is het van groot belang om de contexten in lessenseries doordacht te kiezen. Dat geldt voor een lessenserie, maar ook bij het aaneenschakelen van lessenseries moet voor die transfer veel aandacht zijn.

Ook is van belang dat lessen en lessenseries zo aaneengeschakeld worden dat leerlingen de systeemconcepten in samenhang doorgronden, en dat leerlingen gestimuleerd worden om heen en weer te denken tussen de organisatieniveaus.

### **I.14 Transferleren**

De leerling start in een aanleercontext. Daarna wordt in een andere context, de oefencontext, het concept gerecontextualiseerd, dat wil zeggen: het concept wordt uit de ene context gehaald en gebracht in een andere context. De leerling achterhaalt dat de betekenis van een concept niet vastligt. De breedte en de diepte van het leren over concepten hangt af van de gekozen contexten. Ook de toetsing van het kunnen gebruiken van de concepten vindt plaats in een context, de toetscontext. Een voorbeeld: het concept 'afweer' wordt aangeleerd met als uitgangspunt een ziekenhuis waar de MRSA bacterie voorkomt, het toepassen speelt zich af rondom een dilemma met betrekking tot de griepvrij en getoetst wordt aan de hand van een gebeuren in de bloedbank. De aanleer-, oefen- en toetscontexten<sup>8</sup> kunnen licht tot sterk van elkaar verschillen, maar het gaat erom dat de leerling uiteindelijk het concept in allerlei contexten kan gebruiken.

### **I.15 Beknopte beschrijving van een voorbeeld van een lessenserie over het concept 'afweer'**

Aanleercontext: Ziekenhuis weigert slachtoffer van de brand in Volendam vanwege de MRSA.

Andere concepten: eukaryoot, gezondheid, mutatie,

Deelconcepten: bacterie, infectieziekten, verspreiding, antibiotica, resistentie, lymfocyten, fagocyten, bescherming, huid.

Oefencontext: Er is een tekort aan vaccins, welke patiënt heeft het meeste aan de laatste griepvrij?

Andere concepten: virus, mutatie, soort, gezondheid.

Deelconcepten: vaccin, beenmerg, griep, symptomen, transplantatie, verkoudheid, soort, orgaan, longen, bronchiën.

Toetscontext: Waaraan moet donorbloed voldoen en waar wordt het voor gebruikt?

Andere concepten: voortplanting, gezondheid, transport.

Deelconcepten: bloedgroepen, bloedsamenstelling, SOA, AIDS, infectieziekten

### **I.16 De diepgang in het lesmateriaal**

De CVBO wil niet voorschrijvend zijn met betrekking tot de diepgang van de concepten, en laat het aan de deskundigheid van de docent over om die diepgang tot stand te brengen.

---

<sup>8</sup> Dit is een indeling gelet op onderwijskundige functie

Aan de hand van de lessenreeksen 'ecologie' en 'afweer'(zie [www.nibi.nl](http://www.nibi.nl)) is te zien hoe de diepgang aangebracht wordt. Het gaat dan om:

- het verdiepen van het concept en de deelconcepten die binnen de gekozen context aan de orde zijn;
- het leggen van verbanden dwars door organisatieniveaus heen;
- het leggen van verbanden tussen systeemconcepten;
- het bevorderen van de transfer van het (deel)concept.

### **I.17 Verschillen havo/vwo**

Verschillen tussen havo en vwo zijn:

- Bij de keuze van contexten wordt gelet op wat relevant is voor havo of vwo-leerling. Hierdoor kunnen er in het havo andere leefwereldcontexten gekozen worden dan in het vwo. In het havo ligt zoals eerder aangegeven de nadruk meer op beroepscontexten op hbo-niveau en in het vwo op wetenschappelijke contexten en beroepscontexten op wo-niveau;
- De leeractiviteiten zijn gericht op de activiteiten die gedaan worden in de context . Omdat de contexten anders zijn verschillen de leeractiviteiten in het havo van die in het vwo. Zo zijn onderzoeksactiviteiten in het havo meer gericht op standaardprocedures en in het vwo meer op experimenteel onderzoek;

Zowel in het havo en als in het vwo wordt het heen en weer denken tussen de organisatieniveaus bevorderd, maar in het vwo wordt daarbij het moleculaire niveau meer uitgewerkt. In het havo staat het niveau van het organisme meer centraal.

## Bijlage II Tabel bij beheersingsniveaus en specificaties (paragraaf 1.7)

Tabel waarin elk beheersingsniveau met het verwachte gedrag van de leerling omschreven wordt

<i>Beheersingsniveau</i>	<i>De leerling kan</i>	<i>Handelingswerkwoorden gebruikt in syllabus en/of handreiking<sup>9</sup></i>	<i>Alternatieve handelingswerkwoorden, die gebruikt kunnen worden in leerlingenopdrachten en toetsopgaven.</i>
Memoriseren	Zich iets herinneren, vanaf detailfeiten t/m theorieën en structuren. Het gaat om het reproduceren van kennis van feiten.	Herkennen Benoemen Weergeven Beschrijven	Noemen Opnoemen Definiëren Opzoeken Reproduceren
Begrijpen	Informatie die hij/zij krijgt vertalen, bijvoorbeeld formules in woorden weergeven en omgekeerd.  en  Bekende kennis daadwerkelijk gebruiken in nieuwe concrete situaties. Het gaat dan daarbij om het gebruiken van begrippen en regels voor het concreet oplossen van een nieuwe probleemsituatie.	Verklaren Toelichten Omschrijven	Verhelderen Representeren Vertalen Oorzaken noemen Verklaring geven
		Uitleggen	Illustreeren Concretiseren Uiteenzetten Voorbeelden geven <sup>10</sup> Hoofd-bijzaken aangeven
		Ordenen	Categoriseren Classificeren Ergens Onder Brengen Determineren Prioriteren Rangorde aangeven

<sup>9</sup> Voor het SE, beschreven in de handreiking, kunnen andere toetsvormen ingezet worden, vb een klassendiscussie. In het SE worden daardoor handelingswerkwoorden gebruikt die niet in de syllabus gebruikt worden zoals 'onderzoek uitvoeren', 'bediscussiëren', enzovoorts.

<sup>10</sup> 'Voorbeelden geven' wordt als handelingswerkwoord in de specificaties bewust vermeden omdat de vraag altijd in een context gesteld wordt en daardoor so wie so voorbeeldmatig aan de orde is.

		<p>Samenvatten Omschrijven hoe</p>	<p>Abstraheren Generaliseren Resumeren Grote lijnen aangeven Diagram maken Schema maken Tabel maken Grafiek maken Formuleren In een tekening weergeven In eigen woorden weergeven. Verslag doen/maken Uitleggen aan leken</p>
		<p>Afleiden Onderkennen Nagaan hoe</p>	<p>Concluderen Extrapoleren Interpoleren Conclusie trekken Voorstellen</p>
		<p>Vergelijken Onderscheiden Verbanden aangeven Verbanden beschrijven</p> <p>Verschillen (be)noemen Verschillen beschrijven Overeenkomsten noemen Verbanden herkennen Relaties beschrijven</p>	<p>Contrast aangeven Matchen Tegenstrijdigheden aanwijzen</p>
		<p>Onderbouwen Beargumenteren Onderbouwen met argumenten</p>	<p>Oplossing toelichten Conclusie toelichten Argumenten voor en tegen aangeven Redeneren</p>

		Toepassen	Een practicum uitvoeren Methoden gebruiken Onderzoeksgegevens hanteren Model hanteren Gebruik maken van Hanteren Berekenen Regel (formule) toepassen Modelleren Meten
Analyseren	Informatie splitsen in onderdelen, zodat de relaties duidelijk worden. Het gaat om het vermogen om te ontleden, het onderscheiden van oorzaak en gevolg.	Onderscheiden (van belangrijke en onbelangrijke delen uit informatie). Eventueel is er sprake van overvloedige informatie (d.w.z. met niet ter zake doende informatie erbij)  Relaties leggen Relateren Verbanden leggen Relatie/verband toelichten Gegevens uit onderzoek Interpreteren Onderzoeksgegevens hanteren	Selecteren Indelen Bepalen Verschillen toelichten Oorzaken en gevolgen noemen Patronen beschrijven Vraagstuk oplossen
Evalueren	Waardeoordelen geven op grond van interne en externe criteria waarvan hij zich bewust is. Het gaat om het vermogen om oordelen te vellen over de waarde van bepaalde gegevens op grond van criteria, principes en ideeën.	Aantonen (het onderliggend principe bepalen) Voorspellen	Samenhang vinden Integreren Schetsen Structureren Veranderen Verwerken Verklaring bij onderzoek geven

		<p>Criteria noemen</p> <p>Waardering geven (Be)discussiëren Redeneringen hanteren</p>	<p>Coördineren Ontdekken Monitoren Testen Checken Verifiëren Oordelen Bekritisieren</p> <p>De waarde aangeven Kritiek geven Een standpunt bepalen Beargumenteren Verdedigen van standpunt/stelling Reflecteren op eigen gedrag Kiezen en de keuze rechtvaardigen Mening geven</p>
Creëren	<p>Elementen (onderdelen) samenvoegen tot een nieuwe structuur of een nieuw plan.</p> <p>Het gaat om het vermogen verbanden te leggen tussen begrippen, principes, concepten en theorieën. Bijvoorbeeld het formuleren van een probleemstelling.</p>	<p>Hypothese opstellen (Eigen) onderzoek uitvoeren</p>	<p>Genereren Plannen Product maken Probleem stellen Ontwerpen Construeren Bouwen Produceren Essay schrijven Scheppen Uitvinden Metafoor bedenken Componeren Scenario's opstellen</p> <p>Besluit nemen Wisselen van perspectief Eigen gedrag aanpassen aan nieuwe inzichten</p>

### **Bijlage III Voorbeeldexamenopgaven**

Voorbeelden van examenopgaven zijn te vinden op de site van CEVO [www.cevo.nl](http://www.cevo.nl). Daar zijn de eerste examens volgens het experimentele biologieprogramma te zien die zijn afgenomen in 2009, 2010 en 2011 volgens de eerste Werkversie van deze syllabus.