



# **Conceptexamenprogramma biologie vwo**



# Conceptexamen- programma

Biologie

Vwo

Maart 2025

**slo**



een doordacht curriculum  
dat doen we *samen*

## Verantwoording



### 2025 SLO, Amersfoort

Mits de bron wordt vermeld, is het toegestaan zonder voorafgaande toestemming van de uitgever deze uitgave geheel of gedeeltelijk te kopiëren en/of verspreiden en om afgeleid materiaal te maken dat op deze uitgave is gebaseerd.

### Auteur

SLO

### Informatie

SLO

Postbus 502, 3800 AM Amersfoort

Telefoon (033) 4840 840

Internet: [www.slo.nl](http://www.slo.nl)

E-mail: [info@slo.nl](mailto:info@slo.nl)

**AN 9.8055.070**

# Inhoudsopgave

<b>1. Inleiding</b>	<b>5</b>
Leeswijzer	5
Meer informatie	5
<b>2. Karakteristiek biologie</b>	<b>6</b>
Kenmerken van natuurwetenschappen en technologie	6
Natuurwetenschappen en technologie in de schoolvakken	6
Kenmerken van het vak biologie	7
Biologie als schoolvak	7
Biologie in de schoolsoorten	8
Vmbo-bb	8
Vmbo-kb	8
Vmbo-gl/tl	9
Havo	9
Vwo	9
<b>3. Raamwerk met domeinen en subdomeinen</b>	<b>10</b>
<b>4. Eindtermen</b>	<b>11</b>
Domein A Aard van de natuurwetenschappen en technologie	11
Domein B Concepten	13
Subdomein B1 Biodiversiteit en verbondenheid van leven – SE-CE	13
Subdomein B2 Biodiversiteit en verbondenheid van leven – SE	14
Subdomein B3 Cellen en meercellige organismen – CE	15
Subdomein B4 Cellen en meercellige organismen – SE	17
Subdomein B5 Erfelijkheid en voortbestaan van leven – SE	18
Subdomein B6 Erfelijkheid en voortbestaan van leven – CE	19
Subdomein B7 Reageren op veranderingen – SE-CE	21
Subdomein B8 Reageren op veranderingen – SE	21
Subdomein B9 Reageren op veranderingen – CE	22
Domein C Denkwijzen	23

Domein D Vraagstukken	28
Subdomein D1 Vraagstukken	28
Subdomein D2 Contexten	30
Domein E Werkwijzen	31
Subdomein E1 Werkwijzen – SE	31
Subdomein E2 Werkwijzen – SE-CE	34
Domein F Zelfontwikkeling	37
<b>Bijlage – Begrippenlijst biologie</b>	<b>39</b>

# 1. Inleiding

Voor je ligt het conceptexamenprogramma biologie vwo. De afgelopen twee en half jaar heeft de vakvernieuwingscommissie natuurwetenschappelijke vakken dit conceptexamenprogramma ontwikkeld – tegelijkertijd en in samenhang met de andere conceptexamenprogramma's natuurwetenschappelijke vakken voor alle schoolsoorten en leerwegen. SLO voert in [opdracht](#) van het ministerie van OCW regie over de actualisatie van het gehele curriculum.

Op basis van dit conceptexamenprogramma ontwikkelt het College voor Toetsen en Examens (CvTE) een conceptsyllabus voor de inhouden die aan het centraal examen zijn toegewezen.

SLO zal de conceptexamenprogramma's en -syllabi beproeven in de onderwijspraktijk. De feedback die wordt opgehaald bij leerlingen, leraren en andere betrokkenen wordt gewogen en waar nodig worden het conceptexamenprogramma en de conceptsyllabus aangescherpt. Daarna worden de documenten vastgesteld door het ministerie van OCW. Vanaf dat moment kunnen het definitieve examenprogramma en de syllabus geïmplementeerd worden.

## Leeswijzer

Dit conceptexamenprogramma begint met een karakteristiek, waarin de visie op biologie – vwo en de positie van het vak in de bovenbouw van het voortgezet onderwijs staat beschreven. Daarna volgt het raamwerk: een schematische weergave van de inhouden per domein of subdomein en een verdeling van inhouden over school- en centraal examen. Vervolgens volgen de eindtermen. Per eindterm is een doelzin, uitwerking ('Het gaat hierbij om') en een illustratie ('Te denken valt aan') opgenomen. Tot slot staat in de bijlage de begrippenlijst.

## Meer informatie

Meer informatie over de inhoudelijke keuzes en de inrichting van het proces is te vinden in het toelichtingsdocument conceptexamenprogramma's natuurwetenschappelijke vakken (Brouwers-Meeuwis, Goedegebure, Meijer, Oldenbeuving, Woldhuis, 2025).

Alle informatie over de totstandkoming, de opzet, werkwijze en inhoud van de conceptexamenprogramma's is te vinden op: <https://www.actualisatie-examenprogrammas.nl/natuurwetenschappelijke-vakken>

## **2. Karakteristiek biologie**

### **Kenmerken van natuurwetenschappen en technologie**

Biologie is – net als natuurkunde en scheikunde – een natuurwetenschappelijk schoolvak. Als zodanig is het nauw verweven met technologie en met de schoolvakken natuur, leven en technologie (nlt) en Onderzoek en Ontwerpen (O&O). De natuurwetenschappen bestuderen de natuurlijke werkelijkheid, technologie verandert haar. Natuurwetenschappen onderzoeken de natuurlijke wereld om ons heen, zowel levend als niet-levend. Dat doen ze op alle schalen met behulp van theorie- en modelvorming, toetsbare voorspelling en waarneming. Technologie hanteert kennis en vaardigheden voor het ontwerpen, bouwen en gebruiken van voorwerpen en systemen om problemen op te lossen en behoeften te vervullen. Bij het onderzoeken en ontwerpen maken natuurwetenschappen en technologie gebruik van vergelijkbare en specifieke denk- en werkwijzen. De resultaten van de natuurwetenschappen en van technologie – evenals de ontwikkeling van hun methodes – zijn het product van menselijk handelen. Ze maken al eeuwen deel uit van de menselijke cultuur.

Natuurwetenschappelijke en technologische ontwikkeling versterken elkaar. Hiermee krijgen mensen steeds weer nieuwe manieren om hun leef- en werkomgeving te begrijpen en beïnvloeden. Dat laatste biedt kansen, maar ook uitdagingen voor de maatschappij en planeet aarde.

### **Natuurwetenschappen en technologie in de schoolvakken**

In de onderbouw wordt via de kerndoelen mens en natuur de basis gelegd voor natuurwetenschappelijke en technologische concepten, denkwijzen en werkwijzen. In de bovenbouw worden deze verder uitgediept in de disciplinaire vakken biologie, natuurkunde en scheikunde, en op havo en vwo de interdisciplinaire vakken nlt en O&O. Het zijn profiel(keuze)vakken met een algemeen vormend karakter. Van onderbouw naar bovenbouw verschuift de nadruk. In de onderbouw gaat het vooral om inhouden die leerlingen nodig hebben in hun persoonlijk leven en als burger in de samenleving. In de bovenbouw zijn de inhouden meer relevant voor vervolgopleidingen en toekomstige werkvelden en beroepen.

De natuurwetenschappelijke en technologische denk- en werkwijzen dragen bij aan de ontwikkeling van een onderzoekende houding en het probleemoplossend vermogen van leerlingen. Samenwerken en reflectie op eigen bijdragen en interesses ondersteunen hun persoonlijke ontwikkeling. De vakken besteden aandacht aan hoe natuurwetenschappelijke kennis en technologische producten

tot stand komen. Dit stelt leerlingen in staat de waarde en betrouwbaarheid van uitspraken over natuurwetenschappen en technologie te beoordelen. Daarmee – in combinatie met relevante conceptuele kennis – kunnen leerlingen in het dagelijks leven een eigen mening vormen en beredeneerd beslissingen nemen over maatschappelijke en persoonlijke vragen waarin natuurwetenschappelijke kennis of technologie een rol speelt.

De natuurwetenschappelijke vakken staan niet los van de andere vakken. Veel natuurwetenschappelijke en technologische vraagstukken brengen maatschappelijke of morele aspecten met zich mee die zich lenen voor het onderzoeken van burgerschapsvraagstukken. Wiskunde speelt een onmisbare rol in de natuurwetenschappen, met name statistiek, wiskundig modelleren en het gebruik van wiskundige technieken. Digitale geletterdheid wordt binnen de vakken aangesproken en versterkt. Dat gebeurt bij het verzamelen, categoriseren en presenteren van data en bij het gebruiken, aanpassen en maken van computermodellen. Verder zijn een goede algemene taalbeheersing en beheersing van de vaktaal noodzakelijk zowel voor begripsontwikkeling als bij het formuleren van precieze en gestructureerde redeneringen. Op het vmbo bieden de vakken ondersteuning bij de beroepsgerichte vakken en praktijkgerichte programma's, doordat leerlingen concepten, denk- en werkwijzen aanleren die hiervoor relevant zijn.

### **Kenmerken van het vak biologie**

Biologie is de discipline die de processen van het leven probeert te begrijpen. Biologen bestuderen organismen en hun omgeving, van de kleinste moleculen tot en met de aarde als geheel. Ze proberen de samenhang binnen en tussen deze organisatieniveaus te doorgronden. Natuurwetenschappelijke en biologische denkwijzen spelen hierbij een belangrijke rol, met name systeemdenken, vorm-functie-denken en evolutionair denken. Biologische kennis is van groot belang bij vraagstukken op het gebied van gezondheid, voedselproductie en natuur.

### **Biologie als schoolvak**

Op vmbo-bb en -kb is biologie verplicht in het profiel Zorg & Welzijn, en een profielkeuzevak in de profielen Groen en Dienstverlening & Producten. Op vmbo-gl/tl is biologie verplicht in het profiel Zorg & Welzijn, en een profielkeuzevak in de profielen Landbouw/groen en Dienstverlening & Producten. Op havo en vwo is biologie verplicht in het profiel Natuur & Gezondheid, en een profielkeuzevak in het profiel Natuur & Techniek. Biologie kan in alle schoolsoorten en leerwegen ook in het vrije deel aangeboden worden. In alle schoolsoorten en leerwegen wordt het afgesloten met een schoolexamen en een centraal examen.



Het vak biedt leerlingen ervaringen die hen in verwondering kunnen brengen over de levende natuur. Het waarderen van en zorg dragen voor de levende natuur, gaat samen met het opdoen van kennis erover. Kennis over het eigen lichaam is noodzakelijk voor gezonde keuzes in de leef- en werkomgeving. Biologische kennis is relevant in de zorg, voedselproductie en natuurbeheer.

### **Biologie in de schoolsoorten**

In alle schoolsoorten en leerwegen gaat biologie over biologische inhoud die relevant zijn voor toekomstige beroepspraktijken en om te kunnen functioneren als burger. Op vmbo-bb en -kb wordt het organisatieniveau van het organisme als uitgangspunt genomen om biologische inhoud aan te leren. Hiermee werken leerlingen aan vraagstukken die vooral praktisch van aard zijn. Op vmbo-gl/tl, havo en vwo worden in toenemende mate meerdere organisatieniveaus, van molecuul tot ecosysteem, als uitgangspunt genomen voor het aanleren van biologische inhoud. Ook de denkwijzen spelen een steeds grotere rol. Hiermee werken leerlingen aan theoretische en praktische vraagstukken.

Op alle schoolsoorten en leerwegen geldt dat de inhoud die zijn toegewezen aan het centraal examen een geheel vormen van Concepten, Denkwijzen en een deel van de Werkwijzen. De inhoud die zijn toegewezen aan het schoolexamen bestaan uit Vraagstukken, waarin naast de Concepten, Denkwijzen en Werkwijzen ook Aard van natuurwetenschappen en technologie en Zelfontwikkeling een plek krijgen.

#### **Vmbo-bb**

Op vmbo-bb zijn de Concepten, Denk- en Werkwijzen gericht op het werken aan vraagstukken. Hiervoor kunnen leefwereld- en beroepscontexten helpend zijn. Vraagstukken over gezondheid of voedselproductie krijgen extra aandacht in de keuzesubdomeinen. De inhoud is gericht op uitstroom richting opleidingen mbo-niveau 2, die voorbereiden op beroepen in de sectoren groen, voedselproductie, zorg en welzijn.

#### **Vmbo-kb**

Op vmbo-kb zijn de Concepten, Denk- en Werkwijzen gericht op het werken aan vraagstukken. Hiervoor kunnen leefwereld- en beroepscontexten helpend zijn. Vraagstukken over gezondheid of voedselproductie krijgen extra aandacht in de keuzesubdomeinen. De inhoud is gericht op uitstroom richting opleidingen mbo-niveau 3, die voorbereiden op beroepen in de sectoren groen, voedselproductie, zorg en welzijn.

### **Vmbo-gl/tl**

Op vmbo-gl/tl zijn de Concepten, Denk- en Werkwijzen gericht op het werken aan vraagstukken. Hiervoor kunnen leefwereld- en beroepscontexten helpend zijn. De inhoud is gericht op uitstroom richting mbo-niveau 4, en op doorstroom naar havo. Deze nadruk op vraagstukken en doorstroom komt ook in de keuzesubdomeinen terug.

### **Havo**

Op het havo ligt de nadruk op het verbinden van Denk- en Werkwijzen met Concepten en redeneren vanaf cellulair niveau en hoger. Hiermee wordt op praktische en theoretische wijze aan vraagstukken gewerkt. Hiervoor kunnen leefwereld-, beroeps- en wetenschappelijke contexten helpend zijn. Zo worden leerlingen voorbereid op biologische, biotechnologische en medische hbo-opleidingen, of op doorstroom naar vwo.

### **Vwo**

Op het vwo ligt de nadruk op het verbinden van Denk- en Werkwijzen met Concepten en redeneren tussen alle organisatieniveaus uit het examenprogramma. Hiermee wordt op theoretische en praktische wijze aan vraagstukken gewerkt. Hiervoor kunnen leefwereld-, beroeps- en wetenschappelijke contexten helpend zijn. Zo worden leerlingen voorbereid op wetenschappelijke vervolgopleidingen.

### 3. Raamwerk met domeinen en subdomeinen

Hieronder vind je het raamwerk van biologie geordend naar domeinen en subdomeinen. Daarbij is een verdeling gemaakt van inhoud over het schoolexamen (SE) en centraal examen (CE).

Domeinindeling	Titel (sub)domein	Toewijzing SE-CE	
		SE	CE
Domein A	<b>Aard van de natuurwetenschappen en technologie</b>	x	
Domein B	<b>Concepten</b>		
Subdomein B1	Biodiversiteit en verbondenheid van leven – SE-CE	x	x
Subdomein B2	Biodiversiteit en verbondenheid van leven – SE	x	
Subdomein B3	Cellen en meercellige organismen – CE		x
Subdomein B4	Cellen en meercellige organismen – SE	x	
Subdomein B5	Erfelijkheid en voortbestaan van leven – SE	x	
Subdomein B6	Erfelijkheid en voortbestaan van leven – CE		x
Subdomein B7	Reageren op veranderingen – SE-CE	x	x
Subdomein B8	Reageren op veranderingen – SE	x	
Subdomein B9	Reageren op veranderingen – CE		x
Domein C	<b>Denkwijzen</b>	x	x
Domein D	<b>Vraagstukken</b>		
Subdomein D1	Vraagstukken	x	
Subdomein D2	Contexten	x	x
Domein E	<b>Werkwijzen</b>		
Subdomein E1	Werkwijzen – SE	x	
Subdomein E2	Werkwijzen – SE-CE	x	x
Domein F	<b>Zelfontwikkeling</b>	x	

## 4. Eindtermen

### Domein A Aard van de natuurwetenschappen en technologie

#### **Eindterm 1**

##### **De leerling verkent de aard van biologie. (E)**

*Het gaat hierbij om:*

- verkennen van het werk- en onderzoeksgebied van biologen;
- verkennen welke vragen biologen stellen;
- verkennen van verschillen tussen biologie en andere natuurwetenschappen.

*Te denken valt aan:*

- van een thema uit de natuurwetenschappelijke vakken de leerdoelen bij biologie en scheikunde vergelijken;
- in leerteksten van biologie, natuurkunde en scheikunde vergelijken welke wiskundige vaardigheden beschreven staan en hoe ze worden toegepast in de biologie;
- onderzoeken bij welke onderwerpen in de media biologen aan het woord komen en hoe ze samenwerken met experts uit andere disciplines.

#### **Eindterm 2**

##### **De leerling toont inzicht in de totstandkoming en de gevolgen van de inzet van technologie. (B)**

*Het gaat hierbij om:*

- beschrijven dat technologie wordt ontwikkeld om problemen op te lossen of behoeften te vervullen;
- verklaren van mogelijkheden en onmogelijkheden van technologie;
- beschrijven hoe bij de ontwikkeling van technologie rekening wordt gehouden met gewenste en ongewenste gevolgen ervan;
- beschrijven hoe technologie de leef- en werkomgeving beïnvloedt.

*Te denken valt aan:*

- in kaart brengen van de voor- en nadelen van de productie van kweekvlees als het gaat om gezondheid, dierenwelzijn, ethiek en duurzaamheid;
- een gesprek voeren over mogelijkheden voor genetische screening bij een kindwens;
- een onderzoek naar het inzetten van technologie voor het herstel van een koraalrif.

### **Eindterm 3**

#### **De leerling toont inzicht in de totstandkoming en betrouwbaarheid van wetenschappelijk kennis. (B)**

*Het gaat hierbij om:*

- beschrijven van de rol van theorie- en modelvorming, toetsbare voorspelling en waarneming in de totstandkoming van wetenschappelijke kennis;
- vergelijken van natuurwetenschappelijke uitspraken op onzekerheid, voorlopigheid en generaliseerbaarheid;
- verklaren waarover wel en geen natuurwetenschappelijke uitspraken kunnen worden gedaan;
- beschrijven van de rol van toeval, sleutelexperimenten en - waarnemingen bij de ontstaansgeschiedenis van natuurwetenschappelijke kennis;
- onderbouwen van de betrouwbaarheid van wetenschappelijke kennis vanuit zijn totstandkoming.

*Te denken valt aan:*

- een gezondheidsclaim op sociale media vergelijken met adviezen over hetzelfde onderwerp van experts, bijvoorbeeld over het gebruik van zonnebrandcrème of het drinken van rauwe melk;
- een poster maken over kruisingsexperimenten van Gregor Mendel die leidden tot kennis over overerving van eigenschappen;
- een inventarisatie maken van waarnemingen die biologen door de jaren heen deden en tot welke theorieën en kennis die leidden.

**Eindterm 4****De leerling beschrijft hoe natuurwetenschap en technologie worden beïnvloed. (B)**

*Het gaat hierbij om:*

- beschrijven hoe maatschappelijke belangen invloed hebben;
- beschrijven hoe de cultuurhistorische en sociaal-culturele context invloed hebben;
- beschrijven hoe creativiteit, verbeeldingskracht en persoonlijke drijfveren invloed hebben;
- beschrijven hoe natuurwetenschap en technologie elkaar beïnvloeden.

*Te denken valt aan:*

- een gesprek voeren over de invloed van het maatschappelijke belang op de snelheid van de ontwikkeling van vaccins tijdens een pandemie;
- een poster maken over de ontwikkeling van de microscopie en de ontdekkingen die erdoor konden worden gedaan;
- teksten lezen en samenvatten over wetenschappelijke ontdekkingen in de biologie en inschatten in welke mate persoonlijke en maatschappelijke invloeden hierbij een rol speelden.

## **Domein B Concepten**

### **Subdomein B1 Biodiversiteit en verbondenheid van leven – SE-CE**

**Eindterm 5****De leerling toont inzicht in interacties, energiestromen en kringlopen in ecosystemen. (B)**

*Het gaat hierbij om:*

- verklaren hoe organismen materie en energie omzetten en wat dit betekent voor een ecosysteem;
- beschrijven hoe producenten, consumenten, reducenten en abiotische factoren elkaar beïnvloeden;
- analyseren van kringlopen en energiestromen met behulp van modellen.

*Te denken valt aan:*

- een schema maken waarmee verklaard kan worden hoe in een ecosysteem omzettingen van materie en energie plaatsvinden;
- een advies over vangstquota in de visserij opstellen met behulp van een schema van een aquatisch ecosysteem in trofische niveaus en aantallen.

## **Subdomein B2 Biodiversiteit en verbondenheid van leven – SE**

### **Eindterm 6**

**De leerling toont inzicht in hoe ecosystemen kunnen veranderen in de tijd. (B)**

*Het gaat hierbij om:*

- verklaren hoe een ecosysteem stabiel blijft en verstoord kan raken;
- redeneren over veranderingen in populatiegroottes met behulp van diagrammen en formules;
- verklaren hoe bij successie de biodiversiteit en de biomassa veranderen binnen een ecosysteem.

*Te denken valt aan:*

- met behulp van een dynamisch model voorspellen hoe de populatiegroottes veranderen door invasieve soorten;
- in een gradiëntecosysteem een relatie leggen tussen abiotische factoren en biotische factoren en biodiversiteit;
- een schema maken om uit te leggen hoe klimaatverandering invloed heeft op het dynamische evenwicht in een ecosysteem;
- een advies opstellen rondom vergrassing van een heideveld en de invloed van begrazing en potstallen door meerdere scenario's uit te werken.

**Eindterm 7****De leerling redeneert over de verscheidenheid, ordening en verwantschap van soorten en de ontwikkeling van het leven. (B)**

*Het gaat hierbij om:*

- redeneren over de ordening van organismen op basis van kenmerkende eigenschappen;
- redeneren over de verwantschap tussen soorten met behulp van evolutionaire stambomen;
- redeneren over de toename in complexiteit van organismen gedurende de ontwikkeling van het leven.

*Te denken valt aan:*

- schematiseren van de volgorde waarin kenmerkende eigenschappen zijn ontstaan op basis van een evolutionaire stamboom;
- het gevolg uitleggen van een aanpassing van een fylogenetische stamboom voor ideeën over het ontstaan van eigenschappen;
- een discussie voeren over de vraag of virussen wel of niet in de ordening van het leven passen.

**Subdomein B3 Cellen en meercellige organismen – CE****Eindterm 8****De leerling toont inzicht in de relatie tussen stofwisseling in cellen en het functioneren van een organisme. (B)**

*Het gaat hierbij om:*

- analyseren van omzettingen van energie en materie in stofwisselingsprocessen in cellen met behulp van kwalitatieve modellen;
- beschrijven van de rol van enzymen bij stofwisselingsprocessen;
- verklaren van de relatie tussen de bouw en werking van organellen en hun rol bij stofwisseling in cellen;
- verklaren van de relatie tussen de bouw van het celmembraan en het type transport van stoffen in en uit cellen;
- beschrijven, met behulp van een kwalitatief model, van relaties tussen stofwisselingsprocessen onderling en processen op hogere organisatieniveaus.



*Te denken valt aan:*

- een pijlschema maken waarin activiteiten en omstandigheden op het niveau van het organisme in verband worden gebracht met metabole stofwisselingsprocessen op cellulair niveau;
- omzettingen in planten in licht en donker vergelijken en relateren aan stofwisselingsprocessen;
- werken aan een elektronenachtbaan die het verband tussen fotosynthese en aerobe dissimilatie weergeeft;
- werken aan een practicum met cellen van de rode ui in verschillende zoutoplossingen en dat relateren aan de bouw van het celmembraan.

### **Eindterm 9**

#### **De leerling toont inzicht in de relatie tussen genexpressie en eiwitsynthese en het functioneren van een organisme. (B)**

*Het gaat hierbij om:*

- genexpressie en eiwitsynthese in eukaryoten;
- verklaren van de relatie tussen de bouw en werking van organellen en hun rol bij eiwitsynthese;
- beschrijven hoe processen tijdens transcriptie en translatie elkaar opvolgen en leiden tot de productie van eiwitten met een specifieke vorm;
- beschrijven hoe mutaties kunnen ontstaan en hoe die kunnen leiden tot veranderingen op het niveau van het organisme;
- beredeneren hoe de regulatie van genexpressie via eiwitten invloed heeft op celactiviteiten, en uiteindelijk op het functioneren van het organisme.

*Te denken valt aan:*

- een presentatie maken over een erfelijke afwijking waarbij een mutatie in het DNA zorgt voor een ander eiwit;
- spelen van een kaartspel over transcriptie en translatie;
- voorlichtingsmateriaal maken waarmee een genetisch consulent aan een patiënt kan uitleggen hoe bepaalde erfelijke afwijkingen kunnen worden veroorzaakt.

## Subdomein B4 Cellen en meercellige organismen – SE

### **Eindterm 10**

#### **De leerling toont inzicht in de relatie tussen de uitwisseling van stoffen en het functioneren van een organisme. (B)**

*Het gaat hierbij om:*

- de uitwisseling van stoffen met het uitwendig milieu door organen, weefsels en cellen van gewervelde dieren;
- beschrijven hoe de bouw en werking van organen bijdragen aan efficiënte uitwisseling van stoffen;
- verklaren hoe vertering en resorptie plaatsvinden op moleculair niveau;
- verklaren hoe de samenhang tussen gaswisseling, uitscheiding, vertering en resorptie bijdraagt aan de instandhouding van een organisme.

*Te denken valt aan:*

- in een schema de instroom en uitstroom van stoffen in verschillende organen weergeven en met pijlen terugkoppelingen daartussen aangeven;
- de werking van enzymen onderzoeken met behulp van zetmeel en amylase;
- met modellen van moleculen de spijsvertering in het darmstelsel nabootsen;
- bij het werken aan een vraagstuk over gezondheid uitzoeken welke eigenschappen een kunstlong en een kunstnier moeten hebben;
- een schematische weergave maken van wat er misgaat op verschillende organisatieniveaus in de opname en de afgifte van stoffen als de lever niet meer functioneert.

**Eindterm 11****De leerling toont inzicht in de relatie tussen transport en opslag van stoffen en het functioneren van een organisme. (B)**

*Het gaat hierbij om:*

- transport en opslag van stoffen door organen en weefsels van gewervelde dieren;
- beschrijven hoe de bouw van organen en weefsels bijdraagt aan het transport en de opslag van stoffen;
- verklaren hoe transport van stoffen bijdraagt aan de instandhouding van een organisme.

*Te denken valt aan:*

- bij een schema van het bloed- en lymfevatenstelsel uitleggen hoe hongerodeem ontstaat;
- een visuele samenvatting maken van het transport van CO<sub>2</sub> door het bloed op verschillende organisatieniveaus;
- afbeeldingen van het hart en de bloedsomloop van verschillende diergroepen vergelijken en de gevonden verschillen relateren aan kenmerken van in de klas opgezette dieren of diermodellen;
- met *augmented reality* (AR) of *virtual reality* (VR) de dynamiek van hart en bloedsomloop bestuderen om na te gaan hoe opstoppingen veroorzaakt, verholpen en voorkomen kunnen worden.

**Subdomein B5 Erfelijkheid en voortbestaan van leven – SE****Eindterm 12****De leerling toont inzicht in reproductie van virussen en organismen. (B)**

*Het gaat hierbij om:*

- redeneren over de reproductie van prokaryoten, eukaryoten en virussen en de cellulaire processen die hierbij betrokken zijn;
- beschrijven hoe de bouw en werking van voortplantingsorganen in zoogdieren en planten bijdragen aan het doorgeven van erfelijk materiaal naar de volgende generatie;
- verklaren wat de invloed is van hormonen op de seksuele ontwikkeling, vruchtbaarheid en het verloop van de zwangerschap bij de mens;
- beschrijven hoe de mens kan ingrijpen in de reproductie van organismen.

*Te denken valt aan:*

- werken met een schema van betrokken organen, hormonen en terugkoppelingsmechanismen bij het verloop van vruchtbaarheid;
- in een gedetailleerde afbeelding van een bloem aangeven welke delen na bestuiving DNA van beide ouderplanten bevatten;
- een folder ontwerpen over de medisch-technologische mogelijkheden voor mensen met een kinderwens;
- een poster maken over de overdracht van zoönosen;
- afbeeldingen van verschillende bloemvormen categoriseren naar manieren van bestuiving.

### **Subdomein B6 Erfelijkheid en voortbestaan van leven - CE**

#### **Eindterm 13**

**De leerling toont inzicht in hoe erfelijke eigenschappen tot uiting komen in organismen en hun nakomelingen. (B)**

*Het gaat hierbij om:*

- beredeneren hoe genotype, epigenetica en milieufactoren het fenotype van een organisme beïnvloeden;
- analyseren van verschillende patronen van overerving in stambomen en fenotypefrequenties in kruisingschema's.

*Te denken valt aan:*

- advies geven aan een fruitboomkweker over te gebruiken ouderplanten om tot de gewenste vruchteigenschappen te komen;
- een fotocollage maken van variatie binnen een plantensoort die te toe te schrijven is aan milieufactoren;
- een overzicht maken waarin het verschil tussen epigenetische en genetische veranderingen en ziektes wordt weergegeven.

**Eindterm 14**

**De leerling toont inzicht in de relatie tussen het verloop van de celcyclus en het doorgeven van erfelijk materiaal naar de volgende generatie van cellen en nakomelingen. (B)**

*Het gaat hierbij om:*

- beschrijven hoe de celcyclus verloopt en hoe erfelijk materiaal wordt gereproduceerd;
- vergelijken van het proces en de uitkomsten van mitose en meiose en de betekenis van beide voor het organisme;
- beredeneren welke gevolgen afwijkingen in de celcyclus kunnen hebben op de gezondheid van het organisme;
- beschrijven hoe uit stamcellen door genexpressie gespecialiseerde cellen ontstaan met verschillende vormen en functies.

*Te denken valt aan:*

- een stopmotionfilmpje maken van de mitose en meiose;
- een presentatie maken over de rol van methylering bij genexpressie in stamcellen;
- een visuele weergave maken van het ontstaan van long- en huidkanker op verschillende organisatieniveaus.

**Eindterm 15**

**De leerling toont inzicht in evolutionaire processen. (B)**

*Het gaat hierbij om:*

- beredeneren welk effect mutaties hebben op de genotypische en fenotypische variatie in een populatie;
- beredeneren hoe selectiedruk kan leiden tot aanpassingen en grotere overlevingskansen van individuen in een populatie;
- voorspellen hoe in een populatie kenmerken veranderen of verdwijnen wanneer de voortplantingskansen van individuen veranderen;
- beredeneren onder welke omstandigheden nieuwe soorten kunnen ontstaan;
- redeneren over berekeningen van veranderingen in allelfrequenties met het model van Hardy-Weinberg.

*Te denken valt aan:*

- een overzicht maken van voorbeelden van eigenschappen die door seksuele selectie zijn ontstaan;
- met Lego evolutie nabootsen;
- een schema maken over de stappen en voorwaarden voor het ontstaan van antibioticumresistentie.

#### **Subdomein B7 Reageren op veranderingen – SE-CE**

##### **Eindterm 16**

**De leerling toont inzicht in de relatie tussen de werking en de functie van het afweersysteem bij de mens. (B)**

*Het gaat hierbij om:*

- beredeneren hoe een immuunrespons in reactie op infecties en vaccinaties leidt tot instandhouding van een organisme;
- verklaren van de verschillen tussen aangeboren en verworven afweer.

*Te denken valt aan:*

- een schema maken om de werking van verschillende vaccins te vergelijken;
- een casus onderzoeken waarin een donornier gematcht wordt met een patiënt;
- een gastles volgen en samenvatten van iemand met een auto-immuunziekte.

#### **Subdomein B8 Reageren op veranderingen – SE**

##### **Eindterm 17**

**De leerling toont inzicht in de relatie tussen gedrag en het in stand houden van een organisme. (B)**

*Het gaat hierbij om:*

- beredeneren welke factoren de totstandkoming van gedrag beïnvloeden;
- beredeneren hoe gedrag gekoppeld is aan bepaalde levensfasen en aan het vergroten van de overlevingskansen;

- beredeneren hoe gedrag kan veranderen op populatieniveau door selectie;
- analyseren hoe gedrag invloed heeft op het niveau van het organisme, de populatie en het ecosysteem met data uit gedragsonderzoek.

*Te denken valt aan:*

- een schema maken met voorbeelden van de invloeden van erfelijkheid, interne en externe prikkels en de wisselwerking van een individu met de omgeving op gedrag van pubers;
- in een oorzaak-gevolgschema uitwerken hoe de aanwezigheid van de wolf invloed heeft op veranderingen in voedselzoekgedrag van herten en uiteindelijk op het hele ecosysteem;
- een infographic maken over de overeenkomsten en verschillen in emoties en intelligentie tussen mensen en andere primaten;
- uit onderzoeksdata naar de aandachtsspanne en oogbewegingen van baby's conclusies trekken over hun cognitieve vermogens.

#### **Subdomein B9 Reageren op veranderingen – CE**

##### **Eindterm 18**

**De leerling toont inzicht in de werking van het zenuwstelsel en het in stand houden van een organisme. (B)**

*Het gaat hierbij om:*

- verklaren door welke onderdelen van het zenuwstelsel prikkels en impulsen worden verwerkt;
- beschrijven van moleculaire interacties bij impulsgeleiding;
- analyseren hoe onderdelen van het zenuwstelsel gezamenlijk bijdragen aan homeostase in een organisme.

*Te denken valt aan:*

- impulsgeleiding via ionentransport met de klas uitbeelden;
- op cellulair niveau uitleggen wat er bij de ziekte van Alzheimer gebeurt;
- de principes van de werking van biologische neurale netwerken vergelijken met die van kunstmatige neurale netwerken;
- een leerstrategie testen om woorden te associëren met beelden en deze koppelen met de manier waarop je hersenen werken.

**Eindterm 19****De leerling toont inzicht in de werking van het hormoonstelsel en het in stand houden van een organisme. (B)**

*Het gaat hierbij om:*

- verklaren welke onderdelen betrokken zijn bij hormonale regelkringen;
- verklaren hoe de vorm en functie van moleculen een rol spelen in hormonale regelkringen;
- analyseren hoe onderdelen van het hormoonstelsel gezamenlijk bijdragen aan homeostase in een organisme.

*Te denken valt aan:*

- in een stripverhaal het verschil uitleggen op moleculair niveau tussen eiwit- en steroïdehormonen;
- een hormonale regelkring modelleren met behulp van een computersimulatie;
- modellen van klei maken om het sleutel-slot-principe van hormonen en receptoren uit te beelden.

## Domein C Denkwijzen

**Eindterm 20****De leerling redeneert met systemen. (B)**

*Het gaat hierbij om:*

- de systemen: cellen, organismen en ecosystemen;
- analyseren van een situatie met systeemgrenzen, deelsystemen, instroom, uitstroom en emergentie;
- redeneren over de interacties tussen de organisatieniveaus;
- redeneren over de interacties tussen de deelsystemen in een systeem.

*Te denken valt aan:*

- een gesloten aquatisch systeem bestuderen en de interacties tussen organismen en de kringloop van stoffen weergeven in een schematisch model;
- in een conceptmap laten zien wat het verband is tussen metabole processen in de plantencel en de toename van biomassa tijdens de groei van een plant;



- kaartjes op volgorde leggen met beschrijvingen van gebeurtenissen op verschillende organisatieniveaus om te laten zien hoe een mutatie in het DNA kan leiden tot symptomen van een erfelijke ziekte;
- met een fysiek model van de glucosespiegel in het bloed beredeneren hoe hormonen een rol spelen bij homeostase tijdens verschillende dagelijkse activiteiten.

### **Eindterm 21**

#### **De leerling redeneert met oorzaak en gevolg en relaties daartussen. (B)**

*Het gaat hierbij om:*

- analyseren wat oorzaak en gevolg is bij een situatie;
- beredeneren wat mogelijke oorzaken zijn van een gegeven gevolg en wat mogelijke gevolgen zijn van een gegeven oorzaak;
- beschrijven van een oorzaak-gevolgrelatie met behulp van ten minste één onderliggend mechanisme;
- beredeneren of onder een correlatie een oorzakelijk verband ligt.

*Te denken valt aan:*

- een oorzaak-gevolgschema maken waaruit blijkt hoe meerdere factoren zoals eutrofiëring en beperkte biodiversiteit de algenbloei in een zwemplas veroorzaken;
- een oorzaak-gevolgschema opstellen om te laten zien hoe bij een astmapatiënt verschillende factoren en gebeurtenissen samen en achtereenvolgens leiden tot benauwdheid;
- met een uitbeeldpracticum nabootsen welke weg een impuls door het zenuwstelsel aflegt van prikkel tot reactie;
- een tekst lezen over het verspreidingspatroon van een virus in de bevolking en hierin fragmenten onderstrepen die te maken hebben met typen oorzaken: kenmerken van het virus, bevolkingsdichtheid en verschil in besmettingskans tussen individuen.

### **Eindterm 22**

#### **De leerling redeneert met patronen. (B)**

*Het gaat hierbij om:*

- beschrijven van patronen in waarnemingen;
- formuleren van verwachtingen op basis van patronen.

*Te denken valt aan:*

- bij het zien van een onbekend organisme in gesprek gaan over de mogelijke plaats in de ordening van het leven;
- tijdens het doen van veldwerk patronen in het landschap beschrijven;
- vergelijken van verandering in de concentratie van koolstofdioxide op verschillende tijdschalen;
- verschillende grafieken met predator-prooi-relaties vergelijken en bespreken wat oorzaken kunnen zijn van opmerkelijke verschillen.

### **Eindterm 23**

#### **De leerling redeneert met schaal, verhouding en hoeveelheid. (B)**

*Het gaat hierbij om:*

- formuleren van beredeneerde schattingen van ordes van grootte;
- vergelijken van relatieve ordes van grootte;
- redeneren met verhoudingen tussen gerelateerde grootheden.

*Te denken valt aan:*

- verschillende gebeurtenissen in de geschiedenis van het leven op aarde plaatsen op een tijdschaal;
- inschatten welke verdunningsreeks moet worden gemaakt om het aantal bacteriën in slotwater te onderzoeken;
- een discussie voeren over de vraag vanaf welke grootte organismen zuurstof naar cellen vervoeren via een vatenstelsel in plaats van via opname door de huid;
- strategieën koppelen van verschillende organismen om hun lichaamswarmte te reguleren aan hun inhoud/oppervlakte-ratio.

### **Eindterm 24**

#### **De leerling redeneert met stabiliteit en verandering. (B)**

*Het gaat hierbij om:*

- beschrijven dat evenwichten in biologische systemen altijd dynamisch zijn;
- toepassen van het concept terugkoppeling binnen cellen, organismen en ecosystemen;
- beredeneren hoe een dynamisch evenwicht verstoord kan raken.

*Te denken valt aan:*

- met behulp van een simulatie bekijken wat de effecten waren van de introductie van de nijlbaars in het Victoriameer;
- in een grafiek laten zien hoe de bloedsuikerspiegel wordt beïnvloed door lichaamsbeweging en voedselinname;
- in stappen afbeelden hoe de natrium-kaliumpomp een rol speelt bij het opnieuw herverdelen van ion-concentraties over het membraan om impulsgeleiding mogelijk te maken;
- een presentatie geven over hoe in een bos stofkringlopen plaatsvinden en hoe bosbeheer kan voorkomen dat die verstoord raken.

### **Eindterm 25**

#### **De leerling redeneert met behoud, kringlopen en transport. (B)**

*Het gaat hierbij om:*

- analyseren welke energievormen door organismen in elkaar omgezet kunnen worden;
- analyseren van situaties met transport van materie en energie;
- verklaren van situaties met behulp van behoud van materie en energie.

*Te denken valt aan:*

- een infographic maken van een ecosysteem met daarop alle energiestromen, materiële stromen en omzettingen;
- de route van een koolstofatoom dat Julius Caesar uitademde tot in een spiercel van jezelf in een stripverhaal laten zien;
- een voorlichtingsfilmpje voor de website van een diëtistenpraktijk maken, waarin met biologische termen wordt uitgelegd dat een dieet om aan te komen of af te vallen altijd gebaseerd is op een afstemming van de hoeveelheid ingenomen calorieën op de energiebehoefte;
- een grafische weergave maken van de hoeveelheid energie die in chemisch vorm een dier ingaat, wordt opgeslagen en verbruikt en het lichaam weer verlaat, om hiermee de efficiëntie van verschillende landbouwdieren te vergelijken;
- al de energiebronnen die je dagelijks gebruikt in een tabel zetten en met een conversiefactor je jaarlijkse CO<sub>2</sub>-voetafdruk berekenen.

**Eindterm 26****De leerling redeneert met de relaties tussen vorm en functie. (B)**

*Het gaat hierbij om:*

- de vorm van organellen, cellen, weefsels, organen en organismen;
- de vorm en structuur van moleculen in relaties tot functies en eigenschappen.

*Te denken valt aan:*

- in het dierenrijk zoeken naar voorbeelden van het tegenstroomprincipe;
- uitbeelden hoe de structuur van fosfolipiden tot gevolg heeft dat celmembranen zich gemakkelijk vormen;
- driedimensionale modellen maken om te laten zien hoe hormoon en receptor via een sleutel-slot-principe op elkaar ingrijpen;
- vergelijken van plaatjes van de bloembouw van verschillende soorten en dit relateren aan de wijzen van bestuiving.

**Eindterm 27****De leerling redeneert vanuit een evolutionair perspectief over biologische verschijnselen. (B)**

*Het gaat hierbij om:*

- verbanden leggen tussen enerzijds fenotypische verschijnselen op het niveau van organismen, populaties, soorten en grotere groepen en anderzijds evolutionaire concepten en mechanismen;
- formuleren van mogelijke verklaringen passend bij een evolutionair perspectief.

*Te denken valt aan:*

- uit een stamboom van het dierenrijk en de eigenschappen van diergroepen de volgorde afleiden van het ontstaan van eigenschappen van het dierlijke leven;
- met behulp van verschillende modellen van bloemen vragen stellen, vanuit een evolutionair perspectief, om te achterhalen welke vormen van bestuiving passen bij elk model en hoe ze zijn ontstaan;

- op basis van een filmfragment of tekst een vergelijking maken tussen de leefomgeving van een organisme in stedelijk gebied en in de natuurlijke omgeving, en hieruit factoren vaststellen die kunnen leiden tot selectiedruk;
- bij het werken aan een vraagstuk over gezondheid een voorlichting voor medische personeel voorbereiden om inzichtelijk te maken dat zorgvuldig antibioticumgebruik de kans verkleint dat bacteriën resistentie ontwikkelen.

## Domein D Vraagstukken

### Subdomein D1 Vraagstukken

#### Eindterm 28

#### **De leerling werkt aan vraagstukken over hoe je kunt en wilt omgaan met gezondheid. (H)**

*Het gaat hierbij om:*

- vraagstukken gerelateerd aan de concepten over voortplanting, gedrag, afweer en transport en uitwisseling van stoffen;
- beschrijven welke betrokkenen er zijn, welke belangen er spelen, welke argumenten worden gebruikt en waar die op gebaseerd zijn;
- formuleren van een verklaring bij een vraag waarvoor zelf data verzameld en geanalyseerd moeten worden;
- oriënteren op mogelijke oplossingen;
- communiceren over de mogelijke betekenis van vraagstukken, oplossingen en gevolgen voor jezelf en anderen.

*Te denken valt aan:*

- analyseren, met een redeneerschema, van medische claims over diëten, anticonceptie, antibiotica en vaccinaties, en ze rangschikken op betrouwbaarheid;
- de vraag: "Welke voedingspatronen zijn risicoverhogend voor het krijgen van chronische ziekten?";
- de vraag: "Wat zijn redenen van mensen om zich wel of niet te laten vaccineren en wat is mijn eigen standpunt hierin?";

- de vraag: "Wat is het voedingspatroon van mijn familieleden en in welke mate speelt gezondheid een rol bij het maken van keuzes hierbij?";
- de vraag: "Hoe kunnen personen weloverwogen een keuze maken over welk anticonceptiemiddel het best bij hen past?".

### **Eindterm 29**

#### **De leerling werkt aan vraagstukken over hoe je kunt en wilt omgaan met voedselproductie. (H)**

*Het gaat hierbij om:*

- vraagstukken gerelateerd aan de concepten van biodiversiteit, ecologie, stofwisseling, erfelijkheid en voortplanting;
- beschrijven welke betrokkenen er zijn, welke belangen er spelen, welke argumenten worden gebruikt en waar die op gebaseerd zijn;
- formuleren van een verklaring bij een vraag waarvoor zelf data verzameld en geanalyseerd moeten worden;
- oriënteren op mogelijke oplossingen;
- communiceren over de mogelijke betekenis van vraagstukken, oplossingen en gevolgen voor jezelf en anderen.

*Te denken valt aan:*

- de vraag: "Hoe kunnen we ervoor zorgen dat er voor iedereen voldoende eiwitrijk voedsel wordt geproduceerd op toekomstbestendige wijze?";
- de vraag: "Hoe wenselijk is het dat er bestrijdingsmiddelen worden gebruikt voor de voedselproductie?";
- de vraag: "Wat kan er in de keten van producent tot consument worden gedaan om de ecologische voetafdruk zo klein mogelijk te houden?";
- de vraag: "Wat zijn de voor- en nadelen van moderne genetische technieken om landbouwdieren te fokken?";
- de vraag: "Wat gebeurt er al en wat kan er nog meer worden gedaan om de teelt van gewassen in kassen zo efficiënt en duurzaam mogelijk te maken?".

**Eindterm 30****De leerling werkt aan vraagstukken over hoe je kunt en wilt omgaan met natuur. (H)**

*Het gaat hierbij om:*

- vraagstukken gerelateerd aan de concepten van biodiversiteit en ecologie;
- beschrijven welke betrokkenen er zijn, welke belangen er spelen, welke argumenten worden gebruikt en waar die op gebaseerd zijn;
- formuleren van een verklaring bij een vraag waarvoor zelf data verzameld en geanalyseerd moeten worden;
- oriënteren op mogelijke oplossingen;
- communiceren over de mogelijke betekenis van vraagstukken, oplossingen en gevolgen voor jezelf en anderen.

*Te denken valt aan:*

- de vraag: "Welke zekerheden en onzekerheden zitten er vast aan modellen die zijn gebaseerd op metingen van biotische en abiotische factoren in de natuur?";
- de vraag: "Welke maatregelen hielpen de afgelopen decennia de biodiversiteit verbeteren in het water en op het land?";
- de vraag: "Welke gevoelens heb ik als ik denk aan de gevolgen van klimaatverandering in de wereld en welke mogelijkheden zie ik om hierin actie te ondernemen?";
- de vraag: "Is het voor het behoud van natuurgebieden belangrijk om bomen te kappen?";
- de vraag: "Hoe kan ik mensen op ludieke wijze bewust maken van hun impact op een natuurgebied?".

**Subdomein D2 Contexten****Eindterm 31****De leerling past concepten toe in contexten. (B)**

*Te denken valt aan:*

- contexten gerelateerd aan vraagstukken over gezondheid, voedselproductie en natuur;
- leefwereld- en beroeps- en wetenschappelijke contexten;
- afleiden uit de context in welke betekenis vakbegrippen worden gebruikt.

## Domein E Werkwijzen

### Subdomein E1 Werkwijzen – SE

#### **Eindterm 32**

##### **De leerling formuleert onderzoeksvragen. (B)**

*Het gaat hierbij om:*

- beschrijven welke benodigde of gewenste kennis nog niet beschikbaar is;
- formuleren van onderzoeksvragen vanuit een vraagstuk of waarneming;
- met hulp evalueren van een zelf geformuleerde onderzoeksvraag op eenduidigheid, haalbaarheid, specificiteit en relevantie.

*Te denken valt aan:*

- bij een experiment over de werking van enzymen beschrijven welke vraag je gaat proberen te beantwoorden;
- elkaar feedback geven op elkaars onderzoeksvragen zodat ze kunnen worden aangescherpt;
- bij het werken aan een vraagstuk over gezondheid, voedselproductie of natuur het overkoepelende vraagstuk opdelen in onderzoekbare deelvragen.

#### **Eindterm 33**

##### **De leerling stelt een plan van aanpak op. (B)**

*Het gaat hierbij om:*

- onderbouwen welke digitale en analoge instrumenten, gereedschappen, stoffen en materialen moeten worden ingezet;
- beschrijven welke stappen moeten worden uitgevoerd bij het meten;
- beschrijven wat moet worden gedaan om veilig en duurzaam te werken;
- onderbouwen van een voorspelling over de uitkomst.

*Te denken valt aan:*

- voorafgaand aan onderzoek naar de groeisnelheid van gistcellen een lijst maken met benodigheden;
- voorafgaand aan het werken met de microscoop nadenken over de vraag hoeveel afval er aan het einde overblijft en hoe je dat kunt beperken;



- een hypothese opstellen bij het vergelijken van twee locaties tijdens veldwerk;
- de validiteit van je plan van aanpak bespreken met een expert.

### **Eindterm 34**

#### **De leerling voert een praktische activiteit uit. (B)**

*Het gaat hierbij om:*

- uitvoeren van een plan van aanpak;
- zorg dragen voor een veilige omgeving;
- veilig, doelmatig en duurzaam gebruiken van digitale en analoge instrumenten, gereedschappen, stoffen en materialen;
- beschrijven van waarnemingen.

*Te denken valt aan:*

- een logboek bijhouden van de groei van planten gedurende langere tijd;
- uitleggen aan klasgenoten waarom bepaalde veiligheidsregels bestaan;
- vragen stellen als iets in het plan van aanpak onduidelijk is;
- in duo's waarnemingen in een gedragsonderzoek verzamelen, waarbij ieder een eigen taak heeft.

### **Eindterm 35**

#### **De leerling formuleert een onderbouwd standpunt. (B)**

*Het gaat hierbij om:*

- situaties en vraagstukken waarin biologische kennis een rol speelt;
- ordenen van natuurwetenschappelijke en technologische feiten, principiële overwegingen en maatschappelijke en persoonlijke belangen;
- beoordelen van argumenten op correctheid en relevantie;
- afwegen van verschillende argumenten.

*Te denken valt aan:*

- het dilemma: wel of geen voedingssupplementen nemen;
- het dilemma: wel of geen vlees eten;
- het dilemma: wel of niet je tuin biodivers maken;
- het dilemma: wel of niet actievoeren tegen de aanleg van een zonnepark.

**Eindterm 36****De leerling gebruikt en communiceert informatie. (B)**

*Het gaat hierbij om:*

- doelgericht zoeken en selecteren;
- beoordelen van de betrouwbaarheid van bronnen en de relevantie van informatie;
- doelgericht gebruiken van verschillende communicatievormen;
- toepassen van auteursrecht;
- maken van een bronvermelding.

*Te denken valt aan:*

- van een advertentie de wetenschappelijke claim onderzoeken;
- bij het selecteren van afbeeldingen kijken welke Creative Commons-licentie ze hebben;
- van plaatjes in een presentatie de bron vermelden;
- bij een gezondheidsclaim op een verpakking achterhalen waarop deze gebaseerd is.

**Eindterm 37****De leerling verkent en onderzoekt met veldwerk de natuurlijke omgeving. (H)**

*Het gaat hierbij om:*

- determineren van zelf verzamelde en waargenomen organismen;
- beschrijven van interacties tussen organismen onderling en abiotische factoren;
- gebruiken van passende veldwerktechnieken;
- betekenis geven aan de natuurlijke omgeving voor jezelf en voor anderen.

*Te denken valt aan:*

- op meerdere plekken in een natuurgebied op een bepaalde afstand van een autoweg het aantal soorten planten en insecten in een kwadrant tellen;
- in een natuurgebied een minuut lang met de ogen dicht waarnemen wat je hoort, ruikt of voelt;

- in de natuurlijke omgeving zoeken naar invasieve exoten, zoals de reuzenberenklauw en de Japanse duizendknoop, en bestuderen welke impact deze planten hebben op de biodiversiteit en op de bewoners in de buurt;
- metingen van biotische en abiotische factoren uitvoeren in de sloot en deze vergelijken met referentiewaardes.

### Subdomein E2 Werkwijzen – SE-CE

#### **Eindterm 38**

#### **De leerling gebruikt natuurwetenschappelijke modellen en past ze aan. (B)**

*Het gaat hierbij om:*

- modellen die biologische verschijnselen beschrijven, verklaren en voorspellen;
- beredeneren wat de grenzen van een model zijn;
- verklaren van de grenzen van een model vanuit het doel van het model;
- aanpassen van kwalitatieve modellen;
- gebruiken van wiskundige modellen.

*Te denken valt aan:*

- terugkoppelingsmechanismen visualiseren met behulp van computersimulaties;
- bij het werken aan een vraagstuk over gezondheid bedenken welk model van de longen in een aantal gegeven situaties een longarts zou gebruiken om uitleg te geven aan een patiënt;
- maken van fysieke modellen om biologische processen mee uit te leggen.

#### **Eindterm 39**

#### **De leerling verwerkt en analyseert data. (B)**

*Het gaat hierbij om:*

- analoog en digitaal verwerken in diagrammen en tabellen;
- beoordelen van de uitvoering en uitkomsten van metingen met gebruik van de begrippen betrouwbaarheid, nauwkeurigheid en aannemelijkheid;

- kiezen van een weergave waarin patronen en verdelingskenmerken in de data zichtbaar kunnen worden gemaakt;
- interpreteren van statistische gegevens met betrekking tot verdeling en samenhang;
- aflezen van waardes uit diagrammen en tabellen.

*Te denken valt aan:*

- uit een diagram waarin betrouwbaarheidsintervallen zijn weergegeven conclusies trekken over verschillen tussen populaties;
- gebruiken van boxplots en percentielen om verschillen tussen groepen statistisch te duiden;
- gebruiken van frequenties, betrouwbaarheidsintervallen, gemiddelden en standaardafwijkingen om verschillen tussen groepen statistisch te duiden;
- een redentatie onderbouwen met een diagram waarin een regressielijn is weergegeven.

#### **Eindterm 40**

#### **De leerling toont inzicht in verbanden tussen natuurwetenschappelijke grootheden. (B)**

*Het gaat hierbij om:*

- weergeven van waardes van grootheden in decimale en wetenschappelijke notatie, in bijpassende eenheden en passend afgerond;
- weergeven van verbanden tussen grootheden in formules en in diagrammen;
- interpreteren van formules en diagrammen die verbanden tussen grootheden weergeven.

*Te denken valt aan:*

- aan de hand van de formule voor populatiedynamica beredeneren of een populatie wolven in Nederland zal blijven groeien;
- van de lijn in een grafiek beargumenteren of een bepaald effect biologisch relevant is;
- een antwoord formuleren gebruikmakend van de Wet van Fick.

**Eindterm 41****De leerling past wiskunde toe. (B)**

*Het gaat hierbij om:*

- toepassen van rekenvaardigheden: verhoudingen en percentages;
- toepassen van meetkunde: oppervlakte en volume;
- toepassen van algebra bij formules: invullen en omschrijven.

*Te denken valt aan:*

- berekenen van het totaal aan ingenomen calorieën door een sporter;
- invullen of omschrijven van een gegeven formule over de stroomsnelheid van het bloed.

**Eindterm 42****De leerling redeneert over natuurwetenschappelijke verklaringen. (B)**

*Het gaat hierbij om:*

- redeneren met natuurwetenschappelijke modellen en theorieën, wetenschappelijke resultaten en resultaten uit eigen onderzoek;
- formuleren van mogelijke oorzaken, verbanden en mechanismen die onderzoeksresultaten verklaren;
- formuleren van passende conclusies.

*Te denken valt aan:*

- bij een practicum met aardappelstaafjes de osmotische waarde van de aardappelcellen vaststellen;
- in de klas bespreken in hoeverre meetresultaten overeenkomen met theoretische verwachtingen.

## Domein F Zelfontwikkeling

### **Eindterm 43**

#### **De leerling legt verbanden tussen ervaringen, persoonlijke interesses en kwaliteiten, vervolgoopleidingen en toekomst. (E)**

*Het gaat hierbij om:*

- verkennen van de plaats en functie van biologie in de samenleving;
- oriënteren op sectoren, beroepen en vervolgoopleidingen waarin de concepten, vraagstukken, denk- en werkwijzen van biologie relevant zijn;
- deelnemen aan activiteiten gerelateerd aan biologie;
- verwoorden van de eigen kwaliteiten en interesses die passen bij biologie;
- reflecteren op opgedane ervaringen in het kader van oriëntatie op studie en beroep.

*Te denken valt aan:*

- bij de beroepen die langskomen in de lessen reflecteren op de vraag of dat bij de leerling past;
- bij het werken aan een vraagstuk over duurzame voedselproductie een agrariër hierover interviewen;
- een open dag bezoeken van vervolgoopleidingen gerelateerd aan biologie.

### **Eindterm 44**

#### **De leerling reguleert het eigen leerproces. (E)**

*Het gaat hierbij om:*

- met hulp opstellen van leerdoelen;
- werken aan zelf opgestelde leerdoelen;
- ervaringen opdoen met verschillende leerstrategieën;
- reflecteren op het leerproces.

*Te denken valt aan:*

- bekijken wat de leerdoelen van een hoofdstuk zijn en reflecteren op de vraag welk leerdoel het uitdagendst is;
- een keuze maken tussen een documentaire kijken of een artikel lezen bij het oriënteren op een vraagstuk over gezondheid;
- na afloop een project over duurzame voedselproductie benoemen op welke inbreng de leerling trots was en wat die een volgende keer anders zou aanpakken.

#### **Eindterm 45**

**De leerling doet ervaring op met samenwerken om een groepsresultaat te bereiken. (E)**

*Het gaat hierbij om:*

- communiceren over een taak;
- zorg dragen voor het afronden van de eigen deeltaak;
- zorg dragen voor zichzelf en anderen bij het uitvoeren van een taak;
- verwoorden van feedback op eigen handelen en dat van groepsgenoten;
- afwegen van ontvangen feedback.

*Te denken valt aan:*

- een experiment in tweetallen uitvoeren en elkaar ondersteunen bij een lastige taak;
- een taakverdeling maken en daarbij rekening houden met elkaars interesses en kwaliteiten;
- na afloop van een groepsopdracht ieder groepslid een tip en een top geven.

## Bijlage – Begrippenlijst biologie

Hieronder lees je de vakspecifieke begrippen en hun omschrijving.

Begrip	Omschrijving
<b>Betrouwbaarheid (van metingen)</b>	De mate waarin een meting bij herhaling hetzelfde resultaat oplevert. Betrouwbaarheid komt ook in andere combinaties voor; daar heeft het geen speciale betekenis.
<b>Communicatievorm</b>	Verbale, non-verbale, schriftelijke of visuele communicatie.
<b>Concept</b>	Begrip, idee of theorie om verschijnselen en systemen te begrijpen en te verklaren.
<b>Context</b>	Een representatie van een authentieke handelingspraktijk waarin leerlingen vanuit het perspectief van deelnemers biologische kennis hanteren met een bepaald doel. Natuurkunde en scheikunde gebruiken een iets andere definitie.
<b>Data</b>	Gegevens. Resultaat van waarnemingen.
<b>Denkwijze</b>	Een manier van denken die wetenschappers en technologen in de natuurwetenschappen gebruiken om de wereld om ons heen te begrijpen en verklaren, of om producten te ontwikkelen. Denkwijze is de Nederlandse term voor <i>crosscutting concepts</i> uit de <i>Next Generation Science Standards</i> .
<b>Diagram</b>	Grafische weergave van numerieke informatie, bijvoorbeeld een grafiek of histogram.
<b>Instrument: analoog en digitaal</b>	Analoge meetinstrumenten zijn uitgerust met een wijzer of een afleesschaal. De grootte is direct af te lezen met behulp van de wijzer of schaal. Digitale meetinstrumenten geven de grootte weer in cijfers. Het glaswerk rekenen we tot analoge meetinstrumenten.



<b>Model: algemeen</b>	Een beschrijving van een situatie uit de werkelijkheid die dient om een probleem of vraag in die situatie op te lossen. Deze beschrijving is niet volledig, maar bevat alleen die onderdelen of aspecten die relevant zijn voor het probleem of de vraag.
<b>Model: kwalitatief</b>	Een model waarin voor de beschrijving geen wiskunde gebruikt wordt. Veelgebruikte kwalitatieve modellen zijn analogieën en weergaves op schaal. Kwalitatieve modellen kunnen gebruikt worden om berekeningen aan verschijnselen te doen.
<b>Model: wiskundig</b>	Een model waarin voor de beschrijving wiskunde gebruikt wordt. Zo'n model maakt vaak gebruik, al dan niet zichtbaar, van formules die verbanden tussen grootheden weergeven.
<b>Natuurlijke omgeving</b>	Natuurgebieden of natuurlijke onderdelen in de leefomgeving van de leerling. Deze kunnen wel of niet wel zijn aangelegd door mensen, maar zijn niet door mensen gemaakt.
<b>Passend afronden</b>	Het afronden bij een berekening in het aantal cijfers gelijk aan dat van het getal met de kleinste nauwkeurigheid.
<b>Patroon</b>	Een regelmaat in een aantal waarnemingen.
<b>Plan van aanpak</b>	Plan voor het uitvoeren van een onderzoek of ontwerp.
<b>Praktische activiteit</b>	Een onderzoek of een deelactiviteit daarvan
<b>Proces</b>	De manier waarop iets verloopt. Dit kan natuurlijk zijn of door mensen bedacht en/of beïnvloed.
<b>Samenhang (tussen variabelen)</b>	Treedt op wanneer verschillende waarnemingen eenzelfde object betreffen en kan al dan niet op een causaal verband berusten. Hiermee kun je het effect van de ene variabele op een andere variabele of verschillen tussen groepen vaststellen.
<b>Sleutelexperiment</b>	Een experiment dat een belangrijke rol speelde in de geschiedenis van een discipline.
<b>Stof</b>	Materie of materiaal.

<b>Systeem</b>	Het geheel van delen die met elkaar interacteren en een geheel vormen met specifieke emergente eigenschappen door de interacties tussen de delen, en dat een grens kent: er kan iets in- en/of uitgaan. Het systeem kan feedbackloops en een hiërarchische structuur bevatten, en is dynamisch van karakter.
<b>Technologie</b>	Het geheel van door de mens bedachte en nog te bedenken oplossingen voor problemen en behoeftes.
<b>Verdeling (van data)</b>	Het aantal waarnemingen per waargenomen waarde of per klasse van waargenomen waarden in een gegevensset. Hieruit kunnen verdelingskenmerken worden gehaald die helpen bij het beantwoorden van vragen.
<b>Verdelingskenmerk</b>	Kenmerk van de verdeling van data, zoals modus, mediaan, gemiddelde, spreidingsbreedte, en standaardafwijking.
<b>Vraag</b>	Een uiting waarmee iemand probeert kennis, meningen, feiten of verklaringen te verkrijgen. Vragen kunnen eenvoudig tot complex zijn. Vragen zijn een onderdeel van een vraagstuk.
<b>Vraagstuk</b>	Groter, overkoepelend cluster van vragen waarvoor natuurwetenschappelijke en technologische kennis nodig is voor de beantwoording.
<b>Werkwijze</b>	Een systematisch en methodisch werkproces dat wetenschappers en technologen gebruiken om de wereld om hen heen te begrijpen en verklaren, of om producten te ontwikkelen. Werkwijze is de Nederlandse term voor <i>practices</i> uit de <i>Next Generation Science Standards</i> .



Als landelijk expertisecentrum richt SLO zich op de ontwikkeling van het curriculum in het primair, speciaal en voortgezet onderwijs in Nederland. We werken met het onderwijsveld aan de doelen, kaders en instrumenten waarmee scholen hun opdracht vanuit een eigen visie kunnen vervullen.

We brengen praktijk, beleid, maatschappelijke ontwikkelingen en onderzoek samen en stellen onze expertise beschikbaar aan onderwijs en overheid, bijvoorbeeld in de vorm van leerplannen, tools, voorbeeldlesmaterialen, conferenties en rapporten.



**Bezoekadres**  
Stationsplein 1  
3818 LE Amersfoort

**Postadres**  
Postbus 502  
3800 AM Amersfoort

**T** +31 (0)33 484 08 40  
**E** [info@slo.nl](mailto:info@slo.nl)  
**W** [www.slo.nl](http://www.slo.nl)

 [company/slo](https://www.linkedin.com/company/slo)  
 [SLO\\_nl](https://twitter.com/SLO_nl)