



Conceptexamenprogramma biologie havo



Conceptexamen- programma

Biologie

Havo

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

E-mail: info@slo.nl

AN 9.8055.069

Inhoudsopgave

1. Inleiding	5
Leeswijzer	5
Meer informatie	5
2. Karakteristiek biologie	6
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
3. Raamwerk met domeinen en subdomeinen	10
4. Eindtermen	11
Domein A Aard van de natuurwetenschappen en technologie	11
Domein B Concepten	13
Subdomein B1 Biodiversiteit en verbondenheid van leven	13
Subdomein B2 Cellen en meercellige organismen – CE	15
Subdomein B3 Cellen en meercellige organismen – SE	16
Subdomein B4 Erfelijkheid en voortbestaan van leven – SE	18
Subdomein B5 Erfelijkheid en voortbestaan van leven – CE	18
Subdomein B6 Reageren op veranderingen – SE-CE	20
Subdomein B7 Reageren op veranderingen – SE	21
Subdomein B8 Reageren op veranderingen – CE	21
Domein C Denkwijzen	22
Domein D Vraagstukken	27
Subdomein D1 Vraagstukken	27
Subdomein D2 Contexten	30

Domein E Werkwijzen	30
Subdomein E1 Werkwijzen – SE	30
Subdomein E2 Werkwijzen – SE-CE	33
Domein F Zelfontwikkeling	36
Bijlage – Begrippenlijst biologie	39

1. Inleiding

Voor je ligt het conceptexamenprogramma biologie havo. 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 – havo 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 worden aangeboden. 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	Aard van de natuurwetenschappen en technologie	x	
Domein B	Concepten		
Subdomein B1	Biodiversiteit en verbondenheid van leven	x	
Subdomein B2	Cellen en meercellige organismen – CE		x
Subdomein B3	Cellen en meercellige organismen – SE	x	
Subdomein B4	Erfelijkheid en voortbestaan van leven – SE	x	
Subdomein B5	Erfelijkheid en voortbestaan van leven – CE		x
Subdomein B6	Reageren op veranderingen – SE-CE	x	x
Subdomein B7	Reageren op veranderingen – SE	x	
Subdomein B8	Reageren op veranderingen – CE		x
Domein C	Denkwijzen	x	x
Domein D	Vraagstukken		
Subdomein D1	Vraagstukken	x	
Subdomein D2	Contexten	x	x
Domein E	Werkwijzen		
Subdomein E1	Werkwijzen – SE	x	
Subdomein E2	Werkwijzen – SE-CE	x	x
Domein F	Zelfontwikkeling	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;
- een gastles volgen van twee medewerkers van een ingenieursbureau van wie de één een biologische en de ander een technische opleiding heeft gehad.

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 kindervens;
- een presentatie maken over de impact van visserij op mariene ecosystemen door de jaren heen.

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;
- verklaren 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;
- van een aantal voorbeelden bepalen of natuurwetenschappers dit kunnen onderzoeken;
- een poster maken over kruisingsexperimenten van Gregor Mendel die leidden tot kennis over overerving van eigenschappen.

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.

Domein B Concepten

Subdomein B1 Biodiversiteit en verbondenheid van leven

Eindterm 5

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

Het gaat hierbij om:

- beschrijven welke omzettingen van materie en energie plaatsvinden in organismen 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 kan worden uitgelegd waar 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.

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;
- beschrijven 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 dynamisch 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 verloop van de macro-evolutie in de tijd uitbeelden met de klas;
- een discussie voeren over de vraag of virussen wel of niet in de ordening van het leven passen.

Subdomein B2 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:

- benoemen van de substraten, reactieproducten en energieomzettingen bij fotosynthese, voortgezette assimilatie, aerobe en anaerobe dissimilatie;
- beschrijven van de rol van enzymen bij stofwisselingsprocessen;
- benoemen welke organellen een rol spelen bij stofwisseling in de cel en welke rol dat is;
- verklaren van de relatie tussen de bouw van het celmembraan en het type transport van stoffen in en uit cellen;
- beschrijven van relaties tussen stofwisselingsprocessen onderling en processen op hogere organisatieniveaus met behulp van een kwalitatief model.

Te denken valt aan:

- maken van een venndiagram waarin bladgroenkorrels en mitochondria worden vergeleken;
- een grafiek aflezen waarin substraten of reactieproducten van stofwisselingsprocessen zijn uitgezet tegen de tijd;
- spelen van een aangepaste versie van het spel 'Set' op basis van reactieproducten van stofwisselingsprocessen;
- 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;
- benoemen welke organellen een rol spelen bij eiwitsynthese in de cel en welke rol dat is;
- beschrijven hoe transcriptie gevolgd door translatie leidt 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;
- beschrijven dat 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;
- met behulp van fysieke modellen de stappen van DNA tot eiwit nabootsen;
- voorlichtingsmateriaal maken waarmee een genetisch consulent aan een patiënt kan uitleggen hoe bepaalde erfelijke afwijkingen kunnen worden veroorzaakt.

Subdomein B3 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 en opslag van stoffen bijdragen aan de instandhouding van een organisme.

Te denken valt aan:

- in een tekening van het hart, de bloedsomloop en een aantal organen de routes van verschillende stoffen aangeven;
- een visuele samenvatting maken van het transport van CO₂ 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 B4 Erfelijkheid en voortbestaan van leven – SE

Eindterm 12

De leerling toont inzicht in reproductie van virussen en organismen. (B)

Het gaat hierbij om:

- beschrijven van het reproductieproces van prokaryoten, eukaryoten en virussen;
- 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;
- een stripverhaal maken over voortplanting vanuit het perspectief van een chromosoom in een voorlopercel van een zaadcel;
- 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 B5 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:

- beschrijven hoe genotype en milieufactoren het fenotype van een organisme beïnvloeden;
- berekenen van mogelijke uitkomsten van monohybride kruisingen;
- beschrijven van verschillende patronen van overerving in stambomen en fenotypefrequenties in kruisingsschema'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 spiekbriefje maken met een stappenplan om stamboomvraagstukken op te lossen.

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 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;
- benoemen dat uit stamcellen gespecialiseerde cellen ontstaan met verschillende vormen en functies.

Te denken valt aan:

- bij een animatie van de mitose en meiose de belangrijkste verschillen noteren;
- een filmpje maken om stamceldonoren te werven en waarin de unieke eigenschappen van stamcellen worden genoemd.

Eindterm 15

De leerling toont inzicht in evolutionaire processen. (B)

Het gaat hierbij om:

- beschrijven 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.

Te denken valt aan:

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

Subdomein B6 Reageren op veranderingen – SE-CE

Eindterm 16

De leerling beschrijft de relatie tussen de werking en de functie van het afweersysteem bij de mens. (B)

Het gaat hierbij om:

- beschrijven hoe een immuunrespons in reactie op infecties en vaccinaties leidt tot instandhouding van een organisme;
- beschrijven van de totstandkoming van aangeboren en verworven immuniteit.

Te denken valt aan:

- een analogie formuleren tussen verdediging van een kasteel en de verschillende afweercellen;
- modellen maken om de werking van antistoffen en antigenen uit te leggen;
- een folder schrijven om ouders te informeren over de werking van de vaccinatie tegen de bof;
- een gastles volgen en samenvatten van iemand met een auto-immuunziekte.

Subdomein B7 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:

- beschrijven welke factoren de totstandkoming van gedrag beïnvloeden;
- benoemen van gedrag dat gekoppeld is aan bepaalde levensfasen en aan het vergroten van de overlevingskansen;
- beschrijven hoe gedrag kan veranderen op populatieniveau door selectie;
- analyseren hoe gedrag invloed heeft op het niveau van het organisme en de populatie 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;
- 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 B8 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 cellulaire interacties bij impulsgeleiding;
- analyseren hoe onderdelen van het zenuwstelsel gezamenlijk bijdragen aan homeostase in een organisme.

Te denken valt aan:

- impulsgeleiding simuleren door met alle leerlingen een wave te doen;
- op cellulair niveau uitleggen wat er bij de ziekte van Alzheimer gebeurt;
- op basis van casusbeschrijvingen van mensen met een visuele beperking of blindheid aangeven waar in de route van oog tot visuele cortex er blokkades kunnen zijn;
- een leerstrategie testen om woorden te associëren met beelden en deze koppelen aan 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;
- analyseren hoe onderdelen van het hormoonstelsel gezamenlijk bijdragen aan homeostase in een organisme.

Te denken valt aan:

- nabootsen van regulatie van bloedsuiker met huis-tuin-en-keukenmateriaal;
- een stroomdiagram maken om het effect van testosteroninjecties uit te leggen.

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;
- een papieren model maken van een plantencel en daarin aangeven wat de cel in- en uitgaat gedurende fotosynthese en aerobe dissimilatie;
- 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 lijst met mogelijke oorzaken voor het verlies van biodiversiteit onder insecten rangschikken van de meest tot minst aannemelijke, en hierover met elkaar in gesprek gaan;
- 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;
- afbeelden en toelichten van de verandering in de concentratie van koolstofdioxide in lucht gedurende één jaar;
- 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 slootwater 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 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 een aangereikt model aangeven hoe verschillende organen betrokken zijn bij hormonale regulatie en hoe dit verstoord kan raken;
- 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, materiestromen en omzettingen;
- de route van een koolstofatoom dat Julius Caesar uitademde tot in een spiercel van jezelf in een stripverhaal laten zien;

- een voorlichtingsfilmpje maken voor de website van een diëtistenpraktijk, 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 CO₂-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.

Te denken valt aan:

- in het dierenrijk zoeken naar voorbeelden van oppervlaktevergroting om uitwisseling van stoffen te verbeteren;
- de bouw en werking van een nierdialyse-apparaat beschrijven met behulp van kennis over samenstelling van het bloed;
- 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: "Is het belangrijk om de consumptie van suiker te verminderen en hoe kun je dat voor elkaar krijgen?";
- 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: "Wat zijn de mogelijkheden en onmogelijkheden van genetische modificatie bij het produceren van voedsel?";
- 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 te 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 beroepscontexten;
- 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 je moet doen om veilig en duurzaam te werken;
- formuleren van een mogelijke uitkomst.

Te denken valt aan:

- voorafgaand aan een onderzoek naar de groeisnelheid van gistcellen een lijst maken met benodigheden;
- voorafgaand aan het werken met de microscoop nadenken over hoeveel afval er aan het einde overblijft en hoe je dat kunt beperken;
- een hypothese opstellen bij het vergelijken van twee locaties tijdens veldwerk.

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 waar deze op 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.

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, vervolgopleidingen en toekomst. (E)**

Het gaat hierbij om:

- verkennen van de plaats en functie van biologie in de samenleving;
- oriënteren op sectoren, beroepen en vervolgopleidingen 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:

- bij een lijst van leerdoelen 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
Betrouwbaarheid (van metingen)	De mate waarin een meting bij herhaling hetzelfde resultaat oplevert. Betrouwbaarheid komt ook in andere combinaties voor; daar heeft het geen speciale betekenis.
Communicatievorm	Verbale, non-verbale, schriftelijke of visuele communicatie.
Concept	Begrip, idee of theorie om verschijnselen en systemen te begrijpen en te verklaren.
Context	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.
Data	Gegevens. Resultaat van waarnemingen.
Denkwijze	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 crosscutting concepts uit de Next Generation Science Standards.
Diagram	Grafische weergave van numerieke informatie, bijvoorbeeld een grafiek of histogram.
Instrument: analoog en digitaal	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.

Model: algemeen	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.
Model: kwalitatief	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.
Model: wiskundig	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.
Natuurlijke omgeving	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.
Passend afronden	Het afronden bij een berekening in het aantal cijfers gelijk aan dat van het getal met de kleinste nauwkeurigheid.
Patroon	Een regelmaat in een aantal waarnemingen.
Plan van aanpak	Plan voor het uitvoeren van een onderzoek of ontwerp.
Praktische activiteit	Een onderzoek of een deelactiviteit daarvan
Proces	De manier waarop iets verloopt. Dit kan natuurlijk zijn of door mensen bedacht en/of beïnvloed.
Samenhang (tussen variabelen)	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.
Stof	Materie of materiaal.
Systeem	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.

Technologie	Het geheel van door de mens bedachte en nog te bedenken oplossingen voor problemen en behoeftes.
Verdeling (van data)	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.
Verdelingskenmerk	Kenmerk van de verdeling van data, zoals modus, mediaan, gemiddelde, spreidingsbreedte, en standaardafwijking.
Vraag	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.
Vraagstuk	Groter, overkoepelend cluster van vragen waarvoor natuurwetenschappelijke en technologische kennis nodig is voor de beantwoording.
Werkwijze	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 practices uit de Next Generation Science Standards.



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
W www.slo.nl

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