

Biologie

2^{de} graad D-finaliteit
II-Bio-d

BRUSSEL

D/2024/13.758/027

Versie juni 2024

1 Inleiding

De uitrol van de modernisering secundair onderwijs gaat gepaard met een nieuwe generatie leerplannen. Leerplannen geven richting en laten ruimte. Ze faciliteren de inhoudelijke dynamiek en de continuïteit in een school en lerarenteam. Ze garanderen binnen het kader dat door de Vlaamse regering werd vastgelegd voldoende vrijheid voor schoolbesturen om het eigen pedagogisch project vorm te geven vanuit de eigen schoolcontext. Leerplannen zijn ingebed in het vormingsconcept van de katholieke dialoogschool. Ze versterken het eigenaarschap van scholen die d.m.v. eigen beleidskeuzes de vorming van leerlingen gestalte geven. Leerplannen laten ruimte voor het vakinhoudelijk en pedagogisch-didactisch meesterschap van de leraar, maar bieden ondersteuning waar nodig.

1.1 Het leerplanconcept: vijf uitgangspunten

Leerplannen vertrekken vanuit het **vormingsconcept** van de katholieke dialoogschool. Ze laten toe om optimaal aan te sluiten bij het pedagogisch project van de school en de beleidsbeslissingen die de school neemt vanuit haar eigen visie op onderwijs (taalbeleid, evaluatiebeleid, zorgbeleid, ICT-beleid, kwaliteitsontwikkeling, keuze voor vakken en lessen ...).

Leerplannen ondersteunen **kwaliteitsontwikkeling**: het leerplanconcept spoort met kwaliteitsverwachtingen van het Referentiekader onderwijskwaliteit (ROK). Kwaliteitsontwikkeling volgt dan als vanzelfsprekend uit keuzes die de school maakt bij de implementatie van leerplannen.

Leerplannen faciliteren een **gerichte studiekeuze**. De leerplandoelen sluiten aan bij de verwachte competenties van leerlingen in een bepaald structuuronderdeel. De feedback en evaluatie bij de realisatie ervan beïnvloeden op een positieve manier de keuze van leerlingen na elke graad.

Leerplannen gaan uit van de **professionaliteit** van de leraar en het **eigenaarschap** van de school en het lerarenteam. Ze bieden voldoende ruimte voor eigen inhoudelijke keuzes en een eigen didactische aanpak van de leraar, het lerarenteam en de school.

Leerplannen borgen de **samenhang** in de vorming. Die samenhang betreft de verticale samenhang (de plaats van het leerplan in de opbouw van het curriculum) en de horizontale samenhang tussen vakken binnen structuuronderdelen en over structuuronderdelen heen. Leerplannen geven expliciet aan voor welke leerplandoelen van andere leerplannen in de school verdere afstemming mogelijk is. Op die manier faciliteren en stimuleren de leerplannen leraren om over de vakken heen samen te werken en van elkaar te leren. Een verwijzing van een leraar naar de lessen van een collega laat leerlingen niet alleen aanvoelen dat de verschillende vakken onderling samenhangen en dat ze over dezelfde werkelijkheid gaan, maar versterkt ook de mogelijkheden tot transfer.

1.2 De vormingscirkel – de opdracht van secundair onderwijs

De leerplannen vertrekken vanuit een gedeelde inspiratie die door middel van een vormingscirkel voorgesteld wordt. We 'lezen' de cirkel van buiten naar binnen.

- Een lerarenteam werkt in een katholieke dialoogschool die onderwijs verstrekt vanuit een **specifieke traditie**. Vanuit het eigen pedagogisch project kiezen leraren voor wat voor hen en hun school goed



onderwijs is. Ze wijzen leerlingen daarbij de weg en gebruiken daarvoor **wegwijzers**. Die zijn een inspiratiebron voor leraren en zorgen voor een Bijbelse 'drive' in hun onderwijs.

- De kwetsbaarheid van leerlingen ernstig nemen betekent dat elke leerling **beloftevol** is en alle leerkansen verdient. Die leerling is **uniek als persoon** maar ook **verbonden** met de klas, de school en de bredere samenleving. Scholen zijn **gastvrije plaatsen** waar leerlingen en leraren elkaar ontmoeten in diverse contexten. De leraar vormt zijn leerlingen vanuit een **genereuze** attitude, hij geeft om zijn leerlingen en hij houdt van zijn vak. Hij durft af en toe de gebaande paden verlaten en stimuleert de **verbeelding en creativiteit** van leerlingen. Zo zaait hij door zijn onderwijs de kiemen van een hoopvolle, **meer duurzame en meer rechtvaardige wereld**.
- Leraren vormen leerlingen door middel van leerinhouden die we groeperen in negen **vormingscomponenten**. De aaneengesloten cirkel van vormingscomponenten wijst erop dat vorming een geheel is en zich niet in schijfjes laat verdelen. Je kan onmogelijk over taal spreken zonder over cultuur bezig te zijn; wetenschap en techniek hebben een band met economie, wiskunde, geschiedenis ... Dwarsverbanden doorheen de vakken zijn belangrijk. De vormingscirkel vormt dan ook een dynamisch geheel van elkaar voortdurend beïnvloedende en versterkende componenten.
- Vorming is voor een leraar nooit te herleiden tot een cognitieve overdracht van inhouden. Zijn meesterschap en passie brengt een leraar ertoe om voor iedere leerling de juiste woorden en gebaren te zoeken om **de wereld te ontsluiten**. Hij introduceert leerlingen in de wereld waarvan hij houdt. Een leraar zorgt er bijvoorbeeld voor dat leerlingen kunnen worden gegrepen door de cultuur van het Frans of door het ambacht van een metselaar. Hij initieert leerlingen in een wereld en probeert hen zover te brengen dat ze er hun eigen weg in kunnen vinden.
- Een leraar vormt leerlingen als **individuele leraar**, maar werkt ook binnen **lerarenteams** en binnen een **beleid van de school**. Het Gemeenschappelijk funderend leerplan helpt daartoe. Het zorgt voor het fundament van heel de vorming dat gerealiseerd wordt in vakken, in projecten, in schoolbrede initiatieven of in een specifieke schoolcultuur.
- De uiteindelijke bedoeling is om **alle leerlingen** kwaliteitsvol te vormen. Leerlingen zijn dan ook het hart van de vormingscirkel, zij zijn het op wie we inzetten. Zij dragen onze hoop mee: de nieuwe generatie die een meer duurzame en meer rechtvaardige wereld zal creëren.



1.3 Ruimte voor leraren(teams) en scholen

De leraar als professional, als meester in zijn vak krijgt vrijheid om samen met zijn collega's vanuit de leerplannen aan de slag te gaan. Hij kan eigen accenten leggen en differentiëren vanuit zijn passie, expertise, het pedagogisch project van de school en de beginsituatie van zijn leerlingen.

De leerplandoelen zijn noch chronologisch, noch hiërarchisch geordend. Ze laten ruimte aan het lerarenteam en de individuele leraar om te bepalen welke leerplandoelen op welk moment worden samengenomen, om didactische werkvormen te kiezen, contexten te bepalen, eigen leerlijnen op te bouwen, vakoverschrijdend te werken, flexibel om te gaan met een indicatie van onderwijstijd.

1.4 Differentiatie

Om optimale leerkansen te bieden is [differentiëren](#) van belang in alle leerlingengroepen. Leerlingen voor wie dit leerplan is bestemd, behoren immers wel tot dezelfde doelgroep, maar bevinden zich niet noodzakelijk in dezelfde beginsituatie. Zij hebben een niet te onderschatten – maar soms sterk verschillende – bagage mee vanuit de onderliggende graad, de thuissituatie en vormen van informeel leren. Het is belangrijk om zicht te krijgen op die aanwezige kennis en vaardigheden en vanuit dat gegeven, soms gedifferentieerd, verder te bouwen. Positief en planmatig omgaan met verschillen tussen leerlingen verhoogt de motivatie, het welbevinden en de leerwinst voor elke leerling.

De leerplannen bieden kansen om te differentiëren door te verdiepen en te verbreden en door de leeromgeving aan te passen. Ze nodigen ook uit om te differentiëren in evaluatie.

Differentiatie door te verdiepen en te verbreden

Sommige leerlingen denken meer conceptueel en abstract. Andere leerlingen komen vanuit een meer concrete benadering sneller tot inzichtelijk denken. Variëren in abstractie spreekt leerlingen aan op hun capaciteiten en daagt hen uit om van daaruit te groeien.

Daarnaast bieden leerplannen kansen om de complexiteit van leerinhouden aan te passen. Dat kan door een complexere situatie te schetsen, een minder ingewikkelde bewerking of handeling voor te stellen, of door meer kennis of vaardigheden aan te bieden om leerlingen uit te dagen.

De ene context kan betekenisvol zijn voor een leerlingengroep, terwijl een andere context dan weer betekenisvoller kan zijn voor een andere leerlingengroep. Leerinhouden in verschillende contexten aanbrengen biedt kansen om leerlingen aan te spreken op hun interesses en daagt hen tegelijk uit om andere interesses te verkennen en zo hun horizon te verruimen.

In 'extra' wenken bij de leerplandoelen en in beperkte mate ook via keuzeleerplandoelen bieden we je inspiratie om te differentiëren door te verdiepen en te verbreden.

Differentiatie door de leeromgeving aan te passen

Doordachte variatie in werkvormen (groepswork, individueel, auditief, visueel, actief ...) vergroot de kans dat leerdoelen worden gerealiseerd door alle leerlingen. Het helpt hen bovendien ontdekken welke manieren van leren en informatie verwerken best bij hen passen.

De ene leerling kan snel of zelfstandig werken, de andere heeft meer tijd of begeleiding nodig. Variëren in de mate van ondersteuning, gericht aanbieden van hulpmiddelen (voorbeelden, schrijfkaders, stappenplannen ...) en meer of minder tijd geven, daagt leerlingen uit op hun niveau en tempo.

Leerlingen op hun niveau en vanuit eigen interesses laten werken kan door te differentiëren in product, bijvoorbeeld door leerlingen te laten kiezen tussen opdrachten die leiden tot verschillende eindproducten.

Het samenstellen van groepen kan een effectieve manier zijn om te differentiëren. Rekening houden met verschil in leerdoelen en leerlingenkenmerken laat leerlingen toe van en met elkaar te leren.

Technologie kan al die vormen van differentiatie ondersteunen. Zo kunnen leerlingen op hun maat werken met digitale leermiddelen zoals educatieve software of online oefenprogramma's.

Differentiatie in evaluatie

Tenslotte laten de leerplannen toe te differentiëren in [evaluatie](#) en feedback. Evalueren is beoordelen om te waarderen, krachtiger te maken en te sturen.

Na de afronding van een lessenreeks of na een langere periode gaan leraren door middel van summatieve evaluatie na waar leerlingen staan. De keuze van een evaluatie- en feedbackvorm is afhankelijk van de vooropgestelde doelen.



Formatieve evaluatie is geïntegreerd in het leerproces en gaat uit van een actieve betrokkenheid van leraar en leerling. Het zet leerlingen aan het denken over hun vorderingen en laat leraren toe om tijdens het leerproces effectieve feedback te geven. Door middel van formatieve evaluatie krijgen leraren een goed zicht op het leerproces van leerlingen zodat ze het verder gericht en waar nodig kunnen bijsturen. Het is bovendien een rijke bron voor leraren om te reflecteren over de eigen onderwijspraktijk en de eigen pedagogisch-didactische aanpak bij te sturen.

1.5 Opbouw van leerplannen

Elk leerplan is opgebouwd volgens een vaste structuur. Alle onderdelen maken inherent deel uit van het leerplan. Schoolbesturen van Katholiek Onderwijs Vlaanderen die de leerplannen gebruiken, verbinden zich tot de realisatie van het gehele leerplan.

De **inleiding** licht het leerplanconcept toe en gaat dieper in op de visie op vorming, de ruimte voor leraren(teams) en scholen en de mogelijkheden tot differentiatie.

De **situering** geeft aan waarop het leerplan is gebaseerd en beschrijft de samenhang binnen de graad en met de onderliggende graad, en de plaats in de lessentabel.

In de **pedagogisch-didactische duiding** komen de inbedding in het vormingsconcept, de krachtlijnen, de opbouw, de leerlijnen, de aandachtspunten met o.m. nieuwe accenten van het leerplan aan bod.

De **leerplandoelen** zijn helder geformuleerd en geven aan wat van leerlingen wordt verwacht. Waar relevant geeft een opsomming of een afbakening (★) aan wat bij de realisatie van het leerplandoel aan bod moet komen. Ook pop-ups bevatten informatie die noodzakelijk is bij de realisatie van het leerplandoel. De leerplandoelen zijn gebaseerd op de minimumdoelen van de basisvorming, de cesuurdoelen of de doelen die leiden naar een beroepskwalificatie. Indien een leerplandoel verder gaat, vind je een '+' bij het nummer van het leerplandoel. Al die leerplandoelen zijn verplicht te realiseren. In een aantal gevallen zijn keuzedoelen opgenomen; die leerplandoelen zijn weergegeven in een grijze kleur en het nummer van het leerplandoel wordt voorafgegaan door 'K'.

De leerplandoelen zijn ingedeeld in een aantal rubrieken. Bovenaan elke rubriek vind je de relevante minimumdoelen van de basisvorming, de cesuurdoelen en/of doelen die leiden naar een of meer beroepskwalificaties, afhankelijk van de finaliteit. Als leraar hoef je je die taal niet eigen te maken. Het volstaat dat je de leerplandoelen realiseert zoals opgenomen in het leerplan.

Waar relevant wordt de samenhang met andere leerplannen in dezelfde graad aangegeven, evenals de samenhang met de onderliggende graad.

'Duiding' bij een leerplandoel bevat een noodzakelijke toelichting bij het doel. In pedagogisch-didactische wenken vinden leraren inspiratie om met het leerplandoel aan de slag te gaan. Een rubriek 'extra' bij een leerplandoel biedt leraren inspiratie om verder te gaan dan wat het leerplandoel minimaal vraagt.

De **basisuitrusting** geeft aan welke materiële uitrusting vereist is om de leerplandoelen te kunnen realiseren.

Het **glossarium** bevat een overzicht van handelingswerkwoorden die in alle leerplannen van de graad als synoniem van elkaar worden gebruikt of meer toelichting nodig hebben.

De **concordantie** geeft aan welke leerplandoelen gerelateerd zijn aan bepaalde minimumdoelen, cesuurdoelen of doelen die leiden naar een of meer beroepskwalificaties.

2 Situering

Het leerplan is gebaseerd op minimumdoelen van de basisvorming Wetenschappen en STEM.

2.1 Samenhang met de eerste graad

Het leerplan Biologie (II-Bio-d) van de tweede graad D-finaliteit bouwt verder op het leerplan Natuurwetenschappen (I-Nat-a).

2.2 Samenhang in de tweede graad

Het leerplan Biologie bestaat uit twee leerplanonderdelen: STEM-doelen en leerplandoelen Biologie. De leerplandoelen Biologie zijn identiek aan de leerplandoelen Biologie in het leerplan Natuurwetenschappen (II-Nat-d).

De wetenschapsdomeinen chemie en fysica komen aan bod in het leerplan Technologische wetenschappen.

Bijkomende informatie kan je raadplegen op de [leerplanpagina](#).

2.3 Plaats in de lessentabel

Het leerplan is gebaseerd op minimumdoelen van de basisvorming.

Het leerplan is gericht op één graaduur en is bestemd voor de volgende studierichting: Technologische wetenschappen.

Het geheel van de algemene en specifieke vorming in elke studierichting vind je terug op de [PRO-pagina](#) met alle vakken en leerplannen die gelden per studierichting.

3 Pedagogisch-didactische duiding

3.1 Natuurwetenschappen en het vormingsconcept

Het leerplan Biologie is ingebed in het vormingsconcept van de katholieke dialoogschool. In het leerplan ligt de nadruk op de natuurwetenschappelijke vorming. De wegwijzers duurzaamheid en verbeelding maken er inherent deel van uit.

Natuurwetenschappelijke en technische vorming

Via de verschillende wetenschapsvakken verwerven jongeren op een methodische wijze betrouwbare kennis. Leerlingen stellen hun denkbeelden bij door ze te confronteren met denkbeelden van anderen en door samen te argumenteren. Door het inzetten van wetenschappelijke concepten leren leerlingen een fysische werkelijkheid of een natuurlijk fenomeen te vatten. Daarnaast leren ze om wetenschappelijke, technische en wiskundige inzichten in te zetten om complexe vragen of levensechte problemen op te lossen. Verwondering, het voeden van nieuwsgierigheid zijn een belangrijke motor om verschijnselen op een wetenschappelijke manier te beschrijven en te verklaren. Niet alleen de inhouden maar vooral de duurzaamheid van kennis en vaardigheden, het zelf denken en kritisch zijn, het zelf kunnen onderzoeken en ontwerpen zijn richtinggevend.

In wetenschappen wordt kennis opgebouwd vanuit een natuurwetenschappelijke methode. Daarbij wordt het onderzoekend leren/leren onderzoeken in het lesgebeuren en in het uitvoeren van practica geïntegreerd. Leerlingen leren om in verschillende contexten aan de hand van hulpmiddelen en meetinstrumenten te observeren, te meten, te onderzoeken en te experimenteren. Ze leren op een veilige en duurzame manier omgaan met materialen, chemische stoffen, levende materie en technische systemen.



Een vlot gebruik van informaticatechnologieën in wetenschappen kan een sterk hulpmiddel zijn. berekeningen die, handmatig uitgevoerd, langdurig en lastig zijn, kunnen in een oogwenk worden afgehandeld door gebruik van een gepast programma. Computers zijn hét hulpmiddel bij uitstek om grote hoeveelheden data te ordenen en te structureren, patronen te zoeken en te communiceren. Ook simulatiesoftware kan een krachtig hulpmiddel zijn bij conceptvorming en inzicht in abstracte begrippen. Dit geldt zowel voor het bekijken en gebruiken van simulaties, als voor het zelf creëren ervan.

Wiskundige vorming

Wiskunde is een taal om patronen in de werkelijkheid compact en ondubbelzinnig te beschrijven, en wordt daarvoor veelvuldig gebruikt in wetenschap en techniek. Een vlot gebruik van wiskundige symbolen en kennis van bewerkingen en conventies zijn noodzakelijke vaardigheden om zowel wetenschappelijke kennis te verwerven als om te communiceren. Wiskunde is ook een krachtig instrument om complexe problemen te beschrijven en op te lossen. De lessen wetenschappen bieden een waaier aan opportuniteiten om de leerlingen te laten inzien hoe (op het eerste zicht abstracte) wiskundige technieken concrete toepassingen hebben. De leerlingen kunnen op deze manier dieper inzicht in en appreciatie voor wiskunde verwerven, terwijl ze hun wetenschappelijke kennis verdiepen.

Maatschappelijke vorming

Wetenschappen vervullen een cruciale rol in onze samenleving. De ontwikkelingen in de geneeskunde, telecommunicatie, biotechnologie ... hebben een grote impact op het welzijn van mensen. Wetenschappen hebben ook een rol te spelen in het creëren van een samenleving waarin onderzoeks- & innovatiepraktijken streven naar duurzame, ethisch aanvaardbare en maatschappelijk gewenste resultaten. In de diverse wetenschapsvakken willen we de maatschappelijke betrokkenheid bij leerlingen bevorderen. Leerlingen moeten kunnen bijdragen aan en hun zegje doen over onderzoek en innovatie en kritisch reflecteren over de rol van de mens in het systeem aarde.

Duurzaamheid en verbeelding

Werken vanuit duurzaamheid legt sterk de nadruk op de intrinsieke verbondenheid van alle dingen en mensen en op het behoud en de verbetering van een duurzame wereld. Inhoudelijk gaat het ook om het belang van biodiversiteit en duurzaam omgaan met technologie met aandacht voor ecologie. Verbeelding in het leerplan geeft leraren en leerlingen zuurstof om uitdagingen, vragen en problemen niet op één bepaalde manier op te lossen of te beantwoorden en om vooropgestelde methodes niet slaafs te volgen. De wetenschappelijke praktijk heeft immers in essentie een creatief karakter.

Uit die vormingscomponenten en wegwijzers zijn de krachtlijnen van het leerplan ontstaan.

3.2 Krachtlijnen

Wetenschappelijke inzichten opbouwen voor de burger en professional van morgen

Leerlingen leren concepten uit Biologie. Op vlak van Biologie komen eigenschappen van levende systemen aan bod.

Wetenschappelijke methoden, denk- en werkwijzen en vaardigheden inzetten om betrouwbare kennis en aangepaste oplossingen te ontwikkelen

Leerlingen leren wetenschappelijke methoden toepassen. Daarbij leren ze ook om te werken met materialen, stoffen en organismen.

Inzicht ontwikkelen in de verbanden tussen wetenschappen, wiskunde, technologie en de samenleving

STEM kan niet los worden gezien van de samenleving. Ideeën die worden ontwikkeld over natuur, (bio-)techniek of wiskunde en de concrete inzet van deze ideeën in menselijke activiteiten, technische systemen en (veranderings)processen beïnvloeden maatschappelijke denkbeelden en vice versa. Daartoe analyseren leerlingen interacties tussen STEM en samenleving.

3.3 Opbouw

Het leerplan is opgebouwd uit inhoudsoverschrijdende STEM-doelen en inhoudsgebonden doelen Biologie.

Het is niet de bedoeling om de STEM-doelen als een apart gegeven te benaderen. Ze komen steeds in combinatie met conceptuele doelen van Biologie aan bod.

In het leerplan Technologische wetenschappen (II-TeWe-d) komen er meer STEM-doelen aan bod. Het is aangewezen om binnen het schoolteam afspraken te maken over het realiseren van de gemeenschappelijke STEM-doelen.

Overzicht van onderdelen in het leerplan

STEM-doelen (basis)	Biologie (basis)
Onderzoek voeren aan de hand van een wetenschappelijke methode	Homeostase: • Feedbacksysteem • Coördinatie reacties op prikkels
Veilig en duurzaam werken met materialen, stoffen en organismen	Voortplanting: hormonale regeling
STEM-interacties in de samenleving analyseren	Biodiversiteit
	Interactie tussen organismen
	Materie- en energiestromen in ecosystemen
1 graaduur	

3.4 Leerlijnen

3.4.1 Samenhang met de eerste graad

Biologie	Eerste graad	Tweede graad II-Nat-d; II-Bio-d; II-BiCh-d
Structuur, functie en informatieverwerking KERNIDEE: levende wezens bestaan uit cellen met een gelijkaardige structuur	Organisatieniveaus Celstructuren	
		Virussen, bacteriën, schimmels
		Prikkelontvangst – en verwerking Homeostase
Materie en energie in organismen en ecosystemen KERNIDEE: in ecosystemen concurreren organismen om materie en energie	Biotoop	Interacties tussen organismen
	Stof- en energieomzetting Transport in een organisme	
	Fotosynthese	
		Materie- en energiestromen in ecosysteem
Groei, ontwikkeling en reproductie van organismen	Aseksuele en seksuele voortplanting	



	Voortplanting bij de mens	Voortplanting bij de mens: hormonale regeling
Natuurlijke selectie en evolutie	Biodiversiteit Verband organisme en omgeving	
KERNIDEE: organismen evolueren door overerving, variatie en selectie van kenmerken		

STEM Eerste graad	Tweede graad
Onderzoek voeren aan de hand van een wetenschappelijke methode	
Meetinstrumenten gebruiken, grootheden en eenheden	
Veilig en duurzaam werken	
Wisselwerking tussen wetenschappen, technologie, wiskunde en de maatschappij	

3.4.2 Samenhang in de tweede graad

In het leerplan Biologie vinden we een methodische en inhoudelijke relatie met inhoud uit het leerplan Wiskunde. Ook met Aardrijkskunde is er een element van samenhang.

Leerinhoud Wiskunde	Leerinhoud II-Bio-d
Fenomenen beschrijven uit de realiteit aan de hand van wiskundige concepten	Wisselwerking tussen wetenschappen, technologie en de maatschappij
Leerinhoud Aardrijkskunde	Leerinhoud II-Bio-d
Kringlopen	Materie- en energiestromen

3.5 Aandachtspunten

3.5.1 Oriëntatie van het leerplan

Wetenschappelijke vorming kan verschillende oriëntaties aannemen: naargelang de studierichting kan de nadruk eerder liggen op een doorgedreven wetenschappelijke vorming voor de STEM-professional van morgen dan wel op de vorming van wetenschappelijke geletterdheid voor de burger van morgen. De pedagogisch-didactische aanpak vertrekt dan van een eerder conceptuele dan wel contextuele structuur van de vorming.

In dit leerplan ligt de nadruk op wetenschappelijke geletterdheid voor de burger van morgen met elementen van wetenschappelijke vorming voor de professional van morgen.

3.5.2 Samenhang tussen wetenschappen

Betekenisvol STEM-onderwijs doorbreekt de grenzen van traditionele disciplines en leert verbanden leggen tussen concepten, fenomenen en toepassingen. Die samenhang komt op drie verschillende manieren in het leerplan aan bod:

- Vertrekken vanuit de ideeën en interesses van de leerlingen. Om dat concreet vorm te geven in de didactische praktijk kan je als leraar de concept-contextbenadering hanteren.
- De STEM-doelen (vaardigheden) in het leerplan doelgericht combineren met inhoudelijke doelen Biologie, Chemie en/of Fysica. Aan de hand van de STEM-doelen kunnen leerlingen de rol van een aantal vakdiscipline-overschrijdende werkwijzen ervaren.

- Gebruik maken van STEM-concepten. Dat zijn vakdiscipline-overschrijdende denkwijzen om natuurlijke en technische systemen te beschrijven of te analyseren. Bij doelen Biologie, Chemie en Fysica vind je bij de wenken inspiratie om ze aan bod te laten komen.

Die drie manieren om meer samenhang en betekenisgeving in het STEM-onderwijs te verkrijgen overschrijden de grenzen van dit leerplan want ze komen in meerdere vakken en over de graden en finaliteiten heen aan bod. Een lerarenteam kan de samenhang tussen S, T, E en M via de geschetste drie manieren nastreven en op die manier werken aan STEM op niveau van het leerplan en verbindingen leggen naar STEM in andere vakken. Een geïntegreerde aanpak van STEM-onderwijs vraagt visievorming en overleg in de betrokken vakgroepen.

Methodische samenhang tussen wetenschappen vanuit de STEM-doelen

De STEM-doelen zijn overkoepelende, breed-wetenschappelijke werkwijzen of procedures. De doelen verwijzen naar karakteristieke werkwijzen die terug te vinden zijn bij onderzoekers, ingenieurs, ontwerpers, technici ... De STEM-doelen bouwen voort op de STEM-doelen in leerplannen van de eerste graad. Daarin staat het voeren van onderzoek en het probleemoplossend denken centraal.

Als leerlingen de STEM-doelen inoefenen met verschillende inhoud en in verschillende contexten krijgen zij kansen om vlotter tot transfer te komen. Daardoor kan het schoolteam verbanden tussen kennis en vaardigheden op verschillende manieren benaderen en meer betekenis geven aan de doelen.

Onderzoekend leren, leren onderzoeken en practicum

Onderzoekend leren is een belangrijk element in goed STEM-onderwijs en biedt kansen om:

- leerlingen te motiveren vanuit hun verwondering bij het waarnemen van verschijnselen;
- geïnformeerd te leren werken met meetinstrumenten, hulpmiddelen en stoffen;
- ideeën over fenomenen en systemen experimenteel te toetsen en te reflecteren over het wetenschappelijk belang van het empirisch testen van die ideeën;
- onderzoeksvaardigheden en een onderzoekende houding te ontwikkelen: kritisch willen zijn, willen begrijpen, willen delen, willen vernieuwen, nauwkeurigheid, objectief waarnemen, planmatig werken ...

Voor de eerste twee doelen kunnen goed via experimenten worden aangeleerd. Om begrippen te leren en ze vast te zetten en om onderzoeksvaardigheden te ontwikkelen blijkt practicum geen superieure werkvorm. Effectief practicum heeft een afgebakend leerdoel en activeert het bijbehorend denkproces. Om het doelgericht karakter van practicum en de bijhorende didactiek aan te scherpen kan je een gericht practicum inzetten zoals onderzoekspracticum, begripspracticum, apparatuurpracticum.

Mogelijke leerlijnen in practicum:

- Via autonomie: de graad van begeleiding varieert van gesloten naar open practicum om gericht te werken aan toenemende aandacht voor kwaliteit van onderzoek.
- Via complexiteit: de nadruk ligt op zo zelfstandig mogelijk werken vanuit eenvoudige practica naar practica met toenemende complexiteit.

Het is weinig zinvol om een minimumaantal experimenten te omschrijven die leerlingen dienen uit te voeren in een labo. Zo kunnen onderzoeksvaardigheden en begripsontwikkeling ook via meer aanbiedende werkvormen aan bod komen. Ook demo-experimenten, filmmateriaal, concept cartoons ... kunnen een belangrijke rol spelen. Vanuit dat perspectief hoeft een doelgericht practicum niet altijd een volledig lesuur te duren.

Samenhang vanuit het gebruik van STEM-concepten



STEM-professionals hanteren STEM-concepten als ‘typische denkwijzen’ die kennis uit verschillende disciplines met elkaar verbinden. De STEM-concepten kunnen een hulpmiddel en leidraad zijn om fenomenen of systemen te analyseren of te beschrijven. Ze helpen om vanuit een bepaald perspectief te kijken naar het systeem. Via de STEM-concepten ontwikkelen leerlingen geleidelijk aan een breder en dieper inzicht in vakinhouden en ontdekken ze overeenkomsten met andere inhouden. Ze kunnen apart of gecombineerd worden ingezet.

STEM-concepten:

- systemen en modellen ervan;
- patronen herkennen;
- relatie tussen structuur en functie;
- stromen en behoud van energie, materie en informatie;
- oorzaak en gevolg, terugkoppeling;
- stabiliteit, verandering en verstoringen;
- invloed van verhouding en hoeveelheid.

In heel wat leerplandoelen staan suggesties die verduidelijken hoe de STEM-concepten kunnen worden gebruikt in combinatie met vakinhouden.

3.5.3 Dissecties als werkvorm

Het uitvoeren van proeven op dieren is een onderwerp dat momenteel in het maatschappelijk-ethisch debat ter discussie staat. Het al of niet uitvoeren van dissecties in het secundair onderwijs kan als een uitloper van dergelijke discussie worden gezien. De huidige wettelijke bepalingen verbieden dissecties in het secundair onderwijs niet.

Het ethisch kader dat de mens in de maatschappij hanteert, verandert voortdurend. Voor jongeren is het onderwijs een belangrijke factor bij het ondersteunen en opbouwen van een eigen ethisch waardepatroon. Om daaraan tegemoet te komen zijn in onze leerplannen geen leerplandoelen opgenomen die dissectie als werkvorm opleggen. Bij de wenken worden ook andere didactische werkvormen voorgesteld zoals modellen, filmpjes, animaties, afbeeldingen, tekeningen die het realiseren van het leerplandoel ondersteunen.

Op de [leerplanpagina](#) vind je een aantal wenken en vragen die je kunnen ondersteunen bij het uitwerken van een schooleigen beleid.

3.6 Leerplanpagina

Wil je als gebruiker van dit leerplan op de hoogte blijven van inspirerend materiaal, achtergrond, professionalisering en lerarennetwerken, surf dan naar de [leerplanpagina](#).



4 Leerplandoelen

4.1 STEM-doelen

Minimumdoelen, cesuurdoelen of doelen die leiden naar BK

LPD 1 S De leerlingen voeren onderzoek aan de hand van een wetenschappelijke methode om kennis te ontwikkelen en vragen te beantwoorden.

Samenhang tweede graad: onderzoek voeren (II-TeWe-d LPD 3)

1ste graad: onderzoek voeren (I-Nat-a LPD 1)

Wenk: Relevante deelvaardigheden die aan bod kunnen komen bij het voeren van onderzoek:

- vanuit criteria een onderzoeksvraag formuleren;
- een beredeneerde hypothese formuleren;
- een onderzoeksplan opstellen;
- data waarnemen en verzamelen;
- data analyseren en conclusies trekken;
- een hypothese toetsen en een antwoord formuleren op een onderzoeksvraag;
- reflecteren en communiceren over de gekozen methodologie en resultaten.

Wenk: In de realisatie van dit leerplandoel is het belangrijk dat leerlingen inzicht ontwikkelen in de manier waarop betrouwbare kennis ontstaat en hoe wetenschappelijke methoden daar kunnen toe bijdragen door die zelf eens uit te voeren in onderzoeksactiviteiten. Deze kunnen worden beperkt in complexiteit of kunnen sterk worden begeleid. Zo kan je ook taalsteun geven bijv. aan de hand van spreek- en of schrijfkaders.

Wenk: Leerlingen hoeven niet alle vaardigheden in te oefenen bij elk onderzoek. Ze kunnen ook aan bod komen bij demonstratie-experimenten of simulaties. Zo hoeven data niet altijd in eigen experimenteel onderzoek verzameld te worden maar kan ook gebruik worden gemaakt van gegeven data. Wetenschappelijk onderzoek mag niet worden voorgesteld als het toepassen van een uniforme wetenschappelijke methode die verloopt volgens een vast ritueel of recept.

Wenk: In wetenschappelijk onderzoek is er altijd wisselwerking tussen de creatieve menselijke ideeënwereld (hypothesen, modellen, theorieën) en data uit waarnemingen (observatie, experiment, meting, test) om betrouwbare verklaringen en oplossingen te ontwikkelen. In die wisselwerking staat kritische argumentatie centraal. Daarom is het van belang dat leerlingen lezen, schrijven en discussiëren over wetenschappelijke ideeën en die confronteren met waarnemingen.

Wenk: Goede observaties waarin een aantal variabelen kunnen worden onderscheiden geven vaak spontaan aanleiding tot interessante onderzoeksvragen.

LPD 2 S De leerlingen werken op een veilige en duurzame manier met organismen.



Samenhang tweede graad: veilig en duurzaam werken (II-TeWe-d LPD 2)

1ste graad: veilig en duurzaam werken (I-Nat-a LPD 4)

Wenk: Duurzaam omgaan met organismen bv. bacteriën, dieren, planten, schimmels: streven naar vervanging of vermindering waar mogelijk, geschikte bewaringstechnieken gebruiken; zorgen voor optimale voeding of voedingsregime, voor aangepaste huisvesting of omgeving (ook na gebruik in de klas), correct omgaan met biologisch afval.

Wenk: Voorbeelden van goede praktijken voor veilig en duurzaam werken:

- omgaan met chemisch afval;
- ordelijk werken, productetiketten interpreteren;
- alert zijn voor energie die kan vrijkomen onder de vorm van warmte, geluid, straling, elektriciteit;
- onderhouden van systemen zoals reinigen van glaswerk en balans, preventief onderhoud door juist gebruik van hulpmiddelen.

Wenk: Je kan aandacht besteden aan geïnformeerd werken door gebruik van informatie zoals instructiekaarten voor technische systemen, H/P-zinnen, pictogrammen, symbolen, onderhoudsvoorschriften, handleidingen en (werk)tekeningen.

Wenk: Je gebruikt als leraar de COS-brochure om op een verantwoorde en veilige manier om te gaan met chemische stoffen op school.

LPD 3 S De leerlingen analyseren de wisselwerking tussen wetenschappen, technologie, wiskunde en de maatschappij aan de hand van maatschappelijke uitdagingen.

Samenhang tweede graad: wisselwerking tussen wetenschappen, technologie, wiskunde en de maatschappij (II-TeWe-d LPD 5); fenomenen beschrijven uit de realiteit aan de hand van wiskundige concepten (II-WisS-d LPD 1; II-WisS''-d LPD 1)

1ste graad: wisselwerkingen (I-Nat-a LPD 6)

Wenk: Uitdagingen waarmee onze maatschappij geconfronteerd wordt zijn vaak een drijfveer voor onderzoek en ontwikkeling. Maatschappelijke uitdagingen die in de actualiteit aan bod komen kunnen een goede aanknopingspunt vormen om de onderlinge wisselwerking met wetenschappen, technologie en wiskunde te bespreken.

Wenk: Contexten, maatschappelijke behoeften en maatschappelijke keuzes zoals klimaatverandering, hernieuwbare energie, zorg en gezondheid, onderwijs, watervoorziening, mobiliteit, leefbare en duurzame steden of oceanvervuiling kunnen aan bod komen.

Wenk: Een historische evolutie als casus kan de wisselwerking tussen wiskunde, wetenschappen en technologie (interdisciplinariteit) verhelderen en deze laten zien als culturele ontwikkeling. Ook een bezoek aan een bedrijf, onderzoeksinstelling of vereniging kan een casus aanbrengen die veel relaties tussen de samenleving en 'onderzoek en ontwikkeling' verheldert.

Wenk: Analyse van een concrete maatschappelijke uitdaging kan gebeuren vanuit meerdere invalshoeken (multiperspectiviteit). Het is zinvol om de link te leggen naar de duurzame ontwikkelingsdoelen van de Verenigde Naties (SDGs, Sustainable Development Goals).

4.2 Biologie

4.2.1 Homeostase

Minimumdoelen, cesuurdoelen of doelen die leiden naar BK

LPD 1 B De leerlingen tonen aan dat plantaardige en dierlijke organismen als systeem functioneren.

1ste graad: organisatieniveaus (I-Nat-a LPD 18)

Wenk: Je kan aan de hand van eenvoudige voorbeelden aantonen dat zowel planten als dieren op uitwendige en inwendige prikkels reageren. Het is niet de bedoeling om tot op celniveau te gaan. Voorbeelden bij planten: groeien naar licht, droogtestress, beweging bij aanraking. Voorbeelden bij dierlijke organismen: honger, dorst, licht, geluid, effecten van adrenaline bij stress, hormonale regeling van de voortplanting.

Wenk: Bij planten en dieren komt telkens de systematische samenhang receptor-conductor-effector aan bod. Systeem bij planten: tropie en nastie. Systeem bij dieren: beweging en kliersecretie.

Wenk: Je kan de begrippen prikkelfilter, prikkeldrempel en prikkelgewenning aan bod laten komen.

Wenk: Dit leerplandoel kan je behandelen in samenhang met STEM-concept: systeem en model. De vergelijking tussen een organisme als systeem en een technisch systeem kan aan bod komen. Als systeem wordt bedoeld: het opvangen, verwerken en reageren op prikkels.

Wenk: Mogelijke practica en onderzoeksonderwerpen in samenhang met STEM-doelen: waarnemen van prikkels bij verschillende zintuigen.

LPD 2 B De leerlingen illustreren dat plantaardige en dierlijke organismen homeostase hanteren met behulp van feedbacksystemen.

Wenk: Je kan positieve en negatieve feedback behandelen: negatieve feedback om de verandering van een grootte af te remmen en zo de waarde stabiel te houden zoals bij de regeling van de lichaamstemperatuur of de bloedsuikerspiegel, positieve feedback om de verandering van een grootte te versterken zoals bij de stijging van het hartritme bij stress.

Wenk: Dit leerplandoel hangt samen met de coördinerende rol van het endocriene stelsel en van plantenhormonen.

Wenk: Dit leerplandoel kan je behandelen in samenhang met het STEM-concept: oorzaak en gevolg, terugkoppeling. De vergelijking tussen een organisme als feedbacksysteem en een technisch feedbacksysteem kan aan bod komen. Je kan voorbeelden van feedbacksystemen behandelen als thermoregulatie (systeem van het organisme) en thermostatische regeling van de woonkamertemperatuur (technisch systeem). Dit leerplandoel kan je ook behandelen in samenhang met STEM-doelen.



LPD 3 B De leerlingen leggen uit hoe plantaardige en dierlijke organismen prikkels ontvangen.

Wenk: Je kan bij het ontvangen van prikkels aandacht besteden aan prikkelwaarneming door receptoren, reacties op prikkels.

Wenk: Dierlijke organismen: een zintuig met bijhorende receptor wordt in detail besproken. Het is de bedoeling dat elk zintuig exemplarisch wordt behandeld; het mechanisme van opvangen en verwerken van prikkels door de receptoren wordt veralgemeend voor de andere zintuigen. Receptoren zoals staafjes en kegeltjes, haarcellen komen aan bod.
Het is belangrijk om te duiden dat de verwerking van prikkels een proces is dat in de hersenen tot stand komt.
Je kan voorbeelden geven van zintuiglijke stoornissen.

Wenk: Plantaardige organismen: je kan receptoren zoals fotoreceptoren, mechanoreceptoren aan bod laten komen.

Wenk: Dit leerplandoel kan je behandelen in samenhang met het STEM-concept: structuur en functie.

Wenk: Mogelijke practica en onderzoeksonderwerpen in verband met de bouw van het zintuig bv. oog, oor ... en/of in verband met de werking van het zintuig bv. onderzoek van het oog (blinde vlek, functie staafjes en kegeltjes, pupilreflex, gezichtsveld bij dieren); onderzoek van het oor (geluid, vergelijken oorschelp bij verschillende dieren, lokaliseren geluid, resonantie, gehoortest). Je kan de link leggen met de STEM-doelen.

LPD 4 B De leerlingen lichten de overdracht van informatie via impulsgeleiding en impulsoverdracht in zenuwen toe.

1ste graad: organisatieniveaus (I-Nat-a LPD 18)

Wenk: In functie van het bespreken van de werking komt eerst het bouwplan van de zenuwcel aan bod als deel van het perifere zenuwstelsel, naast de delen van het centraal zenuwstelsel.
Je kan aandacht besteden aan het verband tussen een zenuwcel (neuron) en een zenuw.

Wenk: Je kan het doorgeven van een impuls aan en tussen de zenuwcellen op een eenvoudige en schematische manier beschrijven en uitleggen. Het doorgeven van een impuls als de samenwerking tussen een elektrisch en chemisch proces komt best ook aan bod.

Wenk: Je kan bij het behandelen van de werking van en het onderscheid tussen een reflex en een gewilde beweging aandacht besteden aan de kniepeesreflex of de terugtrekreflex (reflexboog via het ruggenmerg).

Wenk: Je kan stoornissen in de werking van het zenuwstelsel toelichten.

Wenk: Dit leerplandoel kan je in samenhang behandelen met de STEM-concepten: structuur en functie, stabiliteit, verandering en verstoringen.

Wenk: Mogelijke practica en onderzoeksonderwerpen in samenhang met STEM-doelen:

- onderzoek naar reactiesnelheid;
- microscopie (doorsnede zenuw, eindplaatjes, hersenen, ruggenmerg).

LPD 5 B De leerlingen illustreren het verschil in aansturing tussen gladde en dwarsgestreepte spieren.

1ste graad: organisatieniveaus (I-Nat-a LPD 18)

Wenk: Het verband wordt gelegd tussen de bouw en ligging van de spier(cel) enerzijds en de aansturing (al dan niet onder invloed van de wil, bewust en onbewust) anderzijds.

Je bespreekt de macroscopische en microscopische bouw van de gladde en dwarsgestreepte spieren. Ook de bouw van hartspierweefsel kan aan bod komen.

Wenk: De antagonistische werking van spieren kan worden behandeld, met aandacht voor de rol van beenderen en gewrichten bij beweging. Spiercontractie wordt op macroscopisch niveau behandeld.

Wenk: Dit leerplandoel kan je behandelen in samenhang met het STEM-concept: structuur en functie.

Wenk: Mogelijke practica en onderzoeksonderwerpen in samenhang met STEM-doelen:

- macroscopisch onderzoek van spierweefsel (kippenvleugel, ham, soepvlees);
- microscopie van spierweefsel (preparaten).

LPD 6 B De leerlingen vergelijken de bouw en werking van exocriene en endocriene klieren.

Wenk: De bouw van endo- en exocriene klieren kan worden beperkt tot de aan- of afwezigheid van een afvoerbuis.

Je behandelt minstens twee exocriene klieren zoals speekselklier, traanklier, zweetklier, melkklier of talgklier en minstens twee endocriene klieren zoals hypofyse, schildklier, thymus, bijnieren, pancreas, eierstokken of teelballen.

Wenk: Mogelijke practica en onderzoeksonderwerpen in samenhang met STEM-doelen: microscopie van exo- en endocriene klieren.

LPD 7 B De leerlingen leggen aan de hand van een voorbeeld uit hoe de coördinerende rol van het endocriene stelsel bij een reactie op een prikkel bijdraagt tot het functioneren van een dierlijk organisme.

Wenk: Je kan beklemtonen dat hormonen chemische verbindingen zijn, aangemaakt in de endocriene klieren en bedoeld om informatie doorheen het lichaam te sturen. Voorbeelden: regeling bloedsuikerspiegel, mechanisme om calciumconcentratie op peil te houden, regeling stresshormonen, werking schildklier (met de link met stofwisseling), regeling van het voortplantingssysteem in samenhang met LPD 9B waar de hormonale regeling aan bod komt.

Dit leerplandoel hangt samen met LPD 2B over biologische feedbacksystemen.

Wenk: Je kan stoornissen in de werking van het hormonaal stelsel toelichten.

Wenk: Dit leerplandoel kan je in samenhang behandelen met de STEM-concepten: terugkoppeling, stabiliteit en verandering.



LPD 8 B De leerlingen leggen aan de hand van een voorbeeld uit hoe de coördinerende rol van plantenhormonen bij een reactie op een prikkel bijdraagt tot het functioneren van de plant.

Wenk: Je kan plantenhormonen zoals auxine en ethyleen, de rol van ethyleen bij rijping, de rol van auxine als groeihormoon en de rol van auxine en ethyleen bij bladval aan bod laten komen.

Wenk: Dit leerplandoel kan je behandelen in samenhang met de STEM-concepten: terugkoppeling, stabiliteit en verandering.

Wenk: Mogelijke practica en onderzoeksonderwerpen in samenhang met STEM-doelen: onderzoek naar invloed rijp fruit (appel, peer) op kieming zaden.

4.2.2 Voortplanting

Minimumdoelen, cesuurdoelen of doelen die leiden naar BK

LPD 9 B De leerlingen leggen de hormonale regeling van het voortplantingssysteem bij de mens uit.

1ste graad: voortplanting mens (I-Nat-a LPD 23, 24)

Wenk: Elementen zoals de menstruatiecyclus, zaadcel, zygote, embryo, foetus kunnen in een logisch verband worden gekoppeld.

Wenk: Je kan de functionele bouw van de voortplantingsorganen bij man en vrouw vergelijkend aan bod laten komen.

Wenk: Bij de hormonale regeling van het voortplantingssysteem bij de vrouw kan je aandacht besteden aan de regeling van de hormoonconcentraties (linken aan LPD 2B over biologische feedback), aan de periodieke cyclus van eicelvorming, aan groei en rol van het baarmoederslijmvlies, aan verandering van lichaamstemperatuur ...

Bij de man kan je de hormonale terugkoppeling bij zaadcelvorming aan bod laten komen.

Je kan de hormonale regeling aanbrengen via grafieken, schema's, animaties ...
Stapsgewijze visualisering kan bij vele leerlingen tot een betere begripsvorming leiden.

Wenk: Je kan het onderscheid behandelen tussen hormonen vanuit de hypofyse en vanuit de gonaden en de link leggen met puberteit, menopauze ...

Wenk: Je kan de link leggen met het gebruik van anticonceptie en focussen op het correct gebruik ervan. In de derde graad komt de hormonale beïnvloeding van de vruchtbaarheid aan bod.

Wenk: Je kan aandacht besteden aan problematieken in verband met de hormonale regeling, bv. onregelmatige menstruatie, premenstrueel syndroom, endometriose, inname van testosteron (bv. door bodybuilders), eetstoornissen.

4.2.3 Biodiversiteit

Minimumdoelen, cesuurdoelen of doelen die leiden naar BK

LPD 10 B De leerlingen leggen het verband tussen eigenschappen van virussen, bacteriën en schimmels en hun positieve en negatieve rol in de natuur.

★ Microbioom

1ste graad: biodiversiteit (I-Nat-a LPD 8)

Wenk: Om diversiteit te illustreren is er een waaier aan plaatsen van voorkomen: het microbioom, verschillende ecosystemen ...
Je kan diversiteit ook illustreren op basis van eigenschappen van virussen, bacteriën en schimmels zoals bouw (vorm, grootte, ééncellig/meercellig), manier van vermenigvuldiging, voedingswijze ...
Het is niet de bedoeling om uitgebreide classificaties te doen.

Wenk: Het menselijk lichaam herbergt miljarden micro-organismen waarvan hoofdzakelijk bacteriën. Het overgrote deel van het microbioom bevindt zich in de dikke darm, maar elke lichaamsplaats die in contact staat met de buitenwereld (huid, mond, urogenitale omgeving, luchtwegen) kent een stevige microbiële kolonisatie. Deze bacteriën kunnen een impact hebben op het menselijk lichaam. In het algemeen lijkt het microbioom van verschillende mensen vrij goed op elkaar maar zijn er ook individuele verschillen bv. het darmmicrobioom. De samenstelling van het microbioom kan worden beïnvloed door bv. voeding, leeftijd, geslacht, medicatie.

Wenk: Je kan de eigenheid van een virus aan bod laten komen: een virus is in tegenstelling tot de andere micro-organismen een niet-levend wezen (gastheerafhankelijkheid).

Wenk: Je kan voorbeelden aan bod laten komen zoals bakkers- of brouwersgist als eencellige schimmel, melkzuur- en azijnzuurbacteriën, influenza (griepvirus), coronavirus ...
Voorbeelden uit de natuur waarin virussen, schimmels en bacteriën een rol spelen :

- ecologie: mycorrhiza, zelfzuiverende capaciteit van waterlopen, van bodems en zwemvijvers, waterzuivering via bacteriën, compostering, plastic-etende bacteriën ...;
- geneeskunde: microbioomtransplantaties, probiotica ...

Wenk: Je kan aandacht besteden aan hygiënemaatregelen zoals handen wassen, ontsmetten, gedragsregels bij niezen en hoesten, begroeten, zwemmen en aan hygiënemaatregelen in geneeskunde zoals afscherming, steriliseren. De problematiek van overmatige hygiëne die de goede werking van het immuunsysteem kan verstoren kan hier ook aan bod komen.

Wenk: Vaccinatie is een methode in de geneeskunde om bij dierlijke organismen immuniteit te ontwikkelen tegen infectieziekten veroorzaakt door gevaarlijke virussen en bacteriën. De mens of het dier bouwt afweer op zonder eerst ziek te worden. Bepaalde infectieziekten kunnen zo worden voorkomen. Het immuunsysteem komt aan bod in de derde graad.



- Wenk: Antibiotica bieden geen behandeling voor een virusinfectie.
De invloed van antibiotica op het darmmicrobioom kan aan bod komen.
Je kan inspelen op overheidscampagnes om het antibioticagebruik in de geneeskunde en de dierenteelt te beperken of gericht in te zetten.
Ziekenhuisbacteriën zijn voorbeelden van bacteriën die resistent zijn voor antibiotica. Je kan dit linken aan het STEM-doel over interactie STEM met de samenleving.
Antimycotica werken in op schimmels.
- Wenk: Bewaringstechnieken in de voeding om bederf te vertragen: koelen, drogen, roken, pasteuriseren, steriliseren, opleggen in zuur, suiker, alcohol of zout ...

4.2.4 Interacties tussen organismen

Minimumdoelen, cesuurdoelen of doelen die leiden naar BK

LPD 11 B De leerlingen illustreren-interacties tussen organismen van dezelfde soort en van verschillende soorten.

1ste graad: relaties in biotoop (I-Nat-a LPD 7); biodiversiteit (I-Nat-a LPD 8); voortplantingswijzen (I-Nat-a LPD 22)

Wenk: Soorten interacties tussen organismen die je kan behandelen: commensalisme, mutualisme, parasitisme, amensalisme (antibiose), zoönose ...

Wenk: Interactie tussen organismen vormt een dynamisch evenwicht. Factoren die dit dynamisch evenwicht verstoren komen aan bod zoals gebruik van (breedspectrum)antibiotica, zeep, alcoholgel, strooizout. Je kan besmetting met een pathogeen aan bod laten komen als een onevenwichtige interactie tussen organismen.

Wenk: Je kan gedrag van organismen aan bod laten komen bv. communicatie, gedrag in functie van taken, agressie, vluchten, verdediging, voortplanting, klassieke conditionering, mimicry ...

Wenk: Mogelijke practica en onderzoeksonderwerpen in samenhang met STEM-doelen: onderzoek naar samenstelling en vindplaats van korstmossen (kan in samenhang met STEM-doel over wisselwerking met de maatschappij).

4.2.5 Materie- en energiestromen in ecosystemen

Minimumdoelen, cesuurdoelen of doelen die leiden naar BK

LPD 12 B De leerlingen leggen het verband tussen materie- en energiestromen in een ecosysteem.

Samenhang tweede graad: kringlopen (II-Aar-d LPD 1)

1ste graad: relaties in biotoop (I-Nat-a LPD 7); fotosynthese (I-Nat-a LPD 19)

Wenk: Je kan een ecosysteem omschrijven als het geheel van positieve en negatieve interacties tussen biotische en abiotische factoren. Voorbeelden van interacties zijn voedselrelatie, fotosynthese, betreding en bemesting.

- Wenk: Energiestromen zoals fotosynthese en (cel)ademhaling en materiële stromen zoals watercyclus, C-cyclus, N-cyclus komen aan bod.
Je beperkt je best tot het principe van de biologische cyclus in plaats van die chemisch te benaderen.
- Wenk: Tijdens materiële kringlopen kan je de continue omzetting aantonen van energie-arme naar energierijke stoffen en omgekeerd.
Je kan de rol van micro-organismen in de materie-omzetting linken aan de positieve rol van bacteriën en schimmels in de natuur.
- Wenk: Dit leerplandoel kan je behandelen in samenhang met de STEM-concepten: stromen van energie en materie, oorzaak en gevolg en met STEM-doel over wisselwerking maatschappij (duurzame ontwikkelingsdoelen).

5 Basisuitrusting

Basisuitrusting verwijst naar de infrastructuur en het (didactisch) materiaal die beschikbaar moeten zijn voor de realisatie van de leerplandoelen.

Om de leerplandoelen te realiseren dient de school minimaal de hierna beschreven infrastructuur en materiële en didactische uitrusting ter beschikking te stellen die beantwoordt aan de reglementaire eisen op het vlak van veiligheid, gezondheid, hygiëne, ergonomie en milieu.

De technische voorschriften inzake arbeidsveiligheid van de Codex over het welzijn op het werk en aanvullend ook het Algemeen Reglement voor de Arbeidsbescherming (ARAB), het Algemeen Reglement op Elektrische Installaties (AREI) en het Vlaams Reglement betreffende de Milieuvergunning (VLAREM) zijn van toepassing.

De rubrieken 'Infrastructuur' en 'Materiaal, toestellen, machines en gereedschappen' beschrijven de minimale materiële vereisten in algemene zin. Verdere materiële vereisten worden in de context van de school nog geconcretiseerd op basis van pedagogisch-didactische keuzes waaronder de geselecteerde proeven, de gebruikte stoffen en de aanwezige (basis)uitrusting. We adviseren de school om de grootte van de klasgroep en de beschikbare infrastructuur en uitrusting op elkaar af te stemmen.

De zorg van de school voor een veilige, gezonde en milieubewuste leef- en leeromgeving in de (praktische) lessen natuurwetenschappen vormen hierbij een uitgangspunt. Deze zorg voor veiligheid en milieuzorg in het schoollaboratorium wordt geconcretiseerd in adviezen vanuit wettelijke regelgeving rond welzijn en milieu in de uitgave 'Chemicaliën op school' (COS) van de Koninklijke Vlaamse Chemische Vereniging (KVCV). Deze COS-brochure vormt dan ook de leidraad inzake veiligheidsonderwijs voor leerlingen, de aankoop, opslag en het gebruik van chemicaliën, het milieuvriendelijk en veilig afvalbeheer, de inrichting van wetenschapslokalen en de organisatie van praktijklessen. Er werd rekening gehouden met de pedagogisch-didactische aspecten van de natuurwetenschappelijke vakken in het secundair onderwijs en met het onderwijsniveau, de studierichtingen, de leerdoelen en de vaardigheidsverschillen tussen leraren en leerlingen.

Risicoanalyses voor chemicaliën en voor infrastructuur

Om leerlingen veilig te laten omgaan met chemicaliën en daarbij de nodige preventiemaatregelen te voorzien, wordt er binnen de lessen natuurwetenschappen eerst de COS-brochure geraadpleegd en indien nodig een risicoanalyse uitgevoerd. Als hulpmiddel voor het opstellen van deze risicoanalyse ontwikkelde de COS-werkgroep een module gekoppeld aan de DBGS (Databank Gevaarlijke Stoffen).



Ook de veiligheid van wetenschaps- en praktijklokalen is essentieel: de bouwstenen van een veilige infrastructuur worden altijd getoetst aan de pedagogisch-didactische praktijk. Ook daarvoor is een hulpmiddel voor risicoanalyse ter beschikking.

De nodige informatie is terug te vinden op de PRO.website onder de rubriek 'Veiligheid, milieu en leerplanrealisatie'.

5.1 Infrastructuur

Een lokaal

- met een (draagbare) computer waarop de nodige software en audiovisueel materiaal kwaliteitsvol werkt en die met internet verbonden is;
- met de mogelijkheid om (bewegend beeld) kwaliteitsvol te projecteren;
- met de mogelijkheid om geluid kwaliteitsvol weer te geven;
- met de mogelijkheid om draadloos internet te raadplegen met een aanvaardbare snelheid;
- met voldoende materiaal (per 2 leerlingen) voor de uit te voeren leerlingenexperimenten;
- met een demonstratietafel, waar zowel water als elektriciteit voorhanden zijn;
- met de nodige werktafels, lestafels, voldoende opbergruimte, een wasbak en nutsvoorzieningen;
- met voorzieningen voor correct afvalbeheer;
- dat voldoende ruim is om eventueel flexibele klasopstellingen mogelijk te maken.

Toegang tot (mobile) devices voor leerlingen.

5.2 Materiaal, toestellen, machines en gereedschappen

Om aan onderzoekgericht onderwijs in natuurwetenschappen te doen is per vakgebied basismateriaal nodig zoals glaswerk, (meet)toestellen, sensoren, 2D- en 3D-modellen, preparaten, chemicaliën, tabellen ... Dit basismateriaal is afgestemd op de realisatie van de leerplandoelen. De beschikbaarheid van opstellingen om experimenten uit te voeren kan de lessen vlotter laten verlopen. Er worden persoonlijke en collectieve beschermingsmiddelen voorzien in functie van het uit te voeren onderzoek.

Het aanwezige materiaal is voldoende voor de grootte van de klasgroep. Omdat de leerlingen bij experimenteel werk per 2 (uitzonderlijk per 3) werken, zal een aantal zaken in meervoud aanwezig moeten zijn. Voor de duurdere toestellen kan de school zich afhankelijk van de klasgrootte beperken tot enkele exemplaren die dan in een circuitpracticum worden gebruikt.

6 Glossarium

In het glossarium vind je synoniemen voor en een toelichting bij een aantal handelingswerkwoorden die je terugvindt in leerplandoelen en (specifieke) minimumdoelen van verschillende graden.

Handelingswerkwoord	Synoniem	Toelichting
Analyseren		Verbanden zoeken tussen gegeven data en een (eigen) besluit trekken
Beargumenteren	Verklaren	Motiveren, uitleggen waarom
Beoordelen	Evalueren	Een gemotiveerd waardeoordeel geven
Berekenen	Berekeningen uitvoeren	
Berekeningen uitvoeren	Berekenen	

Beschrijven	Toelichten, uitleggen	
Betekenis geven aan	Interpreteren	
Een (...) cyclus doorlopen	Een (...) proces doorlopen	Via verschillende fasen tot een (deel)resultaat komen of een doel bereiken
Een (...) proces doorlopen	Een (...) cyclus doorlopen	Via verschillende fasen tot een (deel)resultaat komen of een doel bereiken
Evalueren	Beoordelen	
Gebruiken	Hanteren, inzetten, toepassen	
Hanteren	Gebruiken, inzetten, toepassen	
Identificeren		Benoemen; aangeven met woorden, beelden ...
Illustreeren		Beschrijven (toelichten, uitleggen) aan de hand van voorbeelden
In dialoog gaan over	In interactie gaan over	
In interactie gaan over	In dialoog gaan over	
Interpreteren	Betekenis geven aan	
Inzetten	Gebruiken, hanteren, toepassen	
Kritisch omgaan met	Kritisch gebruiken	
Kwantificeren		Beredeneren door gebruik te maken van verbanden, formules, vergelijkingen ...
Onderzoeken	Onderzoek voeren	Verbanden zoeken tussen zelf verzamelde data en een (eigen) besluit trekken
Onderzoek voeren	Onderzoeken	Verbanden zoeken tussen zelf verzamelde data en een (eigen) besluit trekken
Reflecteren over		Kritisch nadenken over en argumenten afwegen zoals in een dialoog, een gedachtewisseling, een paper
Testen	Toetsen	
Toelichten	Beschrijven, uitleggen	
Toepassen	Gebruiken, hanteren, inzetten	
Toetsen	Testen	
Uitleggen	Beschrijven, toelichten	
Verklaren	Beargumenteren	Motiveren, uitleggen waarom

7 Concordantie

7.1 Concordantietabel

De concordantietabel geeft duidelijk aan welke leerplandoelen de minimumdoelen (MD) realiseren.



Leerplandoel	Minimumdoelen
1S	MD 06.51
2S	MD 06.50
3S	MD 06.53
1B	MD 06.24; MD 06.25
2B	MD 06.25; MD 06.27
3B	MD 06.24
4B	MD 06.25
5B	MD 06.26
6B	MD 06.25
7B	MD 06.25; MD 06.26
8B	MD 06.25; MD 06.26
9B	MD 06.28
10B	MD 06.29
11B	MD 06.30
12B	MD 06.31

7.2 Minimumdoelen basisvorming

- 06.24 De leerlingen leggen uit hoe plantaardige en dierlijke organismen prikkels ontvangen.
- 06.25 De leerlingen leggen uit hoe bij plantaardige en dierlijke organismen een prikkel verwerkt wordt.
- Onderliggende (kennis)elementen:
- Zenuwstelsel
 - Hormonen
- 06.26 De leerlingen lichten het onderscheid toe tussen reacties op een prikkel bij plantaardige en dierlijke organismen.
- 06.27 De leerlingen leggen uit dat plantaardige en dierlijke organismen zich kunnen handhaven dankzij homeostase.
- 06.28 De leerlingen leggen de hormonale regeling van het voortplantingssysteem bij de mens uit.
- 06.29 De leerlingen leggen het verband tussen eigenschappen van virussen, bacteriën en schimmels en hun positieve en negatieve rol in de natuur.
- Onderliggende (kennis)elementen:

- Microbioom

06.30 De leerlingen illustreren interacties tussen organismen van dezelfde soort en van verschillende soorten.

06.31 De leerlingen leggen het verband tussen materie- en energiestromen in een ecosysteem.

06.50 De leerlingen werken op een veilige en duurzame manier met materialen, stoffen, organismen en technische systemen.

06.51 De leerlingen voeren onderzoek aan de hand van een wetenschappelijke methode om kennis te ontwikkelen en om vragen te beantwoorden.

Voetnoot:

Rekening houdend met concepten van de tweede graad.

06.53 De leerlingen analyseren de wisselwerking tussen wetenschappen, technologie, wiskunde en de maatschappij aan de hand van maatschappelijke uitdagingen.

Voetnoot:

Rekening houdend met de context waarin dit minimumdoel aan bod komt.



Inhoud

1	Inleiding.....	3
1.1	Het leerplanconcept: vijf uitgangspunten	3
1.2	De vormingscirkel – de opdracht van secundair onderwijs	3
1.3	Ruimte voor leraren(teams) en scholen	4
1.4	Differentiatie	4
1.5	Opbouw van leerplannen.....	6
2	Situering	6
2.1	Samenhang met de eerste graad	7
2.2	Samenhang in de tweede graad	7
2.3	Plaats in de lessentabel	7
3	Pedagogisch-didactische duiding	7
3.1	Natuurwetenschappen en het vormingsconcept	7
3.2	Krachtlijnen	8
3.3	Opbouw.....	9
3.4	Leerlijnen.....	9
3.4.1	Samenhang met de eerste graad	9
3.4.2	Samenhang in de tweede graad	10
3.5	Aandachtspunten	10
3.5.1	Oriëntatie van het leerplan	10
3.5.2	Samenhang tussen wetenschappen	10
3.5.3	Dissecties als werkvorm	12
3.6	Leerplanpagina.....	12
4	Leerplandoelen	13
4.1	STEM-doelen	13
4.2	Biologie.....	15
4.2.1	Homeostase	15
4.2.2	Voortplanting	18
4.2.3	Biodiversiteit	19
4.2.4	Interacties tussen organismen.....	20
4.2.5	Materie- en energiestromen in ecosystemen.....	20
5	Basisuitrusting	21
5.1	Infrastructuur	22

5.2	Materiaal, toestellen, machines en gereedschappen.....	22
6	Glossarium.....	22
7	Concordantie	23
7.1	Concordantietabel.....	23
7.2	Minimumdoelen basisvorming	24

