

Biologie B
2de graad D-finaliteit
II-Bio-d

BRUSSEL

D/2021/13.758/008

Versie januari 2022

Disclaimer

Gezien de te grote omvang en gedetailleerdheid van het geheel van de basisvorming en de specifieke vorming zoals bepaald door de Vlaamse regering (eindtermen, specifieke eindtermen, beroepskwalificaties) zal er, in tegenstelling tot het oorspronkelijke opzet van onze leerplannen, veelal onvoldoende ruimte zijn om de leerplandoelen in dit leerplan met voldoende diepgang te realiseren binnen de beschikbare onderwijstijd of voor het schoolbestuur, het lerarenteam of de individuele leraar om eigen inhoudelijke of didactische keuzes te maken.

De leerplannen 2de graad zijn opgesteld onder voorbehoud van de uitspraak van het Grondwettelijk Hof met betrekking tot het verzoekschrift waarmee de vernietiging van dat decreet wordt gevraagd.

Naargelang de samenstelling van de studierichting waarvoor een leerplan geldt, integreren de leerplandoelen eindtermen basisvorming, cesuurdoelen en/of doelen die leiden naar een beroepskwalificatie. In de concordantietabel geven we duidelijk aan welke leerplandoelen de eindtermen basisvorming, de cesuurdoelen en/of de doelen die leiden naar een beroepskwalificatie realiseren. De opgenomen cesuurdoelen en de doelen die leiden naar een beroepskwalificatie werden in overleg met de onderwijsverstrekkers vastgelegd en zijn onder voorbehoud van de goedkeuring van de curriculumdossiers 2de graad.



1 Algemene inleiding

De start van de modernisering secundair onderwijs gaat gepaard met een nieuwe generatie leerplannen. Net zoals in de eerste graad zijn de nieuwe leerplannen van de tweede graad ingebed in het vormingsconcept van de katholieke dialoogschool en gaan ze uit van de professionaliteit van de leraar en het eigenaarschap van de school en het lerarenteam.

1.1 Het leerplanconcept: vijf uitgangspunten

De nieuwe leerplannen vertrekken vanuit het **vormingsconcept** van de katholieke dialoogschool en 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 lesuren ...).

De nieuwe 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.

De nieuwe leerplannen faciliteren een **gerichte studiekeuze** na de tweede graad. Het proces van de studiekeuze eindigt immers niet na de eerste graad. In de tweede graad onderzoeken leerlingen meer gericht waar hun capaciteiten liggen en wat hun talenten zijn. Leerplannen zijn daarbij een belangrijk hulpmiddel. De doelen sluiten aan bij de verwachte competenties van leerlingen die voor een bepaalde studierichting kiezen. De feedback en evaluatie bij de realisatie ervan beïnvloeden op een positieve manier de keuze van leerlingen voor een meer geprofileerde studierichting in de derde graad.

De nieuwe leerplannen gaan uit van de **professionaliteit** van de leraar en het **eigenaarschap** van de school en het lerarenteam. Ze bieden pedagogisch-didactisch voldoende ruimte voor een eigen aanpak van de leraar, het lerarenteam of de school [\[zie disclaimer\]](#).

De nieuwe leerplannen borgen de **samenhang** in de vorming van de tweede graad. Leerplannen zorgen voor een samenhangend fundament van vorming voor alle leerlingen binnen een finaliteit en een studierichting. Ze vertrekken vanuit een gemeenschappelijk referentiekader en hanteren een gelijkgerichte terminologie met respect voor de eigenheid van elk vak. De samenhang in de tweede graad betreft zowel de verticale samenhang (de plaats van het leerplan in de opbouw van het curriculum) als de horizontale samenhang tussen vakken binnen studierichtingen en over studierichtingen en finaliteiten. Waar relevant geven de leerplannen expliciet aan voor welke doelen van andere leerplannen in de school verdere afstemming mogelijk is. Op die manier faciliteren en stimuleren de leerplannen leraren algemene vorming (incl. godsdienstleraren) en leraren specifieke vorming om over de vakken heen samen te werken en van elkaar te leren. Een verwijzing van een vakleraar naar de lessen van een collega laat de leerlingen niet alleen aanvoelen dat de verschillende vakken onderling samenhangen en dat ze over dezelfde werkelijkheid gaan, maar versterkt ook de mogelijkheden tot transfer.

In wat volgt gaan we dieper in op een aantal uitgangspunten.

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 dialogeschool 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 hen en hun collega's en zorgen voor een Bijbelse 'drive' in hun onderwijs.
- De kwetsbaarheid van leerlingen ernstig nemen betekent dat elke leerling **belooftevol** is en alle leerkansen verdient. Die leerling is **uniek als persoon** maar ook **verbonden** met de klas, de leraar, de school en de bredere samenleving. Scholen



zijn daarbij **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 inhouden van vorming, die we groeperen in **vormingscomponenten**: levensbeschouwelijke vorming, culturele vorming, economische vorming, lichamelijke vorming, maatschappelijke vorming, natuurwetenschappelijke en technische vorming, sociale vorming, talige vorming en wiskundige vorming. De aaneengesloten cirkel van vormingscomponenten wijst erop dat vorming een geheel is en zich niet in schijfjes laat verdelen. Je kan onmogelijk over culturele vorming spreken zonder met taal bezig te zijn; je kan niet beweren dat wetenschap en techniek geen band hebben met economie, wiskunde of geschiedenis. Dwarsverbindingen doorheen de vakken zijn daarbij belangrijk. De vormingscirkel vormt dan ook een dynamisch geheel van elkaar voortdurend beïnvloedende en versterkende componenten.
- Een leraar vormt leerlingen als **individuele leraar** maar werkt ook binnen **lerarenteams** en binnen een **beleid van de school**. De gemeenschappelijke leerplannen (Gemeenschappelijk funderend leerplan en Gemeenschappelijk leerplan ICT) helpen daartoe. Ze worden gestuurd door keuzes die een school (schoolbestuur, beleidsteam, lerarenteam) maakt. Het Gemeenschappelijk funderend leerplan 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. Die 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

[zie disclaimer]

De vrijheid die de leraar krijgt om met het leerplan te werken vraagt van hem een grote professionaliteit. Professionaliteit vergt meesterschap. De leraar is dus een meester in zijn vak; hij beheerst de inhouden die hij onderwijst. Een diep gevoel van verantwoordelijkheid en de overtuiging dat elke leerling het recht heeft om op een goede manier gevormd te worden, liggen aan de basis van zijn professioneel bezig zijn.

Vorming is voor die leraar nooit te herleiden tot een cognitieve overdracht van inhouden. Vorming is iets wat hem in die mate beroert dat hij voor iedere leerling de juiste woorden en gebaren zoekt om de wereld te ontsluiten. Hij wil de leerling tot bij de wereld brengen. De leraar introduceert leerlingen in de wereld waarvan hij houdt en hij probeert hen ook vriend van die wereld te laten worden. Een leraar zorgt er bijvoorbeeld voor dat leerlingen gegrepen kunnen worden 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.

We hebben de leerplandoelen noch chronologisch noch hiërarchisch geordend. Vanuit het pedagogisch project van de school, vanuit zijn passie, expertise en creativiteit, in functie (van de beginsituatie) van de klasgroep kan de leraar eigen accenten leggen en differentiëren. Hij kan kiezen welke leerplandoelen hij op welke manier samenneemt bij het uitwerken van lessen, thema's of projecten.

In het leerplan leggen we geen didactische werkvormen vast. Ter ondersteuning van leraren(teams) geven we voor bepaalde leerplanonderdelen louter een indicatie van de nodige onderwijstijd. Dat betekent dat leraren(teams) alle vrijheid hebben om langere leerlijnen op te bouwen en in te zetten op de spiraalsgewijze aanpak van bepaalde leerplandoelen. Leraren bepalen zelf welke contexten ze laten spelen, welke methodieken ze hanteren.

1.4 Differentiatie

De nieuwe leerplannen bieden volop kansen om gedifferentieerd te werken. Ze laten toe om te differentiëren op verschillende manieren:

- verschillende inhoudelijke keuzes;
- doelen integreren;
- inhouden verbreden door andere contexten aan bod te laten komen;
- verdieping aanbieden;
- in te spelen op verschillen in het abstractievermogen van leerlingen.

Differentiëren is van belang in alle leerlingengroepen. Leerlingen die starten in een studierichting van de tweede graad en voor wie dit leerplan bestemd is, behoren immers wel tot de doelgroep, maar bevinden zich niet noodzakelijk in dezelfde beginsituatie. Dikwijls hebben zij reeds een niet te onderschatten – maar soms sterk verschillende – bagage mee vanuit de eerste graad, de gevolgde basisoptie, 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.

Ook de motivatie van leerlingen is soms sterk verschillend. Sommige leerlingen denken meer conceptueel en abstract. Andere leerlingen komen vanuit een meer concrete benadering sneller tot inzichtelijk denken. De ene context kan betekenisvol zijn voor een leerlingengroep, terwijl een andere context dan weer betekenisvoller kan zijn voor een andere leerlingengroep.

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 het aanbieden van meer kennis of vaardigheden leerlingen uit te dagen.

Verschiede leerinhouden aanbieden aan verschillende leerlingen is één vorm van differentiatie. Andere mogelijkheden zijn differentiëren in didactiek, in graad van autonomie en ondersteuning. De ene leerling kan snel zelfstandig werken, de andere heeft intense begeleiding nodig. In de wenken bij de leerplandoelen verwijzen we soms naar differentiatiemogelijkheden. Dat kan door al dan niet ondersteuning of hulpmiddelen aan te bieden in de vorm van voorbeelden, schrijfkaders, stappenplannen ...



Didactische differentiatie kan ook betrekking hebben op het flexibel aanwenden van de beschikbare leertijd, zoals variëren in tempo van onderwijzen en in leertempo van leerlingen, de ene leerling of leerlingengroep wat meer tijd geven dan de andere om hetzelfde te leren. Differentiatie kan ook door leerlingen naar verschillende producten te laten toewerken die dan naar gedifferentieerde vormen van evaluatie leiden.

1.5 Opbouw van de leerplannen

Elk leerplan is opgebouwd volgens een vaste structuur: algemene inleiding, situering, pedagogisch-didactische duiding, leerplandoelen, basisuitrusting, concordantie. Alle onderdelen van het leerplan 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.

In de **algemene inleiding** belichten we het leerplanconcept en gaan we o.m. dieper in op de visie op vorming, de ruimte voor leraren(teams) en scholen en de mogelijkheden tot differentiatie.

In de **situering** beschrijven we - waar relevant - de samenhang met de eerste graad, de samenhang in de tweede 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. de nieuwe accenten van het leerplan aan bod.

De **leerplandoelen** zijn sober en helder geformuleerd waarbij het leerplandoel als geheel het verwachte niveau van realisatie en beheersing aangeeft. Waar relevant voegen we bij de leerplandoelen een opsomming of een afbakening (★) toe die duidelijk aangeeft wat bij de realisatie van het leerplandoel aan bod moet komen. Ook de pop-ups bevatten informatie die noodzakelijk is bij de realisatie van het leerplandoel.

Alle leerplandoelen zijn te bereiken, met uitzondering van attitudes. Leerplandoelen die een **attitude** zijn en dus na te streven, duiden we aan met een sterretje (*).

We tonen de **samenhang** met andere leerplannen in de **tweede graad**. Zo geven we het overleg in lerarenteams alle kansen. Waar relevant verwijzen we ook naar **samenhang met de eerste graad** en naar specifieke items die reeds in de leerplannen van de eerste graad aan bod kwamen.

Ten slotte geven we een aantal zinvolle of inspirerende **wenken** (✓). Het betreft voornamelijk een noodzakelijke toelichting bij leerplandoelen of specifieke begrippen, suggesties voor een mogelijke didactische aanpak of een afbakening van de leerstof.

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

In de **concordantie** geven we aan welke leerplandoelen gerelateerd zijn aan bepaalde eindtermen, cesuurdoelen of doelen die leiden naar beroepskwalificaties.

1.6 Tot slot

[zie disclaimer]

De nieuwe leerplannen geven richting en laten ruimte. Ze faciliteren de inhoudelijke dynamiek en de continuïteit in een school en lerarenteam. Ze vormen een kwaliteitskader dat inzet op een eigen visie en een identiteitskader dat de unieke identiteit van een school in de diverse samenleving versterkt en ondersteunt. Zo garanderen we 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. We versterken het eigenaarschap van scholen die d.m.v. eigen beleidskeuzes de vorming van leerlingen gestalte geven. We creëren ook ruimte voor het vakinhoudelijk en pedagogisch-didactisch meesterschap van de leraar, maar bieden – via pedagogische begeleiding – ondersteuning waar nodig.

2 Situering

2.1 Samenhang met de eerste graad

In het leerplan Natuur, ruimte & techniek van de eerste graad komen reeds discipline-overstijgende STEM-vaardigheden aan bod zoals bij het onderzoeken van verschijnselen en [systemen](#) in Aardrijkskunde, Natuurwetenschappen en Techniek. Ook het [modelleren](#) en problemen oplossen komen aan bod. Daarnaast duiden leerlingen interacties tussen mens, natuur, techniek en ruimte. Ook in het leerplan wiskunde ligt er meer nadruk op probleemoplossend denken. Bij berekeningen staat het handig en inzichtelijk rekenen meer centraal. Nieuw is dat leerlingen reeds een beschrijvend statistisch onderzoek uitvoeren.

We vinden in het leerplan Natuur, ruimte & techniek doelen terug die betrekking hebben op kracht en (verandering van) beweging, energie, materie, structuur en functies in systemen, interacties tussen mens, natuur, techniek en ruimte, kringlopen en voortplanting. Nieuw voor de eerste graad is dat deze breed-wetenschappelijke thema's een invulling krijgen vanuit zowel Aardrijkskunde, Natuurwetenschappen als Techniek. Deze invulling kan zowel vanuit aparte vakken Aardrijkskunde, Natuurwetenschappen als Techniek gebeuren als vanuit het interdisciplinaire leerplan Natuur, ruimte & techniek. In de leerplannen Natuurwetenschappen van de tweede graad ontwikkelen leerlingen meer inzicht in deze wetenschappelijke thema's of de zogenaamde 'Big Ideas in Science'.

2.2 Samenhang in de tweede graad

2.2.1 Samenhang binnen de studierichting

Het leerplan Biologie B bestaat uit 2 leerplanonderdelen: de STEM-doelen en de leerplandoelen Biologie.

De 2 wetenschapsdomeinen chemie en fysica komen aan bod in het leerplan Technologische wetenschappen.

2.2.2 Samenhang met andere leerplannen Natuurwetenschappen binnen de finaliteit

Verwante leerplannen in de doorstroomfinaliteit

In de tweede graad doorstroom vinden we de volgende op bètawetenschappelijk vlak verwante leerplannen terug:

- een leerplan Natuurwetenschappen voor de algemene vorming;
- een leerplan Natuurwetenschappen met verdiepte basis dat het mogelijk maakt om in de overgang van de tweede naar de derde graad nog aan te sluiten bij een richting met specifieke eindtermen Biologie, Chemie en Fysica. Voor Biologie bevat dit leerplan dezelfde doelen als het leerplan Natuurwetenschappen basis;
- een leerplan Natuurwetenschappen met cesuurdoelen voor de studierichtingen Natuurwetenschappen en Sportwetenschappen;



- een leerplan voor Biotechnologische wetenschappen met meer aandacht voor experimentele vaardigheden waaronder onderzoeksvaardigheden en labo. Voor Biologie, Chemie en Fysica zijn de cesuurdoelen identiek aan die voor de richting Natuurwetenschappen met uitzondering voor de rubriek optica die in de derde graad aan bod komt;
- een leerplan Biotechnologische STEM-wetenschappen met meer aandacht voor experimentele vaardigheden waaronder STEM-geïntegreerd oplossen van problemen. Voor Biologie en Chemie zijn de cesuurdoelen identiek aan die voor de richting Natuurwetenschappen. Voor Fysica zijn er een beperkt aantal verschillen met het leerplan Biotechnologische wetenschappen: er is meer aandacht voor thermodynamica, statica en kinematica (eenparig cirkelvormige beweging);
- een leerplan voor Technologische wetenschappen met basis en gevorderde Fysica en STEM-engineering en een verdiepte basis Chemie. In een apart leerplan komt de algemene vorming Biologie aan bod;
- het leerplan Bouwwetenschappen met algemene vorming Fysica, STEM-geïntegreerd oplossen van bouwkundige problemen en bouwfysica. In een apart leerplan komt de algemene vorming Biologie en Chemie aan bod.

Verwante leerplannen	STEM-doelen	Biologie	Chemie	Fysica
Natuurwetenschappen basis (3-3)	Basis	Basis	Basis	Basis
Natuurwetenschappen verdiepte basis (3-3)	Basis	Basis	Verdiepte basis	Verdiepte basis
Natuurwetenschappen met cesuurdoelen voor studierichting Natuurwetenschappen en Sportwetenschappen (6-6)	Verdiepte basis	Cesuurdoelen	Cesuurdoelen	Cesuurdoelen
Biotechnologische wetenschappen (10-11)	Cesuurdoelen	Cesuurdoelen	Cesuurdoelen	Cesuurdoelen eigen aan studierichting
Biotechnologische STEM-wetenschappen (10-11)	Cesuurdoelen	Cesuurdoelen	Cesuurdoelen	Cesuurdoelen eigen aan studierichting
Bouwwetenschappen (9-9)	Cesuurdoelen	-	-	Cesuurdoelen eigen aan studierichting
Biologie en Chemie (1-2) voor Bouwwetenschappen	Selectie	Basis	Basis	-
Technologische wetenschappen (9-10)	Cesuurdoelen	-	Verdiepte basis	Cesuurdoelen eigen aan studierichting
Biologie (1-1) voor Technologische wetenschappen	Selectie	Basis	-	-

2.3 Plaats in de lessentabel

Dit leerplan 'Biologie B' is bestemd voor de studierichting Technologische wetenschappen.

Het leerplan is bedoeld voor twee graduren. [\[zie disclaimer\]](#)

3 Pedagogisch-didactische duiding

3.1 Natuurwetenschappen en het vormingsconcept

Het leerplan Biologie is ingebed in het vormingsconcept van de katholieke dialogeschool. 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 afgehandeld worden 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. Dit vormt dan ook een grote uitdaging voor de wetenschappen namelijk 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 & innovatie en kritisch reflecteren over de rol van de mens in het stelsel aarde.



Duurzaamheid en verbeelding

Werken vanuit duurzaamheid legt sterk de nadruk op de intrinsieke verbondenheid van alle dingen en mensen en 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](#) rond Biologie waarbij eigenschappen van levende systemen aan bod komen.

Wetenschappelijke methoden toepassen en wetenschappelijke denk- en werkwijzen inzetten

Leerlingen leren wetenschappelijke methoden toepassen. Daarnaast beschrijven zij natuurlijke en technische systemen aan de hand van [STEM-concepten](#). Daarbij leren ze ook om geïnformeerd te werken met materialen en stoffen. Leerlingen leren [modellen](#) en STEM-concepten hanteren.

Betekenis geven aan de verwevenheid tussen wetenschappen, wiskunde, technologie en de samenleving

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

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 richtingsspecifieke leerplan Technologische wetenschappen komen er meer STEM-doelen (Engineering) aan bod. Het is aangewezen om binnen het schoolteam over het realiseren van de gemeenschappelijke STEM-doelen te overleggen.

Mogelijke timing van onderdelen in het leerplan [\[zie disclaimer\]](#)

STEM-doelen (elementen)	Biologie (basis)
<ul style="list-style-type: none">Wetenschappelijke methoden toepassenGeïnformeerd werken met materialen en stoffenSystemen beschrijven aan de hand van STEM-concepten	Homeostase: <ul style="list-style-type: none">Feedbacksysteem (2u)Coördinatie reacties op prikkels bij mens en andere dieren (10u)Coördinatie reacties op prikkels bij planten (4u)

<ul style="list-style-type: none"> • STEM-interacties in de samenleving beschrijven 	<p>Voortplanting: bevruchting en invloed ontwikkeling embryo en foetus (3u)</p> <p>Biodiversiteit (4u)</p> <p>Interactie tussen organismen (4u)</p> <p>Materie-en energiestromen in ecosystemen (5u)</p>
--	--

3.4 Leerlijnen

3.4.1 Samenhang met de eerste graad

Het leerplan sluit vanuit de vormingscomponenten aan bij een aantal leerplannen uit de eerste graad: Aardrijkskunde, Natuurwetenschappen, Techniek (of het leerplan Natuur, ruimte & techniek) en Wiskunde.

Aardrijkskunde: vanuit een terreinstudie en waarnemingen via geografische hulpbronnen onderzoeken leerlingen in de eerste graad kenmerken van landschapsvormende lagen. Vervolgens onderzoeken ze interacties tussen die lagen. Daarnaast onderzoeken leerlingen ruimtelijke effecten van natuurlijke en menselijke factoren op het landschap.

Natuurwetenschappen: vanuit een biotoopstudie en de studie van materie en energie ontwikkelen de leerlingen in de eerste graad een aantal inzichten in structuur, functies en samenhang in levende systemen. Vervolgens maken ze kennis met transport, belang en effecten van energie en fotosynthese. Daarnaast worden doelen rond krachten en voortplanting behandeld.

Techniek: de leerlingen onderzoeken in de eerste graad eigenschappen van een aantal materialen en van technische systemen binnen verschillende ervaringsgebieden in wisselwerking met enkele ontwerp- en realisatieopdrachten.

Nieuw in de STEM-gerelateerde vorming in de eerste graad is een grotere nadruk op een inzichtelijke benadering eerder dan een beschrijvende. In Natuurwetenschappen is er meer aandacht voor evolutie en ecologie. Binnen Techniek is er meer aandacht voor het onderzoeken van materialen en technische systemen en voor Aardrijkskunde is er meer nadruk op mondiale vraagstukken i.v.m. duurzaamheid.

Wiskunde: de leerlingen in de eerste graad maken kennis met de verschillende getallenverzamelingen en kunnen meetkundige objecten onderscheiden en classificeren. Daarnaast beschikken ze ook over inzicht in het begrip schaal als evenredigheidsfactor en kunnen soorten data onderscheiden en informatie halen uit tabellen, diagrammen en grafieken. Vervolgens gaan ze in op het berekenen van procenten, het nemen van machten, het hanteren van coördinaten, het gebruik van letters, het omgaan met eerstegraadsvergelijkingen en het onderzoeken van meetkundige eigenschappen. Verder komen ook concepten als transformaties en congruentie aan bod. Evenals het rekenen met lettervormen.

Leerlingen die de basisoptie (Moderne talen-) wetenschappen of STEM-wetenschappen/technieken volgden hebben reeds meer ervaring en autonomie kunnen opbouwen in het onderzoekend en probleemoplossend denken. In de basisopties STEM hebben leerlingen inhouden ook al wat wiskundiger leren benaderen. Binnen (Moderne talen-) wetenschappen ligt de nadruk op het experimentele.

In beide basisopties hebben de leerlingen inhouden uit de algemene vorming verbreed en verdiept. Vanuit het optionele en verkennende karakter van deze basisopties kan je er evenwel niet van uitgaan dat de kennis en vaardigheden die daarin aan bod komen noodzakelijk zijn als beginsituatie voor dit leerplan.

Leerlijnen STEM-doelen



Eerste graad	Basis tweede graad doorstroom
Onderzoeken in Aardrijkskunde, Natuurwetenschappen en Techniek	Wetenschappelijke methoden toepassen
Grootheden en eenheden gebruiken	Grootheden en eenheden gebruiken
	Systemen analyseren aan de hand van STEM-concepten
Hulpmiddelen gebruiken bij metingen, experimenten, terreinstudie	Meetinstrumenten en hulpmiddelen gebruiken
Systemen gebruiken en onderhouden	Geïnformeerd, veilig en duurzaam werken met materialen en stoffen
Duurzaam omgaan met energie en grondstoffen	
Modellen of simulaties gebruiken	Modellen ontwikkelen
Een probleemoplossend proces doorlopen (Techniek)	STEM-geïntegreerd problemen oplossen.
Een systeem ontwerpen (Techniek)	
Keuzes beargumenteren om een probleem op te lossen.	Keuzes beargumenteren
STEM-interacties met de maatschappij illustreren	STEM-interacties in de samenleving onderzoeken

Leerlijnen Biologie

	Eerste graad	Basis tweede graad doorstroom
Biologische eenheid KERNIDEE: levende wezens bestaan uit cellen met een gelijkaardige structuur	Organisme als samenhang tussen verschillende organisatieniveaus: cellen, weefsels, organen en stelsels	
	Celonderdelen en hun functie: celwand, celmembraan, celkern, bladgroenkorrels, mitochondriën, cytoplasma	
Soorten		Driedomeinensysteem - Soort - Biodiversiteit
In stand houden van leven	Stofomzettingen, stofuitwisseling en energieomzettingen	Homeostase - Waterhuishouding in planten
	Fotosynthese: stofomzetting, energieomzetting van lichtenergie naar chemische energie, plantendelen betrokken bij fotosynthese	Coördinatie tussen prikkel en reactie - Zintuigen - Impulsgeleiding - Spieren - Endocrien stelsel
	Transport in een organisme: ademhalingsstelsel, spijsverteringsstelsel, uitscheidingsstelsel, bloedsomloop	
Interacties tussen organismen onderling en met hun omgeving KERNIDEE: in ecosystemen concurreren organismen om materie en energie	Ecologisch evenwicht tussen abiotische en biotische factoren en de onderlinge afhankelijkheid van organismen	Gedrag van en interacties van organismen binnen de soort/tussen soorten
	Biodiversiteit	Materie- en energiestromen in een ecosysteem
	Voedselrelaties: producenten, consumenten, detrivoren, reducenten	
Leven doorgeven	Voortplanting bij de mens: ligging en functie van de organen van het voortplantingsstelsel	Bevruchting en beïnvloeding ontwikkeling embryo en foetus
	Voortplanting bij de mens: eisprong, zaadlozing, bevruchting, menstruatie, zwangerschap, geboorte	

	Voortplantingswijzen bij planten en dieren: asexuele en seksuele voortplanting	
Evolutie KERNIDEE: organismen evolueren door overerving, variatie en selectie van kenmerken	Kenmerken van de omgeving en kenmerken van organismen	
	Struggle for life en survival of the fittest	

3.4.2 Samenhang in de tweede graad

Samenhang met Wiskunde

In het leerplan Biologie B vinden we enkele inhoudelijke relaties met inhoud uit het leerplan Wiskunde zoals 2D-voorstellingen van 3D-situaties.

Samenhang met Aardrijkskunde

In het leerplan Biologie B vinden we een aantal methodische en inhoudelijke relaties met het leerplan Aardrijkskunde. Deze worden in het leerplan aangegeven via de samenhang met de tweede graad.

Methodische relaties

- gebruik van STEM-concepten om natuurlijke en technische systemen te beschrijven
- systeemdenken waarin ook interacties met sociale systemen aan bod komen
- wisselwerking tussen [STEM-disciplines](#) en maatschappelijke problemen

Inhoudelijke relaties

- koolstofcyclus
- gevolgen van klimaatverandering
- transitie naar een duurzame wereld

Samenhang met Technologische wetenschappen

In het leerplan Biologie B vinden we een aantal methodische relaties met het leerplan Technologische wetenschappen via de STEM-doelen (Engineering):

Leerplan II-Bio-d	Leerplan II-TeWe-d
Wetenschappelijke methoden toepassen	Wetenschappelijke methoden toepassen
Systemen beschrijven door gebruik van STEM-concepten	Systemen analyseren door gebruik van verschillende STEM-concepten
	Meetinstrumenten en hulpmiddelen gebruiken
	Meetwaarden, grootheden en eenheden gebruiken
	Kwantitatieve verbanden tussen grootheden onderzoeken
Veilig en duurzaam werken met materialen, stoffen en biologische systemen	Veilig en duurzaam werken met materialen, stoffen en biologische systemen
	Modellen ontwikkelen (plannen en tekeningen)
	Een STEM-geïntegreerde oplossing engineeren
	Keuzes beargumenteren bij ontwerp en gebruik van technische systemen en STEM-oplossingen
STEM-interacties met de maatschappij beschrijven	STEM-interacties in de samenleving onderzoeken



Daarnaast zijn er ook nog tal van inhoudelijke relaties die in de rubriek ‘samenhang met de tweede graad’ bij de leerplandoelen zijn aangegeven.

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.

Basis-onderwijs	Oriëntatie op de wereld. De wereld leren kennen vanuit de invalshoeken natuur, ruimte en techniek door exploreren en experimenteren, ervaren en doen.		
Eerste graad	Basiskennis verwerven in Natuur, Ruimte en Techniek op overwegend kwalitatieve manier Basisvaardigheden ontwikkelen voor onderzoeken, ontwerpen en probleemoplossen. Concept-contextbenadering.		
Tweede en derde graad	<p>Wetenschappelijke geletterdheid voor de burger van morgen</p> <p>Voor de studierichtingen in arbeidsmarkt en dubbele finaliteit buiten het STEM-domein.</p> <p>Context-conceptbenadering: nadruk op <u>contextuele</u> structuur.</p>	<p>Wetenschappelijke vorming voor de professional van morgen</p> <p>Voor niet-STEM doorstroomrichtingen die voorbereiden op studies die een brede wetenschappelijke kennisbasis verwachten en voor STEM studierichtingen in dubbele finaliteit die een specifieke wetenschappelijke onderbouw nastreven voor studie of beroep.</p> <p><u>Concept-context</u>- en ook context-conceptbenadering in functie van inhouden in het leerplan.</p>	<p>Doorgedreven wetenschappelijke vorming voor de STEM-professional van morgen</p> <p>Voor de doorstroomrichtingen in het STEM-domein die voorbereiden op studies met een doorgedreven wetenschappelijke onderbouw</p> <p>Concept-contextbenadering: nadruk op <u>conceptuele</u> structuur.</p>

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 vanuit interesses: concept-contextbenadering

Wetenschappelijke concepten zijn mentale beelden die verwijzen naar belangrijke ideeën uit de wetenschap. Samen met leerplanonderdelen van het leerplan Technologische wetenschappen vormen de inhoudsgebonden leerplandoelen Biologie een netwerk van samenhangende begrippen. De

leerplanrubrieken verwijzen naar een aantal centrale kernideeën. Vanuit dit ‘netwerkcurriculum’ kan meer nadruk op inzichtelijk leren gelegd worden. Een gedetailleerd overzicht opbouwen (het zogenaamde ‘overzichtscurriculum’) is immers geen doel op zich. Op die manier kan overladenheid teruggedrongen worden.

Contexten brengen situaties of probleemstellingen naar voren die voor leerlingen betekenis hebben of krijgen doorheen de leeractiviteiten. Contexten kunnen ook motiverend zijn voor leerlingen. Zij geven betekenis aan concepten en concepten worden wendbaar toegepast in verschillende contexten: het gaat dus uitdrukkelijk om een wisselwerking. Afwisselen tussen verschillende contexten is daarbij nodig om transfer van kennis en vaardigheden te versterken. Naargelang de oriëntatie van het leerplan kunnen de lesinhouden en de opbouw van het vak meer vanuit samenhang in concepten dan wel vanuit samenhang in contexten worden ingevuld:

- concept-contextbenadering: de vakkenstructuur staat centraal en contexten illustreren deze structuur;
- verbindende context: deze context brengt een groep bij elkaar passende concepten samen in leeractiviteiten;
- context-conceptbenadering: één context staat centraal en dient als selectiecriteria voor de concepten die aan bod komen.

De keuze van contexten kan ingegeven worden vanuit hun functionele relevantie (functionele context), omdat ze zeer geschikt zijn om kennis en vaardigheden in te oefenen (didactische context), omdat ze persoonlijk relevant zijn voor de leerling (leefwereldcontext) of maatschappelijk relevant (maatschappelijke en professionele context). Contexten die verwijzen naar de professionele STEM-praktijk zijn zinvol bij het leren van een vakgebied. De maatschappelijke en de professionele context komen vooral naar voren in de derde krachtlijn van dit leerplan.

3.5.3 Onderzoekend leren, leren onderzoeken en practicum

Practicum is een belangrijk element in goed wetenschapsonderwijs. Practicum biedt ook in dit leerplan kansen om:

- leerlingen te motiveren vanuit hun verwondering bij het waarnemen van verschijnselen;
- geïnformeerd te leren werken met meetinstrumenten, hulpmiddelen en stoffen;
- onderzoeksvaardigheden en een onderzoekende houding (kritisch willen zijn, willen begrijpen, willen delen, willen vernieuwen, nauwkeurigheid, objectief waarnemen, planmatig werken ...) te ontwikkelen.

Vooraf de twee eerste doelen kunnen goed via practicum aangeleerd worden. Om begrippen te leren en deze vast te zetten en om onderzoeksvaardigheden te ontwikkelen blijkt practicum geen superieure werkvorm, vooral als de geschetste objectieven tegelijk door leraren nagestreefd worden in één practicum.

Effectief practicum heeft een duidelijk leerdoel en activeert het bijhorend denkproces. Om het doelgericht karakter van practicum en de bijhorende didactiek aan te scherpen kunnen meerdere soorten practicum onderscheiden worden zoals:

- **apparatuurpracticum** of instrumenteel practicum: practicumvaardigheden zoals een meetinstrument leren gebruiken worden apart inge oefend. Dit kan op een effectieve manier met duidelijke voorschriften, kookboekachtige instructies, handleidingen, gebruik van helpfunctie in software, veel oefening.... Apparatuurpracticum kan vaak ingezet worden in een voorbereidend traject naar een onderzoekspracticum;
- **onderzoekspracticum**: leerlingen bakenen de probleemstelling af, formuleren een onderzoeksvraag, stellen een onderzoeksplan op, nemen waar, meten en analyseren data, formuleren besluiten en bespreken conclusies...
Deze vaardigheden vinden we terug in STEM-doel 1 (onderzoeksmethoden). Om te vermijden dat



leerlingen onderzoek zien als een lineair (receptachtig) stappenplan dat automatisch leidt tot betrouwbare kennis is het belangrijk dat leerlingen het cyclische en iteratieve karakter van onderzoek leren begrijpen;

- **begripspracticum:** een uitgekende serie activiteiten op basis van open interacties tussen leraar en leerlingen waarbij “leerlingdenkbeelden” (de zogenaamde misconcepties) geconfronteerd worden met cognitief conflicterende observaties uit (eenvoudige) experimenten of met conflicterende meningen van anderen.

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.

Vanuit de geschetste overwegingen is het 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 dit perspectief hoeft een doelgericht practicum niet altijd minstens een lesuur te duren.

3.5.4 Samenhang vanuit het gebruik van STEM-concepten

Het tweede STEM-doel geeft aan dat leerlingen “natuurlijke en technische systemen beschrijven aan de hand van “STEM-concepten” (internationaal ook ‘crosscutting concepts’ genoemd).

STEM-professionals hanteren deze STEM-concepten als ‘typische denkwijzen’ die kennis uit verschillende disciplines met elkaar kunnen verbinden. Voor leerlingen kunnen deze concepten toegangspoorten zijn om verbanden tussen disciplines te ontdekken.

STEM-concepten:

- systemen en modellen ervan;
- patronen;
- structuur en functie;
- behoud, transport en kringloop van energie en materie;
- oorzaak en gevolg;
- schaal, verhouding en hoeveelheid;
- stabiliteit en verandering.

3.5.5 Samenhang vanuit inzicht in ‘wetenschappelijke kernideeën’ (Big Ideas)

Het is belangrijk dat leerlingen er door het wetenschapscurriculum heen in slagen om een zeker overzicht te behouden en de samenhang te zien tussen wetenschappelijke ideeën. Binnen het omvangrijk geheel van ideeën die in een wetenschapscurriculum aan bod komen zijn er een aantal kernideeën die breed kunnen ingezet worden.

Onderstaande kernideeën worden in de literatuur vaak onderscheiden:

- levende wezens bestaan uit cellen met een gelijkaardige structuur;
- organismen evolueren door overerving, variatie en selectie van kenmerken;
- in ecosystemen concurreren organismen om materie en energie;
- materie bestaat uit deeltjes;

- bij elk proces wordt energie omgezet van één vorm in een andere;
- wijziging van beweging vereist interactie met een ander object;
- straling is overal;
- er is een sterke wisselwerking tussen wetenschap, techniek en de samenleving.

In dit leerplan krijgt de aandacht voor kernconcepten over de graden en finaliteiten heen vooral vorm vanuit de leerplanrubrieken. Zij geven de structuur aan waarbinnen een netwerk van begripsvorming zich verder kan uitkristalliseren doorheen het leerproces.

4 Leerplandoelen

4.1 STEM-doelen

Deze doelen komen in combinatie met doelen uit de leerplanrubrieken biologie aan bod.

LPD S1 De leerlingen passen een wetenschappelijke methode toe om kennis te ontwikkelen en om vragen te beantwoorden.

Samenhang tweede graad: II-TeWe-d LPD 1

Samenhang eerste graad: leerlingen passen een wetenschappelijke methode toe om een probleem te onderzoeken (I-NRT-a LPD 1). In Wiskunde voeren leerlingen een statistisch onderzoekje uit (I-Wis-a LPD 37, 38, 39, 40, 41).

- ✓ Wetenschappelijke methoden zoals:
 - scherpstellen en afbakenen van de probleemstelling;
 - formuleren van een onderzoeksvraag en hypothese op basis van criteria;
 - opstellen en uitvoeren van een onderzoeksplan;
 - waarnemen en verzamelen van data;
 - analyseren van data die grafisch en op andere manieren worden weergegeven;
 - besluiten formuleren op basis van data die grafisch en op andere manieren worden weergegeven.
 - bespreken van conclusie(s) op basis van criteria als verklaring of antwoord op een onderzoeksvraag.
 - reflecteren en communiceren over de gekozen methodologie en resultaten.
- ✓ In het leerplan Technologische wetenschappen II-TeWe-d vinden we een gelijkaardig doel. Het is in dit leerplan niet de bedoeling alle deelvaardigheden in de afbakening te oefenen bij elk onderzoek. Ze kunnen ook betrokken worden op demo-experimenten of simulaties. Een onderzoekspracticum kan beperkt worden in complexiteit of kan sterk begeleid worden. Over beide leerplannen heen is het de bedoeling dat leerlingen inzicht ontwikkelen in de manier waarop betrouwbare kennis ontstaat en hoe wetenschappelijke methoden daar kunnen toe bijdragen.
- ✓ In wetenschappelijk onderzoek is er steeds 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. Wetenschappelijk onderzoek mag niet worden voorgesteld als het toepassen van een uniforme wetenschappelijke methode die verloopt volgens een vast ritueel of recept.

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

LPD S2 De leerlingen beschrijven natuurlijke en technische systemen door gebruik van STEM-concepten.

Samenhang tweede graad: II-Aar-d LPD 18; II-Bio-d LPD B2, B3; II-TeWe-d LPD 2

Samenhang eerste graad: leerlingen herkennen verschillende energievormen (I-NRT-a LPD 26) en leiden energieomzettingen af in systemen (I-NRT-a LPD 29). Daarnaast gebruiken ze aangereikte en zelfgemaakte modellen of simulaties (I-NRT-a LPD 5). Aan de hand van het deeltjesmodel verklaren ze eigenschappen van materie. In wiskunde bepalen leerlingen de evenredigheidsfactor bij recht evenredige grootheden: schaal, constante snelheid (I-Wis-a LPD 36). Leerlingen onderzoeken ook stabiliteit van structuren (I-NRT-a LPD 24).

- ✓ STEM-concepten zoals:
 - systemen en modellen ervan;
 - patronen herkennen;
 - relatie tussen structuur en functie;
 - stromen en behoud van energie, materie en informatie;
 - oorzaak en gevolg, terugkoppeling;
 - invloed van verhouding en hoeveelheid;
 - stabiliteit en verandering en verstoringen.
- ✓ De STEM-concepten zijn een hulpmiddel en leidraad om systemen te analyseren. Ze helpen om in een les vanuit een bepaald perspectief te kijken naar het systeem. Via de STEM-concepten kunnen leerlingen een breder en dieper inzicht ontwikkelen in wetenschappelijke vakinhouden. Je kan ze apart of gecombineerd aanwenden.
- ✓ Je kan bij heel wat conceptuele leerplandoelen suggesties vinden die verduidelijken hoe je deze STEM-concepten kan gebruiken in combinatie met vakinhouden. Het is belangrijk dat de betekenis van deze STEM-concepten voor leerlingen kan groeien doorheen verschillende leerinhouden. De leerlingen kunnen een overzicht van de STEM-concepten gebruiken bij de analyse en tijdens de les. Je kan daarvoor informatieve posters en icoontjes aanwenden.
- ✓ Een fenomeen kan je op een afgebakende manier analyseren als een systeem. Een (vereenvoudigd) model stelt dit dan begrijpelijk voor. Leerlingen zullen in de lessen wetenschappen een zekere vertrouwdheid opbouwen met het gebruik van specifieke modellen zoals deeltjesmodel, atoommodel, molecuulmodel, periodiek systeem, vectormodel, stroommodel, terugkoppelingsschema ... Je kan aandacht hebben voor de reikwijdte en validiteit van een model.
- ✓ Binnen een systeem kan je op zoek gaan naar gelijkenissen en verschillen om patronen te vinden. Je vindt ze in bepaalde vormen, structuren, gebeurtenissen die zich herhalen in bepaalde verbanden. Je kan patronen zoals in het PSE, in kenmerken van organismen, eigenschappen van materialen of systemen ... laten ontdekken als basis voor classificatie,

ordening en optimalisering. Diagrammen en kaarten kunnen helpen om patronen te ontdekken.

- ✓ **Structuur (vorm, opbouw) en functie:** functies worden verklaard met de vorm en omgekeerd. Je kan aangeven dat vertrouwde vormen niet willekeurig zijn maar kunnen worden verklaard door de functie. Voorbeelden: de bouw van een plantaardige cel, de invloed van de oppervlakte op de druk, vorm van spiegels, veiligheidssystemen om te beschermen tegen krachten, geluid, straling, thermische isolatie of koeling.
- ✓ **Weergeven waar energie en materie vandaan komen of naartoe gaan is belangrijk om een systeem te begrijpen.** Je kan leerlingen stromen zoals de invoer, verwerking, uitvoer en opslag van materie, energie en informatie (getallen, data ...) in een systeem met deelsystemen laten onderscheiden en visualiseren met een blokschema als systeemmodel. Impulsoverdracht via zenuwen is een voorbeeld van een informatiestroom.
- ✓ **Willen weten waarom iets gebeurt is een belangrijke drijfveer.** Oorzaak - gevolg relaties vind je bijvoorbeeld bij de invloed van gezondheidsgedrag op de ontwikkeling van de foetus, oorzaak van een chemische reactie, kracht en verandering van beweging, veiligheidsaspecten rond kracht, druk, oorzaak van geleidbaarheid van stoffen, de werking van systemen ... Je kan aangeven dat een terugkoppeling een grootheid in systemen kan doen evolueren naar een gewenste waarde, bijvoorbeeld de temperatuur in het menselijk lichaam, in een verwarmingssysteem ...
- ✓ **Verhouding en hoeveelheid:** veel grootheden zijn op verhoudingen gebaseerd zoals snelheid, dichtheid, druk en rendement. De schaal (in ruimte of tijd) van waaruit je een systeem bekijkt beïnvloedt de analyse: vanuit micro- of macroscopisch perspectief, veranderingen over een korte of langere tijdsperiode onderzoeken ... Je kan tabellen en grafieken gebruiken om bepaalde verhoudingen te achterhalen.
- ✓ **Systemen kunnen veranderen in de tijd volgens bepaalde wetmatigheden die je kan onderzoeken.** Voorbeelden van stabiliteit en verandering: kracht en verandering van beweging, biologische feedbacksystemen, invloed van verstoringen op de groei van organismen, op biotopen, in technische systemen ... Er is dynamisch evenwicht als in- en uitstroom elkaar in evenwicht houden zoals in veel situaties met thermisch evenwicht.

LPD S3 De leerlingen werken geïnformeerd op een veilige en duurzame manier met materialen, chemische stoffen en biologische systemen.

★ Veiligheidspictogrammen, H/P-zinnen

Samenhang tweede graad: II-TeWe-d LPD 6

Samenhang eerste graad: leerlingen gebruiken courante systemen duurzaam, doelgericht en veilig (I-NRT-a LPD 15). Ook onderhoud kwam aan bod.

- ✓ Voorbeelden van goede praktijken voor veilig en duurzaam werken:
 - ordelijk werken, productetiketten interpreteren;
 - alert zijn voor energie die kan vrijkomen onder de vorm van warmte, geluid, straling, elektriciteit;
 - omgaan met chemisch en biologisch afval.



- ✓ Geïnformeerd werken door gebruik van informatie zoals instructiekaarten voor technische systemen, pictogrammen, symbolen, onderhoudsvorschriften, handleidingen en (werk)tekeningen.
- ✓ Je gebruikt als leraar de COS-brochure om op een verantwoorde en veilige manier om te gaan met chemische stoffen op school.

LPD S4 De leerlingen beschrijven aan de hand van concrete maatschappelijke uitdagingen de wisselwerking tussen natuurwetenschappen, technische wetenschappen, wiskunde en de maatschappij.

Samenhang tweede graad: II-Aar-d LPD 19; II-TeWe-d LPD 10; II-WisS-d LPD 3

Samenhang eerste graad: leerlingen illustreren de wisselwerking tussen STEM-disciplines onderling en met de maatschappij (I-NRT-a LPD 9).

- ✓ 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 aanknopng vormen om de onderlinge wisselwerking met natuurwetenschappen, technische wetenschappen en wiskunde te bespreken.
- ✓ Contexten, maatschappelijke behoeften en maatschappelijke keuzes zoals klimaatverandering, hernieuwbare energie, zorg en gezondheid, onderwijs, watervoorziening, mobiliteit, leefbare en duurzame steden, oceanvervuiling kunnen aan bod komen.
- ✓ Een historische evolutie als casus kan de wisselwerking tussen wiskunde, wetenschappen en technologie (interdisciplinariteit) verhelderen en deze laten zien als culturele ontwikkeling.
- ✓ Het is belangrijk om aandacht te besteden aan de duurzame ontwikkelingsdoelen van de Verenigde Naties (SDG's- Sustainable Development Goals).

4.2 Biologie

4.2.1 Homeostase

Homeostase: belang en werking van feedbacksystemen

LPD B1 De leerlingen tonen aan de hand van voorbeelden aan dat planten en dieren zich in stand houden door wisselwerking tussen het inwendig en uitwendig milieu.

- ★ Inwendige en uitwendige prikkels
 - ✓ Het is de bedoeling om aan de hand van heel eenvoudige dagelijkse voorbeelden aan te tonen dat zowel planten als dieren op uitwendige en inwendige prikkels reageren. Voorbeelden zijn:
 - bij planten zoals:
 - groeien naar licht;

- droogtestress;
 - beweging bij aanraking;
- bij dieren zoals:
 - honger/dorst;
 - licht/geluid;
 - effecten van adrenaline bij stress.
- ✓ Het is niet de bedoeling om tot op celniveau te gaan.
- ✓ Dit leerplandoel kan je behandelen in samenhang met STEM-concept: oorzaak en gevolg (LPD S2) en met STEM LPD S1.

LPD B2 De leerlingen tonen aan dat planten en dieren als stelsel functioneren.

★ Fotoreceptoren en hormonen bij planten

Samenhang tweede graad: II-Bio-d LPD S2

Samenhang eerste graad: de leerlingen bestuderen het groeperen van cellen in weefsels, weefsels in organen en organen tot orgaanstelsels die een welbepaalde functie hebben (I-Nat-a LPD 24, I-Nat-a LPD 28).

- ✓ Bij planten en dieren komt telkens de systematische samenhang receptor-conductor-effector aan bod. Stelsel bij planten: tropie en nastie. Stelsel bij dieren: beweging en kliersecretie.
- ✓ Je kan de begrippen prikkelfilter, prikkel drempel en prikkelgewenning aan bod laten komen.
- ✓ Dit leerplandoel kan je behandelen in samenhang met STEM-concept: stelsel (LPD S2). De vergelijking tussen een organisme als stelsel en een technisch stelsel kan aan bod komen. Als stelsel wordt bedoeld: het opvangen, verwerken en reageren op prikkels. Dit leerplandoel kan je ook behandelen in samenhang met STEM LPD S1, S3.
- ✓ Mogelijke practica en onderzoeksonderwerpen: waarnemen van prikkels bij verschillende zintuigen ...

LPD B3 De leerlingen illustreren dat planten en dieren homeostase hanteren met behulp van stelsels.

Samenhang tweede graad: II-Bio-d LPD S2

- ✓ 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.
- ✓ Dit leerplandoel hangt samen met LPD B9.
- ✓ Dit leerplandoel kan je behandelen in samenhang met het STEM-concept: oorzaak en gevolg, terugkoppeling (LPD S2). De vergelijking tussen een organisme als feedbackstelsel en een technisch feedbackstelsel 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 LPD S1.

Homeostase: coördinatie van reacties op prikkels bij mens en andere dieren

LPD B4 De leerlingen leggen de structuur en werking uit van een zintuig inclusief de receptor.

- ✓ Receptoren zoals staafjes en kegeltjes, haarcellen.
- ✓ Een zintuig met bijhorende receptor wordt in detail besproken. Het is de bedoeling dat elk zintuig exemplarisch aan bod komt: het mechanisme van opvangen en verwerken van prikkels door de receptoren wordt veralgemeend voor de andere zintuigen.
- ✓ Het is belangrijk om te duiden dat de verwerking van prikkels een proces is dat in de hersenen tot stand komt.
- ✓ Voorbeelden van zintuiglijke stoornissen kunnen aan bod komen.
- ✓ Dit leerplandoel kan je behandelen in samenhang met het STEM-concept: structuur en functie (LPD S2) en in samenhang met STEM LPD S1, S3.
- ✓ Mogelijke practica en onderzoeksonderwerpen:
 - bouw van het zintuig:
 - het oog (dissectie);
 - het oor;
 - werking van het zintuig:
 - het oog (onderzoek blinde vlek, functie staafjes en kegeltjes, pupilreflex, gezichtsveld bij dieren);
 - het oor (onderzoek geluid, vergelijken oorschelp bij verschillende dieren, lokaliseren geluid, resonantie, gehoortest).

LPD B5 De leerlingen lichten de overdracht van informatie via impulsgeleiding en impulsoverdracht in zenuwen toe.

- ★ **Centraal zenuwstelsel: hersenen en ruggenmerg**
 - ✓ 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.
 - ✓ 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.
 - ✓ Stoornissen in de werking van het zenuwstelsel kunnen aan bod worden gebracht.
 - ✓ Dit leerplandoel kan je in samenhang behandelen met de STEM-concepten: structuur en functie, stabiliteit, verandering en verstoringen (LPD S2) en in samenhang met STEM LPD S1.

- ✓ Mogelijke practica en onderzoeksonderwerpen:
 - onderzoek naar reactiesnelheid;
 - microscopie (doorsnede zenuw, eindplaatjes, hersenen, ruggenmerg).

LPD B6 De leerlingen leggen de werking van en het onderscheid tussen een reflex en een gewilde beweging uit.

- ✓ Dit doel behandel je best in samenhang met LPD B5.
- ✓ De kniepeesreflex of de terugtrekreflex kunnen ter sprake komen als reflexboog via het ruggenmerg.

LPD B7 De leerlingen illustreren het verschil in aansturing tussen gladde en dwarsgestreepte spieren.

- ★ Soorten spierweefsel: gladde spier, hartspier, dwarsgestreepte spier
 - ✓ Hier wordt het verband 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.
 - ✓ De antagonistische werking van spieren kan behandeld worden, met aandacht voor de rol van beenderen en gewrichten bij beweging.
 - ✓ Spiercontractie wordt op macroscopisch niveau behandeld.
 - ✓ Dit leerplandoel kan je behandelen in samenhang met het STEM-concept: structuur en functie (LPD S2) en in samenhang met STEM LPD S1.
 - ✓ Mogelijke practica en onderzoeksonderwerpen:
 - macroscopisch onderzoek van spierweefsel (kippenvleugel, ham, soepvlees);
 - microscopie van spierweefsel (preparaten).

LPD B8 De leerlingen vergelijken de bouw en werking van exocriene en endocriene klieren en benoemen de bijhorende hormonen.

- ✓ De bouw van endo- en exocriene klieren kan beperkt worden tot de aan- of afwezigheid van een afvoerbuis.
- ✓ Je behandelt minstens 2 exocriene klieren zoals speekselklier, traanklier, zweetklier, melkklier of talgklier en minstens 2 endocriene klieren zoals hypofyse, schildklier, thymus, bijniere, pancreas, eierstokken of teelballen.
- ✓ Dit leerplandoel kan je behandelen in samenhang met STEM LPD S1, S3.
- ✓ Mogelijke practica en onderzoeksonderwerpen: microscopie van exo- en endocriene klieren.



LPD B9 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.

- ★ Hormonale signalen als overdracht van informatie
 - ✓ Voorbeelden: regeling bloedsuikerspiegel, mechanisme om calciumconcentratie op peil te houden, regeling stresshormonen, werking schildklier (met de link met stofwisseling).
 - ✓ Dit leerplandoel hangt samen met LPD B3.
 - ✓ Stoornissen in de werking van het hormonaal stelsel kunnen aan bod komen.
 - ✓ Dit leerplandoel kan je behandelen in samenhang met STEM- concepten: terugkoppeling, stabiliteit en verandering (LPD S2).

Homeostase: coördinatie van reacties op prikkels bij planten

LPD B10 De leerlingen leggen watertransport en assimilanttransport bij de plant uit.

- ★ Namen van plantenorganen: wortel - stengel – blad- bloem
Namen van plantenweefsels en plantenceltypen

Samenhang eerste graad: de leerlingen maken kennis met de plantendelen betrokken bij fotosynthese (wortel, stengel, blad, huidmondjes, bladgroenkorrels) (I-Nat-a LPD 25) en met volgende delen van de plantaardige cel: celwand, celmembraan, celkern, bladgroenkorrels, cytoplasma, mitochondriën (I-Nat-a LPD 23).

- ✓ Namen van plantenweefsels zoals meristeem, vaatbundel, epidermis, huidmondje, cortex. Namen van plantenceltypen zoals houtvaten (xyleem), zeefvaten (floëem), parenchymcellen.
- ✓ Het watertransport kan beperkt worden tot het opwaarts en neerwaarts transport van water.
- ✓ Dit leerplandoel kan je behandelen in samenhang met STEM- concept: structuur en functie, stromen (LPD S2) en in samenhang met STEM LPD S1, S3.
- ✓ Mogelijke practica en onderzoeksonderwerpen: functieonderzoek van verschillende plantendelen in relatie tot watertransport.

LPD B11 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.

- ✓ Plantenhormonen zoals auxine en ethyleen.
- ✓ De rol van ethyleen bij rijping en van auxine als groeihormoon kan aan bod komen evenals de rol van auxine en ethyleen bij bladval.
- ✓ Dit leerplandoel kan je behandelen in samenhang met de STEM-concepten: terugkoppeling, stabiliteit en verandering (LPD S2) en in samenhang met STEM LPD S1, S3.

- ✓ Mogelijke practica en onderzoeksonderwerpen: onderzoek naar invloed van rijp fruit (appel, peer) op kieming zaden.

LPD B12 De leerlingen leggen vanuit een systeembenadering het begrip homeostase uit aan de hand van de waterhuishouding in planten.

- ✓ Dit leerplandoel wordt gekoppeld met LPD B2 en LPD B3.
- ✓ Je kan aandacht besteden aan hoe de plant als systeem reageert op een tekort of op een overmaat aan water.
- ✓ Dit leerplandoel kan je in samenhang behandelen met STEM LPD S4 (klimaat, watervoorziening).

4.2.2 Voortplanting

LPD B13 De leerlingen leggen de bevruchting bij de mens uit.

★ Eicel - zaadcel - zygote - embryo - foetus

Samenhang tweede graad: II-MEAV-d LPD M5 (aspecten van relationele en seksuele integriteit)

Samenhang eerste graad: in het thema voortplanting komen volgende items reeds aan bod: lokaliseren en benoemen van de belangrijkste organen van het voortplantingsstelsel alsook het toelichten van de functie ervan, het onderscheid tussen primaire en secundaire geslachtskenmerken. In de eerste graad situeren de leerlingen in de tijd de belangrijkste fasen van de bevruchting tot de geboorte (I-Nat-a LPD 39).

- ✓ Het is de bedoeling om de begrippen eicel, zaadcel, zygote, embryo en foetus in een logische samenhang te koppelen aan de bevruchting zonder in te gaan op het proces van celdeling.
- ✓ Dit leerplandoel sluit nauw aan bij het correct gebruik van voorbehoedsmiddelen en bij verantwoordelijkheid en respectvol gedrag in een relatie. Hier kan ook een koppeling gemaakt worden met gedrag op internet.

LPD B14 De leerlingen bespreken bij de mens de invloed van gezondheidsgedrag en leefmilieu op de ontwikkeling van embryo en foetus.

- ✓ Je kan bij dit leerplandoel vertrekken van de actualiteit.
- ✓ Invloed van negatief gezondheidsgedrag: voeding, stress, alcohol, drugs, medicijnen, roken ... Invloed van positief gezondheidsgedrag: voeding, foliumzuur, beweging ... Invloed van leefmilieu: bestraling met röntgenstraling, milieuverontreiniging met lood, kwik, cadmium en pesticiden ...
- ✓ Effecten van ziekteverwekkers: zikavirus, toxoplasmose, cytomegalovirus, rubella ...
- ✓ Dit leerplandoel kan je behandelen in samenhang met het STEM-concept: oorzaak en gevolg (LPD S2) en in samenhang met STEM LPD S1 (data).



4.2.3 Biodiversiteit

LPD B15 De leerlingen situeren organismen in het driedomeinensysteem.

★ Biodiversiteit

Tree of life

Vijfrijkensysteem

Prokaryoten en eukaryoten

Soortbegrip

Samenhang eerste graad: de leerlingen illustreren het belang van biodiversiteit (I-Nat-a LPD 10) en lichten de begrippen autotroof en heterotroof toe (I-Nat-a LPD 25). Bovendien leggen de leerlingen uit dat planten en dieren onder bepaalde voorwaarden meer waarschijnlijk zullen overleven en zich voortplanten (I-Nat-a LPD 12).

- ✓ Je kan vertrekken vanuit waarneming.
- ✓ Het is niet de bedoeling om een doorgedreven classificatie uit te voeren maar wel om de focus te leggen op de biodiversiteit.
- ✓ Je kan gebruik maken van bestaande apps om te determineren.
- ✓ Het vijfrijkensysteem (planten, dieren, schimmels, protista, monera) wordt historisch gekaderd.
- ✓ Via 'Tree of life' duiden we de evolutie vanuit de oercel naar de huidige soortenrijkdom.
- ✓ Dit leerplandoel kan je behandelen in samenhang met het STEM- concept: patronen (LPD S2).

LPD B16 De leerlingen illustreren de relatie van virussen tot het driedomeinensysteem.

- ✓ De redenen waarom virussen buiten het driedomeinensysteem vallen, komen aan bod.
- ✓ Je kan de link met de actualiteit leggen.

4.2.4 Interacties tussen organismen

LPD B17 De leerlingen analyseren de interacties tussen organismen van dezelfde soort en verschillende soorten om het overleven van organismen te verklaren.

★ Microbioom

Antibioticaresistentie

Ziekte als onevenwichtige interactie tussen organismen

Populatie

- ✓ Een populatie wordt gekaderd binnen de organisatieniveaus: individu – soort – populatie – levensgemeenschap.

- ✓ Soorten interacties tussen organismen: commensalisme, mutualisme, parasitisme, amensalisme (antibiose), zoönose ...
- ✓ Interactie tussen organismen vormt een dynamisch evenwicht. Factoren die dit dynamisch evenwicht verstoren komen aan bod zoals gebruik (breedspectrum)antibiotica, gebruik zeep, gebruik alcoholgel, gebruik strooizout.
- ✓ In het kader van antibioticaresistentie kan je aandacht besteden aan de relatie tussen antibioticagebruik en de ziekenhuisbacterie.
- ✓ Je kan in het kader van preventie van ziekten gezonde leefstijl, hygiëne, vaccinatie ... aan bod laten komen. In de 3de graad wordt immuniteit uitgebreider behandeld.
- ✓ Je kan dit leerplandoel behandelen in samenhang met STEM LPD S1, S3.
- ✓ Mogelijke practica en onderzoeksonderwerpen: onderzoek naar samenstelling en vindplaats korstmossen (kan in samenhang met STEM LPD S4).

LPD B18 De leerlingen analyseren het aangeboren en aangeleerd gedrag tussen organismen van dezelfde soort en verschillende soorten om het overleven van organismen te verklaren.

Communicatie tussen organismen

- ✓ Tijdens het bespreken van het gedrag kan er aandacht besteed worden aan soorten communicatie zoals chemische communicatie, visuele communicatie, auditieve communicatie en sensitieve communicatie.
- ✓ Aangeboren en aangeleerd gedrag van organismen: baltsgedrag, afbakening van territorium, gedrag in functie van taken, agressie, vluchten, verdediging, voortplanting, klassieke conditionering, mimicry...
- ✓ Dit leerplandoel kan je behandelen in samenhang met het [STEM-concept](#): verandering en versterking (LPD S2) en in samenhang met STEM LPD S1.
- ✓ Mogelijke practica en onderzoeksonderwerpen: opstellen van een ethogram van dieren vanuit observatie (filmmateriaal, dierentuin) ...

4.2.5 Materie- en energiestromen in ecosystemen

LPD B19 De leerlingen onderscheiden in een ecosysteem positieve en negatieve interacties tussen biotische en abiotische factoren.

- ★ Belang van biodiversiteit in een ecosysteem

Ecosysteemdiensten

Veranderende ecosystemen onder invloed van klimaatsveranderingen

Samenhang tweede graad: II-Aar-d LPD-13

Samenhang eerste graad: de leerlingen bestuderen tijdens een terreinstudie de rol van biotische en abiotische factoren (I-Nat-a LPD 9) en illustreren ze het belang van biodiversiteit (I-Nat-a LPD 10).



- ✓ Je kan een ecosysteem omschrijven als het geheel van interacties tussen biotische en abiotische factoren. Voorbeelden van interacties zijn voedselrelatie, fotosynthese, betreding, bemesting ...
- ✓ Voorbeelden van ecosystemediensten: productiediensten, regulerende diensten, culturele diensten en ondersteunende diensten ... De ondersteunende ecosystemediensten kunnen als opstap dienen voor LPD B20.
- ✓ Dit leerplandoel kan je behandelen in samenhang met de STEM-concepten: structuur en functie, systeem, stabiliteit, verandering en verstoring (LPD S2) en met STEM LPD S1, S4 (bemesting).
- ✓ Mogelijke practica en onderzoeksonderwerpen:
 - transectstudie;
 - zoetwateronderzoek: (a-)biotische factoren en voorkomen organismen;
 - onderzoek bodemleven (in glazen bak);
 - gedrag naargelang de habitat van watervlooien, pissebedden, regenwormen.

LPD B20 De leerlingen leggen het verband tussen materie- en energiestromen in een ecosysteem.

★ De rol van micro-organismen in de materie-omzetting

Energiestromen: fotosynthese en (cel)ademhaling

Materiestromen: watercyclus, C-cyclus en N-cyclus

Samenhang tweede graad: II-Aar-d LPD 1; II-TeWe-d LPD 52

Samenhang eerste graad: de leerlingen brengen het fotosyntheseproces in verband met stofomzettingen, stofuitwisselingen en energieomzettingen (I-Nat-a LPD 26) en herkennen in voedselrelaties producenten, consumenten, detrivoren en reducenten (I-Nat-a LPD 11).

- ✓ Je kan je best beperken tot het principe van de biologische cyclus in plaats van die chemisch te benaderen.
- ✓ Tijdens materiekringlopen kan je de continue omzetting aantonen van energie-arme naar energierijke stoffen en omgekeerd.
- ✓ Dit leerplandoel kan je behandelen in samenhang met de STEM-concepten: stromen van energie en materie, oorzaak en gevolg (LPD S2) en met STEM LPD S4 (duurzame ontwikkelingsdoelen).

5 Lexicon

STEM-concepten

STEM-concepten worden ook wel vakoverschrijdende denkwijzen of perspectieven genoemd die technici, natuurwetenschappers en ingenieurs hanteren om uitdagingen aan te pakken of vragen te beantwoorden.

STEM-disciplines

STEM staat voor de interactie tussen drie disciplines: het natuurwetenschappelijke (S), het technisch-wetenschappelijke (TE) en het wiskundige (M).

Concept

Concepten zijn principes, wetten, beginselen, theorieën, structuren of systemen en vormen de basis van kennisopbouw.

Context

Contexten zijn concrete situaties of probleemstellingen die voor leerlingen betekenisvol zijn of kunnen worden door de uit te voeren leeractiviteiten. Contexten kunnen het leren betekenisvoller maken en bij leerlingen de motivatie en attitude versterken. Afwisseling in contexten is nodig voor transfer van kennis en vaardigheden. Een context kan een concept verduidelijken of de verbinding vormen tussen verschillende concepten.

Model

Voorstellingswijze van een systeem of verschijnsel. Voorbeelden van modellen: schetsen, schema's, plannen, tekeningen, prototypes, stroomdiagrammen, schaalmodel, wiskundige verbanden, formules ...

Systeem

Een orgaan, een organisme, een stelsel, een machine, een constructie ... kan worden beschouwd worden als een systeem. Een systeem is een voorstellingswijze van een natuurlijk of technisch verschijnsel om het te onderzoeken of aan te passen. Een systeem kan uit meerdere componenten of onderdelen bestaan. Relaties tussen de componenten in een systeem kunnen samenhang en ordening vertonen. Veranderingen in systemen worden gekenmerkt door stromen en feedback. Men onderscheidt processen binnen het systeem en wisselwerking met de omgeving.

6 Basisuitrusting

Basisuitrusting verwijst naar de infrastructuur en het (didactisch) materiaal die in lessen Natuurwetenschappen (biologie, chemie, fysica) 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 beschikbaar in de infrastructuur' 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 daarbij 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. Daarbij 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 steeds 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](#)'.

6.1 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 leerlingexperimenten;
- 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.

6.2 Materiaal, toestellen, machines en gereedschappen beschikbaar in de infrastructuur

Om aan onderzoeksgericht 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, zullen een aantal zaken in meervoud moeten aanwezig zijn. Voor de duurdere toestellen kan de school zich afhankelijk van de klasgrootte beperken tot enkele exemplaren die dan in een circuitpracticum worden gebruikt.

7 Concordantie

De concordantietabel geeft aan welke leerplandoelen eindtermen (ET) realiseren. [\[zie disclaimer\]](#)

Leerplandoel STEM	Eindtermen
S1	ET 6.53; ET 13.11; ET 13.12; ET 13.14
S2	ET 6.54
S3	ET 6.48
S4	ET 6.57
Leerplandoel Biologie	Eindtermen
B1	ET 6.42
B2	ET 6.41; ET 6.42
B3	ET 6.41; ET 6.42
B4	ET 6.42
B5	ET 6.42
B6	ET 6.42
B7	ET 6.42
B8	ET 6.42
B9	ET 6.42
B10	ET 6.41
B11	ET 6.41
B12	ET 6.41
B13	ET 6.43
B14	ET 6.43
B15	ET 6.44
B16	ET 6.44
B17	ET 6.45
B18	ET 6.45



B19	ET 6.46
B20	ET 6.46

7.1 Eindtermen

6.41 De leerlingen leggen het begrip homeostase uit aan de hand van de waterhuishouding in planten.

Met inbegrip van kennis

*Feitenkennis

- Namen van plantenorganen: wortel, stengel, blad, bloem
- Namen van plantenweefsels zoals meristeem, vaatbundel, epidermis, huidmondje, cortex
- Namen van plantenceltypen zoals xyleemvaten, floëemcellen, parenchymcellen

*Conceptuele kennis

- Homeostase: feedbacksysteem
- Plant als systeem
- Watertransport
- Assimilaten transport
- Prikkelwaarneming door receptoren en reacties op prikkels
- Werking van hormonen

Met inbegrip van dimensies eindterm

Cognitieve dimensie: beheersingsniveau begrijpen

6.42 De leerlingen leggen uit hoe de coördinatie tussen een prikkel en de reactie op die prikkel gebeurt en bijdraagt tot het functioneren van plant en dier.

Met inbegrip van kennis

*Feitenkennis

- Receptoren bij dieren zoals staafjes en kegeltjes, haarcellen
- Fotoreceptoren bij planten
- Namen van endocriene klieren zoals hypofyse, schildklier, thymus, bijnieren, pancreas, eierstokken, teelballen en de bijhorende hormonen
- Namen van plantenhormonen zoals auxine, ethyleen
- Delen van het centrale zenuwstelsel: hersenen, ruggenmerg
- Namen van soorten spieren: gladde spier, hartspier en dwarsgestreepte spier
- Namen van exocriene klieren zoals speekselklier, traanklier, zweetklier, melkklier, talgklier

*Conceptuele kennis

- Organisme als systeem
- Soorten prikkels: inwendige en uitwendige prikkels
- Structuur en werking van een zintuig naar keuze
- Werking van receptoren
- Overdracht van informatie: impulsgeleiding, impulsoverdracht en hormonale signalen
- Onderscheid tussen en werking van reflex en gewilde beweging
- Verschil in aansturing tussen dwarsgestreepte en gladde spieren
- Coördinerende rol van het endocrien stelsel

- Werking van hormonen
- Werking van enkele exocriene klieren

Met inbegrip van dimensies eindterm

Cognitieve dimensie: beheersingsniveau begrijpen

6.43 De leerlingen bespreken bij de mens de bevruchting en factoren die de ontwikkeling van embryo en foetus beïnvloeden.

Met inbegrip van kennis

*Feitenkennis

- Eicel, zaadcel, zygote, embryo, foetus
- Bevruchting

*Conceptuele kennis

- Eicel, zaadcel, zygote, embryo, foetus
- Bevruchting
- Beïnvloedende factoren: gezondheidsgedrag, leefmilieu

Met inbegrip van dimensies eindterm

Cognitieve dimensie: beheersingsniveau begrijpen

6.44 De leerlingen situeren organismen in het driedomeinensysteem.

Met inbegrip van kennis

*Conceptuele kennis

- Vijfrijkenstelsel, driedomeinensysteem, tree of life
- Prokaryoten en eukaryoten
- Virus in relatie tot het driedomeinensysteem
- Soortbegrip
- Biodiversiteit

Met inbegrip van dimensies eindterm

Cognitieve dimensie: beheersingsniveau begrijpen

6.45 De leerlingen analyseren het gedrag van en interacties tussen organismen van dezelfde soort en verschillende soorten om het overleven van organismen te verklaren.

Met inbegrip van kennis

*Feitenkennis

- Microbioom
- Populatie

*Conceptuele kennis

- Soorten interacties tussen organismen zoals commensalisme, mutualisme, parasitisme, antibiose
- Ziekten als onevenwichtige interacties tussen organismen
- Antibioticaresistentie
- Microbioom
- Populatie



- Aangeboren en aangeleerd gedrag
- Communicatie tussen organismen

*Procedurele kennis

- Herkennen van interacties tussen organismen
- Herkennen van aangeboren en aangeleerd gedrag van organismen zoals baltsgedrag, afbakening van territorium, gedrag in functie van taken, agressie, vluchten, verdediging

Met inbegrip van dimensies eindterm

Cognitieve dimensie: beheersingsniveau analyseren

6.46 De leerlingen analyseren materie- en energiestromen in een ecosysteem.

Met inbegrip van kennis

*Feitenkennis

- C-cyclus, N-cyclus, watercyclus

*Conceptuele kennis

- Ecosysteem
- Positieve en negatieve interactie tussen biotische en abiotische factoren
- Fotosynthese, ademhaling, watercyclus, C-cyclus en N-cyclus
- Ecosysteemdiensten
- De rol van micro-organismen in de materie-omzetting
- Belang van biodiversiteit in een ecosysteem
- Veranderende ecosystemen onder invloed van klimaatsveranderingen

*Procedurele kennis

- Herkennen van energie- en materiestromen
- Leggen van verbanden tussen materiestromen, energiestromen, biotische factoren en abiotische factoren

Met inbegrip van dimensies eindterm

Cognitieve dimensie: beheersingsniveau analyseren

6.48 De leerlingen werken op een veilige en duurzame manier met materialen, chemische stoffen en technische en biologische systemen.

Met inbegrip van kennis

*Feitenkennis

- Veiligheidspictogrammen

*Conceptuele kennis

- H/P-zinnen

*Procedurele kennis

- Gebruiken en indien nodig onderhouden van technische systemen zoals handwerkgereedschappen, glaswerk, meetinstrumenten, computers
- Gebruiken van informatie zoals instructiekaarten voor technische systemen, pictogrammen, symbolen, onderhoudsvoorschriften, handleidingen en (werk)tekeningen

- Toepassen van goede praktijken zoals
 - > Ordelijk werken, productetiketten interpreteren
 - > Alert zijn voor energie die kan vrijkomen onder de vorm van warmte, geluid, straling, elektriciteit
- Omgaan met chemisch en biologisch afval

Met inbegrip van dimensies eindterm

Cognitieve dimensie: beheersingsniveau toepassen

Psychomotorische dimensie: Een vaardigheid uitvoeren na instructie of uit het geheugen: de meest essentiële elementen van de beweging/handeling zijn aanwezig, maar nog niet consequent.

6.53 De leerlingen passen een wetenschappelijke methode toe om kennis te ontwikkelen en om vragen te beantwoorden.

Met inbegrip van kennis

*Conceptuele kennis

- Wiskundige, natuurwetenschappelijke en technologische concepten uit eindtermen van de tweede graad doorstroomfinaliteit
- Wetenschappelijke methode
- Toepasbaarheid van empirische onderzoeksmethoden op natuurlijke en technische systemen

*Procedurele kennis

- Definiëren en afbakenen van de probleemstelling
- Formuleren van een onderzoeksvraag en hypothese
- Opstellen en uitvoeren van een onderzoeksplan en experiment
- Waarnemen en verzamelen van data
- Analyseren van data die grafisch en op andere manieren worden weergegeven
- Trekken van conclusies op basis van data die grafisch en op andere manieren worden weergegeven
- Formuleren van conclusie(s) als verklaring of antwoord op een onderzoeksvraag
- Reflecteren en communiceren over de gekozen methodologie en resultaten

Met inbegrip van dimensies eindterm

Cognitieve dimensie: beheersingsniveau analyseren

Psychomotorische dimensie: Een vaardigheid uitvoeren na instructie of uit het geheugen: de meest essentiële elementen van de beweging/handeling zijn aanwezig, maar nog niet consequent.

6.54 De leerlingen analyseren natuurlijke en technische systemen aan de hand van verschillende STEM-concepten.

Met inbegrip van kennis

*Conceptuele kennis

- Wiskundige, natuurwetenschappelijk en technologische concepten uit eindtermen van de tweede graad doorstroomfinaliteit
- Natuurlijke en technische systemen
- STEM-concepten (cross-cutting concepts)
 - > Energie, materie en informatie (getallen, data, ...)
 - > Oorzaak en gevolg, terugkoppeling
 - > Patronen
 - > Verhouding en hoeveelheid



- > Stabiliteit en verandering
- > Structuur en functie
- > Systemen en modellen

***Procedurele kennis**

- Identificeren van het behoud en omzetting van materie, energie of informatie in en tussen systemen
- Identificeren van (causale) verbanden en terugkoppeling om te verklaren en te voorspellen
- Herkennen van regelmaat om gegevens te ordenen en systemen te evalueren
- Herkennen van de invloed van schaal, proportie en aantal op de eigenschappen van systemen
- Bepalen van de invloed van verstoringen op systemen
- Leggen van de relatie tussen de vorm en de opbouw van dat systeem met de eigenschappen en de functie van dit systeem en vice versa
- Benaderend weergeven van fenomenen door ze af te bakenen en te modelleren

Met inbegrip van dimensies eindterm

Cognitieve dimensie: beheersingsniveau analyseren

6.57 De leerlingen onderzoeken aan de hand van concrete maatschappelijke uitdagingen de wisselwerking tussen STEM-disciplines onderling en tussen STEM-disciplines met de maatschappij.

Met inbegrip van kennis

***Conceptuele kennis**

- Wiskundige, natuurwetenschappelijke en technologische concepten uit eindtermen van de tweede graad doorstroomfinaliteit
- Relatie tussen maatschappelijke behoeften, keuzes en STEM-toepassingen
- Dynamiek tussen STEM-disciplines onderling
- Wiskunde, wetenschappen en technologie als onderdeel van culturele ontwikkeling
- Belang van interdisciplinariteit en multiperspectiviteit bij het aanpakken van grote uitdagingen
- Systeemdenken

***Procedurele kennis**

- Systeemdenken

Met inbegrip van context

- Contexten zoals klimaatverandering, hernieuwbare energie, zorg en gezondheid, onderwijs, watervoorziening, mobiliteit, leefbare en duurzame steden, oceaانvervuiling komen aan bod.
- De duurzame ontwikkelingsdoelen zoals geformuleerd door de internationale gemeenschap worden aangereikt (SDG's, sustainable development goals).

Met inbegrip van dimensies eindterm

Cognitieve dimensie: beheersingsniveau analyseren

13.11 De leerlingen formuleren, na analyse van een aangereikt probleem, een onderzoeksvraag en een hypothese.

Met inbegrip van kennis

***Conceptuele kennis**

- Onderzoeksvraag
- Hypothese

- Invalshoeken om een probleem te bekijken
- Criteria voor een onderzoeksvraag zoals onderzoekbaar, haalbaar, ondubbelzinnig, afgebakend, relevant, beknopt, vraagvorm
- Criteria voor een hypothese zoals toetsbaar, ondubbelzinnig, afgebakend, relevant, beknopt

*Procedurele kennis

- Toepassen van criteria bij de formulering van een onderzoeksvraag en een hypothese
- Toepassen van principes van inductief en deductief redeneren
- Uitvoeren van een probleemanalyse

Met inbegrip van dimensies eindterm

Cognitieve dimensie: beheersingsniveau creëren

13.12 De leerlingen voeren een onderzoekstechniek uit om digitale en niet-digitale gegevens te verwerven in functie van een onderzoeksvraag.

Met inbegrip van kennis

*Conceptuele kennis

- Soorten onderzoekstechnieken: experiment en meting en andere technieken zoals observatie, interview, enquête, algoritme

*Procedurele kennis

- Toepassen van een onderzoekstechniek

Met inbegrip van dimensies eindterm

Cognitieve dimensie: beheersingsniveau toepassen

13.14 De leerlingen formuleren een conclusie bij een onderzoeksvraag en een antwoord op een hypothese op basis van eigen onderzoeksresultaten.

Met inbegrip van kennis

*Conceptuele kennis

- Criteria voor een conclusie zoals onderzoeksgebaseerd, bondig, relevant, eenduidig, gestructureerd

*Procedurele kennis

- Gebruiken van voorkennis
- Gebruiken van de tijdens het onderzoek verworven informatie
- Toepassen van criteria voor het formuleren van een conclusie

Met inbegrip van dimensies eindterm

Cognitieve dimensie: beheersingsniveau creëren



Inhoud

1	Algemene inleiding	5
1.1	Het leerplanconcept: vijf uitgangspunten	5
1.2	De vormingscirkel – de opdracht van secundair onderwijs	5
1.3	Ruimte voor leraren(teams) en scholen	6
1.4	Differentiatie	7
1.5	Opbouw van de leerplannen.....	8
1.6	Tot slot	8
2	Situering	9
2.1	Samenhang met de eerste graad	9
2.2	Samenhang in de tweede graad	9
2.2.1	Samenhang binnen de studierichting	9
2.2.2	Samenhang met andere leerplannen Natuurwetenschappen binnen de finaliteit.....	9
2.3	Plaats in de lessentabel.....	10
3	Pedagogisch-didactische duiding	11
3.1	Natuurwetenschappen en het vormingsconcept	11
3.2	Krachtlijnen	12
3.3	Opbouw.....	12
3.4	Leerlijnen.....	13
3.4.1	Samenhang met de eerste graad	13
3.4.2	Samenhang in de tweede graad	15
3.5	Aandachtspunten	16
3.5.1	Oriëntatie van het leerplan.....	16
3.5.2	Samenhang vanuit interesses: concept-contextbenadering	16
3.5.3	Onderzoekend leren, leren onderzoeken en practicum	17
3.5.4	Samenhang vanuit het gebruik van STEM-concepten	18
3.5.5	Samenhang vanuit inzicht in ‘wetenschappelijke kernideeën’ (Big Ideas)	18
4	Leerplandoelen	19
4.1	STEM-doelen	19
4.2	Biologie.....	22
4.2.1	Homeostase	22
4.2.2	Voortplanting	27
4.2.3	Biodiversiteit	28

4.2.4	Interacties tussen organismen.....	28
4.2.5	Materie- en energiestromen in ecosystemen.....	29
5	Lexicon	30
6	Basisuitrusting	31
6.1	Infrastructuur	32
6.2	Materiaal, toestellen, machines en gereedschappen beschikbaar in de infrastructuur	32
7	Concordantie	33
7.1	Eindtermen.....	34

