

Natuurwetenschappen B+S

3de graad D/A-finaliteit

III-NatS-da

BRUSSEL

D/2024/13.758/274

Versie oktober 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 lesuren ...).

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 specifieke minimumdoelen 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 specifieke minimumdoelen 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, specifieke minimumdoelen of doelen die leiden naar een of meer beroepskwalificaties.

2 Situering

Het leerplan is gebaseerd op minimumdoelen van de basisvorming Wetenschappen en STEM en op specifieke minimumdoelen voor Biologie, Chemie en STEM.

2.1 Samenhang met de tweede graad

Het leerplan Natuurwetenschappen III-NatS-da van de derde graad D/A-finaliteit bouwt verder op het leerplan Natuurwetenschappen II-NatS-da voor de studierichtingen van de tweede graad D/A-finaliteit.

2.2 Samenhang in de derde graad

In de derde graad dubbele finaliteit vinden we de volgende verwante leerplannen terug:

- een leerplan Natuurwetenschappen B voor de algemene vorming;
- een leerplan Natuurwetenschappen B+S met specifieke vorming voor Biologie, Chemie en STEM-Labo (voor Agrotechnieken Dier, Agrotechnieken Plant, Natuur- en groentechnieken, Tuinaanleg en -beheer; Dierenverzorgingstechnieken);
- een leerplan Biotechnologische en chemische technieken B+S voor de gelijknamige richting met specifieke inhouden voor Biologie, Chemie, Fysica, STEM en Labo- en productietechnieken.

Verwante leerplannen (D/A)	STEM	Biologie	Chemie	Fysica	Labo- en productietechnieken
Natuurwetenschappen B (III-Nat-da)	Basis	Basis	Basis	Basis	
Natuurwetenschappen B+S (III-NatS-da)	Basis Labo	Basis + Specifieke vorming*	Basis + Specifieke vorming*	Basis	
Biotechnologische en chemische technieken (III-BCT-da)	Basis Labo Engineering	Basis + Specifieke vorming*	Basis + Specifieke vorming*	Basis BK	Specifieke vorming BK

(*) Over domeinen heen is er een verwantschap tussen het leerplan Natuurwetenschappen B+S en het leerplan Biotechnologische en chemische technieken B+S. Elke studierichting heeft zijn eigenheid maar er zijn ook inhoudelijke overeenkomsten op het vlak van Biologie en van Chemie.

Daarnaast zijn er specifieke pakketten toegekend aan een aantal richtingen:

- voor de richtingen Agrotechnieken Dier en Dierenverzorgingstechnieken is een pakket Fysiologie en anatomie van dieren opgenomen in het richtingsspecifieke leerplan. Het onderdeel Labo wordt ook gerealiseerd met inhouden van deze richtingsspecifieke leerplannen;
- voor de richtingen Agrotechnieken Plant en Tuinaanleg en -beheer is een pakket Fysiologie en anatomie van planten opgenomen in het richtingsspecifieke leerplan. Het onderdeel Labo wordt ook gerealiseerd met inhouden van deze richtingsspecifieke leerplannen;
- voor de richting Natuur- en groentechnieken is een pakket Plant- en dierkunde opgenomen in het richtingsspecifieke leerplan. Het onderdeel Labo wordt ook gerealiseerd met inhouden van dat richtingsspecifieke leerplan.

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



2.3 Plaats in de lessentabel

Het leerplan Natuurwetenschappen III-NatS-da is gebaseerd op minimumdoelen van de basisvorming en specifieke minimumdoelen. Het is gericht op zes graaduren en is bestemd voor volgende studierichtingen:

- Agrotechnieken Dier
- Agrotechnieken Plant
- Tuinaanleg en -beheer
- Natuur- en groentechnieken
- Dierenverzorgingstechnieken

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 Natuurwetenschappen 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 levenssechte 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 inhoud 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. Hierbij wordt het onderzoekend leren en 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 indien 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 een rol te spelen in het creëren van een samenleving waarin onderzoeks- en 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 rond Biologie, Chemie en Fysica. Op vlak van Biologie komen celler met verbanden tussen structuur en functie van cellen en cellulaire processen aan bod. De voortplanting krijgt aandacht vanuit bevruchting bij de mens, ontwikkeling van embryo en foetus en beïnvloeding van de vruchtbaarheid. Daarnaast worden aspecten van chromosomale en moleculaire genetica behandeld. Ook biologische evolutie en natuurlijke selectie krijgen aandacht. In Chemie komt naast het verklaren van chemische informatie of product- en materiaallabels een ruim pakket rond structuur en eigenschappen van de materie aan bod. Ook reflecteren over duurzame chemie krijgt een plaats. Daarnaast is er aandacht voor kwantitatieve aspecten zoals concentratie en stoichiometrie, voor reactiedynamiek en voor reactietypes. In Fysica is er aandacht voor kernenergie en het verklaren van fenomenen of toepassingen van (elektro-)magneten. Ook eigenschappen van golven worden behandeld bij het verklaren van fenomenen of toepassingen.

Wetenschappelijke vaardigheden, denk- en werkwijzen ontwikkelen

Leerlingen ervaren het belang van betrouwbare kennis en probleemoplossende werkwijzen. Ze voeren onderzoek aan de hand van een wetenschappelijke methode. Daarnaast leren ze wetenschappelijke en wiskundige kennis integreren bij het oplossen van problemen en het maken van keuzes, ook in situaties van persoonlijk functioneren in de samenleving. Aanvullend verwerven leerlingen meer ervaring in het veilig en duurzaam werken met materialen, stoffen, organismen en technische systemen.



Betekenis geven aan de verwevenheid van wetenschappen, wiskunde en technologie in de samenleving

STEM kan niet los worden gezien van de samenleving. Ideeën die worden ontwikkeld over natuur, techniek of wiskunde en de concrete inzet van deze ideeën in menselijke activiteiten, technische systemen en (veranderings)processen beïnvloeden maatschappelijke denkbelden en vice versa. Leerlingen verwerven inzicht door wisselwerkingen met de maatschappij te illustreren.

3.3 Opbouw

Het leerplan is opgebouwd uit STEM-doelen en doelen Biologie, Chemie en Fysica. Het is niet de bedoeling om STEM-doelen als een apart gegeven te benaderen. Een lerarenteam kan de STEM-doelen vanuit een gedeelde verantwoordelijkheid inzetten bij het werken aan de leerplandoelen Biologie, Chemie en Fysica. In de wenken bij de leerplandoelen vind je daartoe suggesties.

Onderdelen in het leerplan

STEM-doelen	Biologie	Chemie	Fysica
Onderzoek voeren aan de hand van een wetenschappelijke methode.	Celleer: structuur, functie, processen	Structuur en eigenschappen van de materie:	Fenomenen of toepassingen verklaren aan de hand van eigenschappen van permanente magneten en elektromagneten.
Veilig en duurzaam werken met materialen, stoffen, organismen en technische systemen.	Voortplanting: -Bevruchting en beïnvloeding ontwikkeling embryo en foetus -Beïnvloeding van vruchtbaarheid	-Bouw en eigenschappen van stoffen -Stofklassen -Macromoleculen	Fenomenen of toepassingen verklaren aan de hand van eigenschappen van golven.
Labotechnieken toepassen	Genetica: -Moleculaire genetica -Chromosomale genetica	Kwantitatieve aspecten	
Een oplossing voor een probleem ontwerpen door wetenschappen, technologie of wiskunde geïntegreerd aan te wenden.	Evolutie: -Natuurlijke selectie -Biologische evolutie	Dynamiek van de reactie	Kernfusie en kernsplitsing beschrijven voor energievoorziening met bijbehorende veiligheidsaspecten.
De wisselwerking illustreren tussen wetenschappen, technologie, wiskunde en de maatschappij.		Chemische reactiepatronen	
#Onderzoekscompetentie		Duurzame chemie	
6 graaduren (3-3)			

3.4 Leerlijnen

3.4.1 Samenhang met de eerste en tweede graad

Biologie	Eerste graad	Tweede graad	Derde graad
----------	--------------	--------------	-------------

		II-NatS-da ; II-Bio-da;	III-NatS-da; II-BCT-da;
Structuur, functie en informatieverwerking KERNIDEE: levende wezens bestaan uit cellen met een gelijkaardige structuur	Organisatieniveaus Celstructuren	Biologische feedback	Celtypen en weefsels Cellulaire processen
		Virussen, bacteriën, schimmels	
Materie en energie in organismen en ecosystemen KERNIDEE: in ecosystemen concurreren organismen om materie en energie	Biotoop		
	Stof- en energieomzetting Transport in een organisme		
	Fotosynthese		
Groei, ontwikkeling en reproductie van organismen	Aseksuele en seksuele voortplanting		
	Voortplanting bij de mens	Voortplanting bij de mens: hormonale regeling	Ontwikkeling embryo en foetus Vruchtbaarheid
Natuurlijke selectie en evolutie KERNIDEE: organismen evolueren door overerving, variatie en selectie van kenmerken	Biodiversiteit Verband organisme en omgeving		Biologische evolutie Natuurlijke selectie
			Moleculaire en chromosomale overerving

Chemie	Eerste graad	Tweede graad II-NatS-da; II-Bio-da	Derde graad III-NatS-da; II-BCT-da
Structuur en eigenschappen van de materie KERNIDEE: materie bestaat uit deeltjes	Mengsels, zuivere stoffen, verbindingen en atomen	Eigenschappen mengsels en zuivere stoffen Atoommodel Atomen en PSE	Chemische informatie in verband met veiligheid, gezondheid, leefmilieu: oplosmiddelen, zuren, voeding, concentratie
		Chemische binding	Formules opstellen: anorganische en monofunctionele organische stoffen
		Oxiden, basen, zuren, zouten, alkanen:	Organische en anorganische stoffen Macromoleculen
		pH Zuur-base indicator	Zuren en basen
		Oplosbaarheid en elektrische geleiding:	Structuur en eigenschappen van stoffen
		Stofhoeveelheid en molaire grootheden	Stoichiometrie Concentratieberekeningen
			Biotechnologische en chemische technieken: principes*



Chemische reacties KERNIDEE: bij elk proces wordt energie omgezet van één vorm in een andere	Verschil tussen stofomzetting en verandering van aggregatietoestand	Materie- en energieaspecten van een chemische reactie	Reactiekinetiek Chemisch evenwicht
		Reacties met ionenuitwisseling	Reacties met ionenuitwisseling en elektronenoverdracht
			Duurzame chemie

Fysica	Eerste graad	Tweede graad II-Nat-da; II-NatS'-da; II-NatS-da	Derde graad III-Nat-da; III-NatS'-da; III-NatS-da
Kracht en bewegingsverandering KERNIDEE: wijziging van beweging vereist interactie met een ander object	Uitwerking van krachten Constante snelheid	Kracht als vector Kracht en bewegingsverandering	
Structuur en eigenschappen van materie KERNIDEE: materie bestaat uit deeltjes	Stofomzetting versus verandering van aggregatietoestand Massadichtheid Materialen (Techniek)	Druk	
Energie KERNIDEE: bij elk proces wordt energie omgezet van één vorm in een andere	Energievormen Energiesystemen (Techniek)	Energieomzettingen	Kernfysica: energievoorziening en veiligheidsaspecten
		Warmteleer	
		Wet van Ohm Joule-effect	Permanente en elektromagneten
Straling KERNIDEE: straling is overal	Energie en veiligheid Fotosynthese		Golven: eigenschappen

STEM Eerste graad	Tweede graad	Derde graad		
Onderzoek voeren aan de hand van een wetenschappelijke methode				
Meetinstrumenten gebruiken				
Een oplossing ontwerpen voor een probleem				
Veilig en duurzaam werken				
Wisselwerking tussen wetenschappen, technologie, wiskunde en de maatschappij				

3.4.2 Samenhang in de derde graad

Samenhang met Wiskunde en Aardrijkskunde

In het leerplan Natuurwetenschappen vinden we heel wat methodische en inhoudelijke relaties met inhoud en uit het leerplan Wiskunde. Ook met Aardrijkskunde is er een element van samenhang.

Leerinhoud Wiskunde	Leerinhoud Natuurwetenschappen
Fenomenen beschrijven uit de realiteit aan de hand van wiskundige concepten	De wisselwerking tussen wetenschappen, technologie en de maatschappij analyseren
Vraagstukken en problemen oplossen	Een oplossing ontwerpen voor een probleem door wetenschappen, technologie of wiskunde geïntegreerd aan te wenden
Exponentiële groei	Veiligheidsaspecten van kernenergie
Algemene sinusfunctie	Golven
Leerinhoud Aardrijkskunde	
Ontstaan heelal	Biologische evolutie

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 varieert volgens de oriëntatie van het leerplan van eerder conceptueel naar een contextuele benadering van de vorming.

In dit leerplan ligt de nadruk op wetenschappelijke geletterdheid voor de burger en professional van morgen.

3.5.2 Samenhang in 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 werken 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 verbanden 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 en de tweede 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. Het 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 ...

Vooral 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 bijhorend 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 in een les vanuit een bepaald perspectief te kijken naar het systeem. Via al dan niet aangereikte STEM-concepten ontwikkelen leerlingen geleidelijk aan een breder en dieper inzicht in vakinhoud en ontdekken ze overeenkomsten met andere inhoud. De concepten 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;
- invloed van verhouding en hoeveelheid;
- stabiliteit, verandering en verstoringen.

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

3.5.3 Onderzoekscompetentie

De onderzoekscompetentie kan worden gerealiseerd met inhouden van dit leerplan die gerelateerd zijn aan specifieke minimumdoelen. In de studierichtingen waarin dit leerplan moet worden gerealiseerd kan de onderzoekscompetentie ook aan bod komen via inhouden van andere leerplannen. Om dat duidelijk te maken wordt het leerplandoel over de onderzoekscompetentie voorafgegaan door een #. Dat geeft aan dat het leerplandoel hier aan bod kan komen, maar dat het ook kan worden gerealiseerd via andere leerplannen van het specifiek gedeelte van de studierichting. Je overlegt op schoolniveau welke keuzes worden gemaakt met betrekking tot de realisatie van de onderzoekscompetentie. Op de PRO-tegel [onderzoekscompetentie](#) kan je voor elke studierichting terugvinden via welke leerplannen onderzoeken kan worden gerealiseerd.

Bij LPD 6S geven we aan met welke inhouden de onderzoekscompetentie kan worden gerealiseerd. Op de leerplanpagina vind je meer informatie over en een aantal mogelijke voorbeelden van hoe je via specifieke inhouden van dit leerplan met je leerlingen kan werken aan de onderzoekscompetentie.

3.5.4 Werkplekleren

Verschillende vormen van werkplekleren kunnen een meerwaarde bieden voor de realisatie van dit leerplan en voor de voorbereiding op een vlotte overstap naar de arbeidsmarkt. Werkplekleren omvat een breed continuüm van leeractiviteiten die gericht zijn op het verwerven van algemene en beroepsgerichte competenties waarbij de arbeidssituatie de leeromgeving is. Het kan onder meer gaan om gesimuleerde werkomgevingen, observatie-activiteiten, praktijklessen op verplaatsing, leerlingenstages ... De school heeft de ruimte om een beleid uit te stippelen over welke vormen van werkplekleren een plaats krijgen in de lespraktijk en met welk doel werkplekleren wordt ingezet.

3.5.5 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, specifieke minimumdoelen 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.

2de graad: onderzoek voeren (II-NatS-da LPD 1)

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

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

Wenk: Bij 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. Ze kunnen worden beperkt in complexiteit of kunnen sterk worden begeleid.

Wenk: Het is niet noodzakelijk om alle deelvaardigheden in te oefenen bij elk onderzoek. Ze kunnen ook aan bod komen bij demonstratie-experimenten, in simulaties, in een onderwijsleergesprek, filmmateriaal van experimenten ... De wetenschappelijke actualiteit of waarnemingen uit de leefwereld kunnen een aanleiding zijn om een onderzoekende houding te ontwikkelen. Wetenschappelijk onderzoek mag niet worden voorgesteld als het toepassen van een uniforme wetenschappelijke methode die verloopt volgens een vast ritueel of recept.

Wenk: Bij de leerplandoelen kan je mogelijke voorbeelden van onderzoeksopdrachten terugvinden.

Wenk: Ook bronnenonderzoek kan je aan bod laten komen bv. rond alternatieve bemestingsvormen, nieuwe en innovatieve teelten, duurzame en gezonde alternatieven voor geneesmiddelen in functie van welzijn van dier en mens, veredelen van rassen ...

Wenk: Je kan bij de keuze van onderzoeksopdrachten rekening houden met inhoudelijke en maatschappelijke relevantie voor wetenschappelijke geletterdheid in bijvoorbeeld situaties dicht bij de leefwereld en studierichting van leerlingen.

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.

LPD 2 S De leerlingen werken op een veilige en duurzame manier met materialen, stoffen, organismen en technische systemen.

2de graad: veilig en duurzaam werken (II-NatS-da LPD 2)

Wenk: Voorbeelden van technische systemen: meetinstrumenten, computers ...

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:

- ordelijk werken; alert zijn voor energie die kan vrijkomen onder de vorm van warmte, geluid, straling, elektriciteit;
- productietiketten interpreteren (bv. veiligheids- en duurzaamheidslabels);
- omgaan met chemisch afval: vermijden of minimaliseren, kiezen voor minder schadelijke stoffen; kiezen voor de laagst mogelijke werkbare concentratie;
- aandacht voor herbruikbare materialen;
- keuze voor duurzame energiebronnen, bewust omgaan met energiegebruik.

Wenk: Je kan aandacht besteden aan geïnformeerd werken door gebruik van informatie zoals instructiekaarten voor technische systemen, pictogrammen, H/P-zinnen, symbolen, 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 in een aangepaste labo-omgeving afgestemd op de leerlingengroep en de uit te voeren handelingen.

LPD 3 S De leerlingen passen geschikte labotechnieken toe om betrouwbare informatie te verzamelen rekening houdend met goede labopraktijken.

Wenk: Voorbeelden van labotechnieken: meettechnieken toepassen, meettoestellen en microscoop gebruiken, omgaan met glaswerk, gebruik van hittebronnen ...



Wenk: Voorbeelden van goede labopraktijken ('Good laboratory practice'): persoonlijke bescherming dragen en andere veiligheidsrichtlijnen volgen, orde en netheid op de werkpost, goed gebruik en onderhoud van hulpmiddelen, aandacht voor risico's (bijvoorbeeld hitte, vreemde geuren ...).

Wenk: Je kan het toepassen van labotechnieken koppelen aan het gebruik van informaticatoepassingen. Leerlingen kunnen waar relevant data chronologisch bijhouden doorheen experimenteel werk.

Wenk: Leerlingen gebruiken hulpmiddelen en meetinstrumenten zoals bv. balans, pH-meter en -indicatoren, thermometer, glaswerk, pipet, gereedschappen, chronometer (gsm), manometer, sensor, camera, fototoestel, microscoop, decibelmeter (gsm) ...

Wenk: Je kan leerlingen een instructiefiche laten raadplegen of opstellen rond het gebruik of onderhoud van instrumenten of hulpmiddelen.

Wenk: Je kan het leerplandoel combineren met de STEM-doelen rond het veilig en duurzaam omgaan met stoffen, materialen, organismen en technische systemen.

LPD 4 S De leerlingen ontwerpen een oplossing voor een probleem door wetenschappen, technologie of wiskunde geïntegreerd aan te wenden.

Samenhang derde graad: vraagstukken en problemen oplossen (III-Wis-da LPD 2)

2de graad: een STEM-geïntegreerde oplossing ontwerpen (II-NatS-da LPD 3)

Wenk: STEM betekent per definitie dat je geïntegreerd denkt en werkt. De mate van integratie is afhankelijk van het probleem. Ook niet-STEM-disciplines kunnen aan bod komen.

Wenk: Dit leerplandoel kan je op een projectmatige manier realiseren in combinatie met inhoudelijke leerplandoelen of ook hanteren als inleiding of afsluiter van een lessenreeks. Je kan dit ook combineren met andere STEM-doelen: om gefundeerde beslissingen te nemen bij het probleemoplossen kunnen leerlingen onderzoek voeren. Ook het werken met materialen of technische systemen kan aan bod komen.

Wenk: Het is aangewezen om te vertrekken van een specifieke situatie om een probleem op te lossen. Leerlingen zetten kennis en vaardigheden in door creatief denken: ze bedenken mogelijke oplossingen, wegen ze tegenover elkaar af en maken keuzes. Stappenplannen en zoekstrategieën kunnen dit proces ondersteunen maar vervangen het creatief denken niet. Het kan gaan om een kleinschalig probleem dicht bij de leefwereld van de leerlingen. Een probleemoplossend proces verloopt systematisch maar mag niet worden voorgesteld als een vast ritueel of recept.

Wenk: Je kan een informatierijke omgeving voorzien waarin leerlingen vlot inspiratie kunnen verzamelen. Het is waardevol om ook tussentijdse resultaten te bespreken. Leerlingen kunnen ook feedback aan elkaar geven. Je kan aandacht besteden aan keuzes die de leerling(en) maakte(n) bij het ontwerpen van een oplossing. Leerlingen kunnen die beargumenteren en hun denkproces illustreren: door foto's te nemen van deeloplossingen, documentatie te verzamelen, tekeningen, schema's, een eenvoudige berekening, een proefmodel samen te stellen ...

Wenk: Goed gekozen problemen kunnen spontaan aanleiding geven tot integratie van meerdere domeinen. Voorbeelden van problemen en uitdagingen waarvoor een relatief eenvoudige (model)oplossing kan worden ontwikkeld kan je terugvinden op de leerplanpagina.

Wenk: Het eindresultaat kan verschillende vormen aannemen en kan worden uitgewerkt in functie van test en evaluatie: een nieuwe of aangepaste werkwijze, een interventie, een technisch systeem (product, apparaat ...).

LPD 5 S De leerlingen illustreren de wisselwerking tussen wetenschappen, technologie, wiskunde en de maatschappij aan de hand van maatschappelijke uitdagingen.

Samenhang derde graad: fenomenen beschrijven uit de realiteit aan de hand van wiskundige concepten (III-Wis-da LPD 1)

2de graad: de wisselwerking tussen wetenschappen, technologie, wiskunde en de maatschappij (II-NatS-da LPD 4)

Wenk: Uitdagingen waarmee onze maatschappij wordt geconfronteerd zijn vaak een drijfveer voor onderzoek en ontwikkeling. Maatschappelijke uitdagingen die in de actualiteit aan bod komen kunnen een goede aanknoping vormen om de onderlinge wisselwerking met wetenschappen, technologie en wiskunde te bespreken. Je kan dit in verband brengen met de relevantie van STEM-onderwijs.

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

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

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

LPD 6 S # De leerlingen doorlopen een onderzoekscyclus in samenhang met specifieke inhouden van dit leerplan.

Samenhang derde graad: I-II-III-GFL LPD 21, 22, 23, 27

Wenk: Specifieke inhouden uit dit leerplan die je kan betrekken bij het doorlopen van een onderzoekscyclus: celleur; genetica, DNA-technologie, samenhang structuur en eigenschappen van stoffen.

Wenk: Je kan dit leerplandoel realiseren in samenhang met de leerplandoelen 1S of 4S.

Wenk: Fasen in een onderzoekscyclus zoals oriëntatie, probleem(stelling) of onderzoeksvraag, onderzoeksmethode, gegevensverzameling, analyse, conclusie, rapportering. Afhankelijk van de context kunnen een of meerdere fasen in de onderzoekscyclus zelfstandig of onder begeleiding gebeuren.



Wenk: Leerplandoelen uit de krachtlijn en de rubriek “betekenisvol leren en kiezen” van het Gemeenschappelijk funderend leerplan bereiden voor op een onderzoekscyclus. Leerlingen leren zo vanaf het eerste jaar om doelgericht informatie op te zoeken in diverse bronnen, de informatie doelgericht te beoordelen en te verwerken op een kritische en systematische manier. Ook leren ze om cyclisch te reflecteren over hun eigen leerproces en dat doelgericht bij te sturen. In het Gemeenschappelijk funderend leerplan vind je suggesties om met die doelen aan de slag te gaan en een leerlijn op te bouwen waardoor leerlingen in de derde graad in staat zijn om een onderzoekscyclus te doorlopen.

4.2 Biologie

4.2.1 De cel als basiseenheid van leven

Minimumdoelen, specifieke minimumdoelen of doelen die leiden naar BK

Functionele morfologie van de cel

LPD 1 B De leerlingen leggen het verband tussen de structuur en de functie van celorganellen en biologische membranen bij plantaardige en dierlijke cellen.

Samenhang derde graad: structuur biomoleculen (III-NatS-da LPD 8C)

2de graad: rol van virussen, bacteriën en schimmels (II-NatS-da LPD 6, 7, 8)

Wenk: De bijdrage en noodzakelijkheid van de celorganellen in de totale werking van de cel staan centraal: de cel functioneert als een systeem. Het is de bedoeling om de structuur en functie van de celorganellen als een samenwerkend geheel aan te brengen en te koppelen aan de cellulaire processen (LPD 3B). Het volstaat dat leerlingen celorganellen kunnen aanduiden en benoemen aan de hand van gegeven voorstellingen (schema, afbeelding, model ...). Je kan je beperken tot de globale structuur van de celorganellen.

Wenk: Je kan de plaats van cel en celorganellen duiden binnen de reeks van organisatieniveaus: biosfeer-ecosysteem-populatie-organisme-stelsel-weefsel-cel-celorganel-molecule-atoom.

Wenk: Cellen kunnen worden waargenomen met de lichtmicroscop; celorganellen en celmembranen via afbeeldingen en elektronenmicroscopisch beeldmateriaal. De structuur van de cel komt best tot uiting in driedimensionale modellen en afbeeldingen met enig dieptezicht. Je kan gebruik maken van audiovisueel materiaal dat via het internet ter beschikking staat.

Wenk: Celorganellen die je kan behandelen: kern, mitochondriën, plastiden, lysosomen, vacuolen, ruw en glad endoplasmatisch reticulum, ribosomen, Golgiapparaat, cytoskelet, centrosoom/centriolen, celmembraan en celwand.

Wenk: Membraancomponenten die aan bod kunnen komen zijn fosfolipiden, cholesterol, perifere (herkennings)eiwitten, transmembraaneiwitten en de glycocalyx. Voorbeelden: de eiwitten- en suikerketens op het membraan van de rode bloedlichaampjes, de membraaneiwitten van het HLA-systeem als herkenning, de beschadigde glycocalyx bij kankercellen. De chemische structuur van

biomoleculen komt aan bod in Chemie, afstemmen met de vakcollega over tijdstip en afbakening bij het behandelen, is noodzakelijk. Je kan de structuur in relatie brengen met het effect op de biologische functie bv. ruimtelijke structuur van eiwitten ...

Wenk: Je kan het onderscheid tussen pro- en eukaryoten aanbrengen.

Wenk: Je kan de link leggen met de STEM-concepten: structuur en functie, systemen en modellen ervan; je kan de grootte van cellen laten inschatten in samenhang met het STEM-concept: schaal en verhouding.

Wenk: Mogelijke practica en onderzoeksonderwerpen: lichtmicroscopische bouw en samenhang van plantaardige en dierlijke cellen onderzoeken bij waterpest, algen, uirok, aardappel, mondepitheel. Je kan microscopisch onderzoek van gisten, van preparaten van melkzuurbacteriën aan bod laten komen in samenhang met STEM-doelen en met gisting en fermentatie.

LPD 2 B De leerlingen leggen het verband tussen weefsels en bijhorende celtypen en hun functie in dierlijke of plantaardige systemen.

★ Celdeling, stamcel, meristeem

2de graad: elementaire bouw en werking van organen en stelsels bij dieren (II-PDM-da LPD 23); bouw van plantendelen in functie van groei, voortplanting of transport (II-PDM-da LPD 14)

Wenk: Je kan de klemtoon leggen op het bestuderen van de logische samenhang tussen het voorkomen van celtypen en weefsels en hun functie.

Wenk: Je kan plantaardige systemen aan bod laten komen:

- je kan celtypen in niet-gedifferentieerde weefsels (meristemen) en gedifferentieerde weefsels linken aan hun functie in weefsel en organen bv. lengtegroei, diktegroei, herstel van wonden, stockage, fotosynthese, bescherming, steun, passief en actief transport;
- je kan de aanwezigheid van leukoplasten met zetmeel in aardappelen, granen, rijst verklaren vanuit de energiebehoefte van de plant en de link leggen met de opslag van glycogeen in lever- of spiercellen;
- je kan de functie, ligging en structuur van de huidmondjes (celtype) koppelen aan het natuurlijke habitat van de plant, in samenhang met de cellulaire processen van de fotosynthese. Je kan de systematische werking van de plant bij droogte of bij teveel aan water behandelen;
- je kan de bouw van hout bestuderen, de aanwezigheid van kurklagen verklaren en bijvoorbeeld de bast van de kurkeik bespreken: kurk beschermt de boom tegen hitte.

Wenk: Je kan dierlijke systemen aan bod laten komen: je kan vertrekken van de studie van een orgaan (nier, hart) of een stuk vlees (kotelet, soepvlees) en toelichten dat verschillende celtypen samenwerken. Je kan de relatie verkennen tussen ligging en functie van epitheelweefsel, bindweefsel (vetweefsel), spierweefsel, zenuwweefsel, transportweefsel (bloedvaten).

Je kan in relatie tot voeding andere systemen aan bod laten komen bv. levercellen met opslag van glycogeen, botten met beenmerg ...

Wenk: Je kan celdeling bespreken in functie van geslachtelijke en ongeslachtelijke



voortplanting en van groei en herstel. Voorbeelden zijn microbiële groei, vermenigvuldiging van gisten, zaadcelvorming, eicelvorming, groei van planten (kwam aan bod in de tweede graad bij Plant-, dier- en milieutechnieken), botontwikkeling, aanmaak nieuwe huid (littekenweefsel), chemotherapie bij kankerbehandeling (haaruitval).

Bij celdeling leg je de klemtoon op het verschil tussen mitose en meiose; het is niet de bedoeling de verschillende fasen in detail te bespreken. Het is aangewezen de celcyclus met de DNA-replicatie, mitose en meiose aan bod te laten komen in voorbereiding op erfelijkheid ... Crossing-over wordt geduid als belangrijk voor het ontstaan van genetische variatie bij geslachtelijke voortplanting en in samenhang met overerven.

Wenk: Celdifferentiatie is een proces waarbij uit betrekkelijk eenvoudige cellen nieuwe cellen met zeer specifieke functies voortkomen. Elke cel heeft een specifieke bouw aangepast aan de specifieke functie die ze vervult. Die functieverdeling veronderstelt ook een goede coördinatie.

Je kan het belang van celdifferentiatie duiden vanuit het misconception dat enkel celdeling volstaat voor groei. Voor de plant betekent dit celdeling-celstrekking-celdifferentiatie. Bij een dierlijk organisme is dit celdeling-stamcel-celdifferentiatie.

Overleg met de leraren van de tweede graad in welke mate dit aspect aan bod kwam in de tweede graad richting Plant-, dier- en milieutechnieken.

Je kan de link leggen met stamceltherapie (behandeling van leukemie, maken van nieuwe organen ...) en met het klonen van planten in samenhang met het leerplandoel over DNA-technologie.

Wenk: Je kan de link leggen met de STEM-concepten: structuur en functie, modellen van een systeem.

Wenk: Mogelijke practica en onderzoeksonderwerpen in samenhang met STEM-doelen: microscopisch onderzoek van preparaten van dwarsgestreepte en gladde spieren, van worteltopmeristeem (verschillende fasen), van aardappelweefsel (gekleurd met lugol).

Extra: Je kan dit leerplandoel behandelen in samenhang met ligging en aansturing van dwarsgestreepte (tonus, beweging ...) en gladde spieren (contracties, geboorte ...).

Stof-en energieomzettingen in cellen

LPD 3 B De leerlingen leggen cellulaire processen uit in plantaardige en dierlijke cellen.

Samenhang derde graad: reactieverloop (III-NatS-da LPD 12+)

Wenk: De cellulaire processen van fotosynthese, aerobe, anaerobe celademhaling en membraantransport (passief en actief) komen aan bod.
Het is de bedoeling om bij elk cellulair proces de samenhang tussen structuur van celorganellen, cellen, weefsels en de functie(s) ervan in het proces te kaderen. Je kan werken met een schematisch overzicht waarbij de samenhang tussen de verschillende processen wordt weergegeven.

Wenk: De rol en werking van enzymen kan je op een eenvoudige manier aan bod laten komen via modelvoorstellingen. Je kan de link leggen met de biokatalysator bij Chemie (beïnvloedende factoren van reactiesnelheid).

Het belang van enzymwerking kan je illustreren met bv. fotosynthese, celademhaling, DNA-replicatie, spijsvertering.

Wenk: Fotosynthese:

- je kan aan de hand van de algemene reactievergelijking de eindproducten van de lichtreacties en de koolstoffixatiereacties duiden;
- chlorofyl en ook andere kleurpigmenten als caroteen en xanthofyl spelen een rol in de fotosynthese met als doel om zoveel mogelijk licht op te vangen;
- je kan het gebruik duiden van LED-lampen en CO₂-branders in serres;
- je kan de link leggen met Aardrijkskunde (klimaatopwarming, CO₂, duurzaamheid).

Wenk: Aerobe celademhaling:

- ademen is voor een organisme belangrijk om zuurstof binnen te halen voor de laatste stap van de aërobe celademhaling om de ATP-moleculen te kunnen maken en om CO₂ uit het lichaam te verwijderen;
- het is voldoende dat leerlingen kunnen uitleggen hoe in de cel energie bekomen wordt vanuit glucose, waarbij je aan de hand van de algemene reactievergelijking de eindproducten van de glycolyse, de Krebbscyclus en de oxidatieve fosforylatie kan duiden.

Wenk: Fermentatie:

- je kan bij de alcoholische gisting en de melkzuurgisting de stof- en energieomzettingen schematisch weergeven en de processen situeren in de cel;
- voorbeelden van fermentatie: verzuren van spieren bij sportinspanning (stijfheid), zuur worden van soep, gefermenteerde vleeswaren (salami, gedroogde worst ...), melkzuurgisting (boter, plattekaas, yoghurt), ethanolvorming tijdens gisting, rijzen van het brood (CO₂-vorming), inkuilen van maïs en gras ...

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

- chromatografie van een extract van spinazie- of pelargoniumbladeren;
- onderzoek naar factoren die de fotosynthese beïnvloeden;
- aantonen van zetmeel in bladeren;
- onderzoek naar factoren die de gisting beïnvloeden;
- onderzoek naar osmose bv. bij aardappelen, eieren;
- onderzoek naar enzymen (bv. katalase in aardappelen of lever, amylase, pepsine, pancreatine) en naar factoren die de enzymwerking beïnvloeden.

Extra: Je kan andere cellulaire processen aan bod laten komen, bv. secretie, afbraak, synthese van moleculen, signaalwaarneming.

Extra: Je kan duiden op het belang en de functie van ATP als universele energiedrager voor opslag, vervoer en terug vrijmaken van energie. ATP is belangrijk voor actief transport, zenuwimpulsgeleiding, biosynthese, spiercontracties, celdeling ... De vrijgekomen warmte wordt gebruikt om de lichaamstemperatuur op peil te houden.



4.2.2 Voortplanting

Minimumdoelen, specifieke minimumdoelen of doelen die leiden naar BK

LPD 4 B De leerlingen lichten bij de mens de bevruchting en factoren toe die de ontwikkeling van embryo en foetus beïnvloeden.

Wenk: Je kan de leerinhouden afbakenen: het is de bedoeling dat leerlingen aan de hand van een gekozen didactiek zoals afbeeldingen, tijdslijn, tabel, schema ... het logisch verloop van de bevruchting en ontwikkeling van embryo en foetus beknopt kunnen bespreken. Je kan de link leggen met celdeling.

Wenk: Voorbeelden van factoren die de ontwikkeling beïnvloeden:

- negatief gezondheidsgedrag: voeding, stress, alcohol, drugs, medicijnen, roken;
- positief gezondheidsgedrag: voeding, foliumzuur, beweging, rust;
- mogelijke aandoeningen van de moeder bv. diabetes, te kleine baarmoeder;
- invloed van leefmilieu: bestraling bv. röntgenstraling, milieuverontreiniging met lood, kwik, cadmium en pesticiden;
- mogelijke effecten door ziekteverwekkers: zikavirus, toxoplasmose, cytomegalovirus, rubella;
- meerlingzwangerschappen.

Wenk: Dit leerplandoel kan je in samenhang behandelen met de STEM-concepten: structuur en functie, modellen van een systeem, oorzaak en gevolg, stabiliteit en verandering.

Wenk: Mogelijke practica en onderzoeksonderwerpen: je kan bij dit leerplandoel de actualiteit betrekken rond problemen in verband met vruchtbaarheid in samenhang met het leerplandoel rond beïnvloeding van de vruchtbaarheid en met het STEM-doel rond wisselwerking met de maatschappij. Die onderwerpen lenen zich goed voor het voeren van een literatuuronderzoek.

Extra: Je kan bij het bespreken van het proces van de bevruchting ook aandacht besteden aan de noodzakelijke voorwaarden voor een geslaagde bevruchting en de natuurlijke barrières die moeten worden overwonnen vanaf geslachtsgemeenschap. Je kan de link leggen met oorzaken van verminderde vruchtbaarheid zoals bijvoorbeeld PCOS, verkleefde eileiders, morfologische afwijkingen bij zaadcellen, vaginaal microbioom. Je kan aspecten van het afweersysteem van de vrouw (aankomen van antistoffen tegen semen) behandelen.

Extra: Je kan de logische en systematische opeenvolging van de verschillende stadia duiden in samenhang met de hormonale werking (rol van progesteron, oestrogeen, oxytocine). Je kan de werking van hCG en prolactine aan bod laten komen.

Extra: Je kan aandacht besteden aan mogelijkheden om risico's op aandoeningen bij embryo of foetus op te sporen door tests en onderzoeken tijdens de zwangerschap; je kan de beperkingen aan bod laten komen.

LPD 5 B De leerlingen illustreren hoe hormonale regeling en gezondheidsgedrag de vruchtbaarheid bij de mens beïnvloeden.

2de graad: hormonale regeling van het voortplantingssysteem (II-NatS-da LPD 9)

Wenk: De hormonale regeling van de vruchtbaarheid bij de mens omvat de natuurlijke regeling (bv. puberteit, menopauze), hormonale onderdrukking (bv. anticonceptiva, puberteitsremmers, genderbevestigende therapie) en hormonale stimulering (bv. vruchtbaarheidsbehandelingen).
De vruchtbaarheid kan worden gestimuleerd of onderdrukt.

Wenk: In de tweede graad komen best het correct gebruik van anticonceptiva en het onderscheid tussen hormonale en niet-hormonale middelen aan bod. In de derde graad kan je daarop verder bouwen. Overleg binnen de vakgroep is noodzakelijk. Je hoeft geen volledig overzicht te geven van alle anticonceptiemiddelen: je kan bij het behandelen van de werking van de anticonceptiva een onderscheid maken tussen hormonale en niet-hormonale anticonceptiva en hun betrouwbaarheid vergelijken.

Wenk: Je kan voorbeelden van stoffen en gedrag die een mogelijk negatief effect hebben op de vruchtbaarheid aan bod laten komen: roken, alcohol, over- en ondergewicht, strak ondergoed dragen, langdurig zitten, geneesmiddelen, hormoonverstorende stoffen, pesticiden, chemicaliën, medische behandelingen zoals chemo-en radiotherapie, soa.
Ook mogelijk positieve effecten op de vruchtbaarheid kan je behandelen zoals gezonde leefstijl, frequentie van geslachtsgemeenschap ...

Wenk: De voor- en nadelen van de methoden van hormonale regeling, de ethische aspecten bij behandeling van onvruchtbaarheid, draagmoederschap, noodpil, abortus ... kan je bediscussiëren met de leerlingen in samenhang met STEM-doelen over maatschappelijke uitdagingen en over het ontwikkelen van een oplossing voor een probleem.

Wenk: Je kan dit leerplandoel behandelen in samenhang met de STEM-concepten: oorzaak en gevolg, stabiliteit en verandering.

Extra: Je kan de anticonceptiva benaderen vanuit de actualiteit. Het gebruik van de koffer met voorbehoedsmiddelen van Sensoa is aan te raden. Je kan voor deze koffer terecht bij Sensoa, bij CLB en bij mutualiteiten. Je kan leerlingen verwijzen naar betrouwbare informatiebronnen zoals bijvoorbeeld website van Sensoa, huisarts.

Extra: Je kan technieken in verband met verminderde vruchtbaarheid aan bod laten komen: kunstmatige inseminatie (KI, KID), in vitrofertilisatie (IVF), intracytoplasmatische sperma injectie (ICSI), in-vitro-maturatie (IVM), donoreicel, donorzaadcel ...

Extra: Je kan vanuit de invloed van gezondheidsgedrag de noodzaak tot preventie van soa's aan bod laten komen. Je kan dat eventueel combineren met een beperkt overzicht van biologisch verloop en behandeling.

4.2.3 Genetica

Minimumdoelen, specifieke minimumdoelen of doelen die leiden naar BK

Chromosomale genetica



LPD 6 B De leerlingen interpreteren chromosomale mechanismen van overerving.

- ★ Mendeliaanse overerving, mono- en dihybride kruising
Haploïd, diploïd
Stamboom

Wenk: Je kan dit leerplandoel behandelen in samenhang met het leerplandoel over celdeling (LPD 2B).

Wenk: Uit de resultaten van de proeven van Mendel kan je leerlingen zelf de wetten laten afleiden. Met de kennis van genen, allelen en hun locatie op de chromosomen kunnen de resultaten van Mendel verklaard en symbolisch worden voorgesteld. Daarbij kan je de begrippen allel, fenotype, genotype, dominant, recessief, co-dominant, intermediair, homozygoot en heterozygoot aan bod laten komen.

Wenk: Je behandelt minstens monohybride en dihybride kruisingen. Bij oefeningen kan je de overerving bij mens, dier en plant aan bod laten komen. Voorbeelden worden behandeld onder de vorm van vraagstukken, kruisingsschema's en stambomen. Stambomen bieden de mogelijkheid om op een overzichtelijke manier de overerving van kenmerken voor te stellen. Bij het oplossen van vraagstukken, kunnen de verschillende overervingmechanismen worden geoefend en komt de systematische oplossingsstrategie aan bod. Het is niet de bedoeling om van elk type overerving veel vraagstukken te maken.

Wenk: Je kan benadrukken dat overerving in veeteelt en in plantenkweek gestuurd wordt (inteelt) terwijl dat bij de mens en bij dier en plant in wilde omgeving niet het geval is.

Wenk: Je kan de link leggen met de neonatale screening (hielprik) bij pasgeboren baby's die screent op ernstige aangeboren aandoeningen die kunnen worden behandeld.

Wenk: Je kan de overerving interpreteren bij:

- multiple allelen: ABO-systeem bij de mens. Je kan het belang van de resusfactor bij bloedtransfusies en bij zwangerschap toelichten;
- cryptomerie: pigmentatie die al dan niet tot uiting komt bij sommige organismen;
- polygenie: overerven van oog- en huidskleur;
- pleiotropie: geslacht bij *Drosophila*;
- gekoppelde genen:
 - resultaten van Morgan voor gekoppelde genen bij *Drosophila*;
 - HLA-systeem (Human Leukocyte Antigens) van de mens;
- geslachtsgebonden overerving bij de mens:
 - Y-geslachtschromosoom gebonden genen: TDF- en MIS-gen in SRY (Sex-determining Region of Y);
 - X-geslachtschromosoom gebonden genen met recessieve allelen (Daltonisme, hemofilie en spierdystrofie van Duchenne). Deze kan je aan de hand van stamboomanalyse (koningshuizen in Europa) illustreren.

Wenk: Dit leerplandoel kan je behandelen in samenhang met STEM-concept: systemen en modellen ervan.

Extra: Een aangeboren aandoening is niet noodzakelijk een erfelijke aandoening bv. spina bifida en een erfelijke aandoening komt niet altijd tot uiting bij de geboorte bv. ziekte van Huntington. Je kan de link leggen met het leerplandoel rond de ontwikkeling van het embryo.

Je kan de leerlingen wijzen op de centra voor menselijke erfelijkheid waar men terecht kan voor informatie over erfelijkheid aan personen en families die worden geconfronteerd met aangeboren afwijkingen. Behandel de voor- en nadelen van commerciële bedrijven waar je eenvoudig terecht kan voor DNA-sequencing.

Moleculaire genetica

LPD 7 B De leerlingen leggen uit hoe genexpressie het fenotype bepaalt.

★ Structuur van DNA, RNA

Wenk: Om de dynamiek en chronologie van transcriptie en translatie te illustreren kan je gebruik maken van modellen, afbeeldingen en animaties. Stapsgewijze visualisering kan bij vele leerlingen tot een betere begripsvorming leiden.

Wenk: Je kan aangeven dat elk gen de code bevat voor de aanmaak van één of meerdere RNA-moleculen en polypeptiden. Via een eiwit komt een kenmerk tot uiting. De chemische structuur en classificatie van biomoleculen komt aan bod in het leerplanonderdeel Chemie.

Wenk: Bij transcriptie en translatie kan je volgende begrippen en aspecten aan bod laten komen: genoom, chromatine, nucleotidensequentie, functie van mRNA, tRNA, rRNA, ribosoom, aminozuren, vorming van een polypeptideketen.

Wenk: Je kan de link leggen met STEM-concepten: systemen en modellen ervan, patronen, oorzaak en gevolg, terugkoppeling.

LPD 8 B De leerlingen leggen het effect van mutatie en modificatie op genexpressie uit.

★ Epigenetica

Wenk: Je kan dit leerplandoel behandelen in samenhang met het bespreken van de invloed van gezondheidsgedrag en leefmilieu op het ontwikkelen van embryo en foetus.

Wenk: Je kan duiden dat de meeste kenmerken niet door één gen maar door meerdere genen worden bepaald. Deze genen werken samen, bovendien oefent het milieu eveneens een invloed uit op de expressie van genen. Omgevingsfactoren kunnen zowel fenotypische (niet-overerfbare) veranderingen als genotypische (overerfbare) veranderingen in het DNA doen ontstaan. De epigenetische effecten zijn moeilijk te onderscheiden van de echte mutaties. Het is niet de bedoeling diep in te gaan op alle mogelijke vormen van mutaties.

Wenk: Voorbeelden van niet-erfelijke modificaties die je aan bod kan laten komen: proef van Bonnier met paardenbloemen; ontwikkeling tot werkster of koningin bij bijen als gevolg van verschil in voedsel; verschillende bladeren bij waterranonkel en pijlkruid.

Wenk: Epigenetische modificaties beïnvloeden vooral de mate van expressie van het gen. Je kan modificaties als gevolg van DNA-methylering, histonacetylering ...



behandelen. Naast de echte mutaties in het DNA zijn er omkeerbare effecten die niet enkel de DNA-drager beïnvloeden maar implicaties kunnen hebben op de volgende generaties (bijvoorbeeld invloed op de vruchtbaarheid).
Je kan voorbeelden van veranderingen in het DNA die resulteren in eiwitdefecten aan bod laten komen: spierdystrofie, diabetes (al of niet insuline maken), albinisme (al of niet melanine aanmaken), dwerggroei, jicht ...

Wenk: Begrippen als *Nature and nurture* kan je aan bod laten komen.
Je kan de invloed van biologische, chemische en fysische factoren bij het ontstaan van mutaties verbinden aan aspecten van lichamelijke gezondheid. Het is niet nodig om diep in te gaan op alle mogelijke vormen van mutaties.
Het verband tussen mutaties en het ontstaan van kanker kan aan bod komen.

Wenk: Je kan dit leerplandoel behandelen in samenhang met de STEM-concepten: oorzaak en gevolg, stabiliteit en verandering.

Wenk: Mogelijke onderzoeksonderwerpen: het opstellen en interpreteren van een modificatie-variabiliteit (Gauss-)curve bij het aantal ribbels bij kokkels, bij de lengte van bladeren van een boom, bij de lengte, massa of aantal zaden van bonen ...

Extra: Je kan andere indelingen van mutaties aan bod laten komen bv. op basis van plaats van voorkomen of op basis van gevolgen voor de proteïne.

LPD 9 B De leerlingen leggen uit hoe DNA-technologie genexpressie kan beïnvloeden.

Wenk: Je kan vertrekken vanuit de klassieke biotechnologie en het onderscheid tussen natuurlijke en menselijke beïnvloeding van het genoom aan bod laten komen. Je kan voorbeelden van veredelen bij dieren (honden, paarden, duiven, runderen) of veredelen en kruisen bij land- en tuinbouwgewassen (grootte, groeiduur) aan bod laten komen.

Je kan voorbeelden van beïnvloeding van genexpressie vanuit de moderne biotechnologie aan bod laten komen bv. gentechnologie, recombinant DNA-technologie.

Wenk: Samen met het ontrafelen van het genoom van de mens, maar ook met dat van modelorganismen van bacteriën, dieren en planten, heeft de wetenschap de weg geopend naar tal van technische, medische en agrarische toepassingen ... Je kan een aantal voorbeelden aan bod laten komen zoals insuline-producerende bacteriën, resistente aardappelen tegen aardappelplaag, schimmels die melkeiwit maken ...

Wenk: Je kan de functie van restrictie-enzymen, ligasen, reverse transcriptase, polymerase en primer behandelen en van daaruit de ontwikkeling en het ontstaan van transgene organismen of GGO's (Genetisch Gemodificeerde Organismen) duiden. Je kan toepassingen aan bod laten komen bv. gentechnologisch vaccin tegen varkenspest, insectresistente gewassen (Agrobacterium als vector voor Bt-gen) als maïs, katoen en aardappelen, herbicidentolerante gewassen bestand tegen groeiremmers glyfosaat.

Wenk: Bij de ontwikkeling van nieuwe technologische toepassingen is een maatschappelijk debat belangrijk: sommige toepassingen zijn onmisbaar, andere zijn omstreden. De op biologische inzichten gebaseerde technieken kan je vanuit ethisch standpunt, vanuit wetgeving en vanuit socio-economisch standpunt

kritisch benaderen. Dit leerplandoel kan je behandelen in samenhang met het STEM-doel over interactie STEM en maatschappelijke uitdagingen.

Wenk: Mogelijke practica en onderzoeksonderwerpen in samenhang met STEM-doelen: onderzoek via simulatie en animatie bv. in bio-informatica (universiteit Wageningen).

Extra: Je kan het basisprincipe van DNA-technieken aan bod laten komen aan de hand van animaties bv. recombinant DNA-techniek, polymerase chain reaction (PCR), DNA-fingerprint ...

4.2.4 Ontstaan en evolutie van soorten

Minimumdoelen, specifieke minimumdoelen of doelen die leiden naar BK

LPD 10 B De leerlingen verklaren met wetenschappelijk onderbouwde argumenten biologische evolutie.

Samenhang derde graad: ontstaan heelal (III-Aar-da LPD 5+)

Wenk: Argumenten om de evolutiegedachte te ondersteunen zijn terug te vinden in verschillende wetenschappelijke disciplines zoals anatomie en embryologie, paleontologie, biogeografie, biochemie en moleculaire biologie, ecologie en ethologie. Je kan aan de hand van figuren en foto's van voorbeelden een aantal van die argumenten illustreren.

Wenk: Argumenten tegen de evolutietheorie kan je bespreken waarbij een kritische houding aangenomen wordt tegenover theorieën die de evolutie tegenspreken zoals creationisme, Intelligent Design ... Het is de bedoeling om leerlingen het inzicht bij te brengen dat de evolutietheorie geen geloofsleer is die zonder meer moet worden aanvaard, maar wel degelijk is gebaseerd op natuurwetenschappelijke argumenten.

Wenk: Je kan dit leerplandoel behandelen in samenhang met de STEM-concepten: oorzaak en gevolg, stabiliteit en verandering, patronen, schaal en verhouding.

Wenk: Je kan de link leggen met het STEM-doel over interactie STEM en maatschappelijke uitdagingen.

Wenk: Mogelijke practica en onderzoeksonderwerpen: simulatie-oefeningen rond evolutie bv. *Op Wandel met Walvissen* (KU Leuven).

LPD 11 B De leerlingen leggen natuurlijke selectie uit als een evolutieproces dat de genetische samenstelling van een populatie kan wijzigen.

★ Biologische soort

Wenk: Je kan vertrekken vanuit de discussie over de definitie van het begrip 'biologische soort' en dit in verband brengen met de besproken mechanismen: vanaf wanneer is een deelpopulatie voldoende gedifferentieerd om het als een nieuwe soort te benoemen?

Wenk: De theorieën van *Darwin* en de *Lamarck* kan je vergelijkend bestuderen. In *On the origin of species by means of natural selection* (1859) pleitte Darwin voor natuurlijke selectie als een mechanisme voor evolutie. Je kan aangeven dat deze



theorieën ontstonden voor de publicatie van het werk van *Mendel* en ze vergelijken met de huidige evolutietheorie.

Wenk: Je kan de oorspronkelijke ideeën rond evolutie uitbreiden met de begrippen mutatie, isolatie, selectie en genetische drift en het belang ervan bij soortvorming. Het is belangrijk leerlingen te laten inzien dat binnen het kader van evolutie al deze verschijnselen toevallig optreden, zowel gelijktijdig als niet gelijktijdig. Bovendien gebeuren variaties en mutaties nooit bewust of doelgericht, maar kunnen ze wel een selectief voordeel bieden aan het organisme. Je kan benadrukken dat deze mechanismen een effect hebben op populaties van soorten en niet op niveau van het individu. Je kan de link leggen met de hominatie.

Wenk: Vanuit *Nature of science* worden inzichten in het domein van de evolutie voortdurend bijgesteld omwille van nieuwe vondsten, betere onderzoekstechnieken ... Je kan de link leggen met de snel evoluerende DNA-technologie.

Wenk: Je kan dit leerplandoel behandelen in samenhang met de STEM-concepten: oorzaak en gevolg, stabiliteit en verandering, patronen, schaal en verhouding. Je kan ook de relatie leggen met platen tektoniek.

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

- uit waarnemingen op skeletten van gewervelde dieren, op afbeeldingen van hersenen, harten, ademhalingsorganen van gewervelde dieren argumenten afleiden die de biologische evolutie ondersteunen ;
- fysiek simulatiespel rond natuurlijke selectie bv. Evolutie van de Legorgs;
- een workshop volgen bv. in een museum van natuurwetenschappen.

4.3 Chemie

4.3.1 Structuur en eigenschappen van de materie

Minimumdoelen, specifieke minimumdoelen of doelen die leiden naar BK

Bouw en eigenschappen van stoffen - Stofklassen

LPD 1 C De leerlingen stellen chemische structuur en lewisstructuur op van anorganische stoffen.

2de graad: atoombouw en PSE (II-NatS-da LPD 16, 17); opstellen chemische formules, ionbinding, atoombinding, metaalbinding, roostermodel, lewisstructuur (II-NatS-da LPD 11, 19, 20); naam en formule van anorganische stoffen (II-NatS-da LPD 22+)

Wenk: In uitbreiding op de tweede graad kan je bij de lewisformules extra elementen aan bod laten komen: aanduiden van de bindende en vrije elektronenparen, onderscheiden van de normale en de donor-acceptoratoombinding. Je kan het begrip formele lading aanbrengen.

Wenk: Voor ternaire anorganische stoffen kan je het skelet van de chemische structuur

geven.

De naamgeving van de anorganische stoffen wordt herhalend vanuit de tweede graad aangebracht met aandacht voor de niet-stamzuren met in de naam -iet, hypo-iet en per-aat en afgeleide zouten.

Ook waterstofzouten, dubbelzouten en hydraten komen aan bod.

Wenk: Enkel indien in de systematische naam van verbindingen verwarring mogelijk is, wordt de naam met vermelding van de indices door Griekse telwoorden (zoals aangebracht in de tweede graad) verder gebruikt ofwel wordt de stocknotatie gehanteerd. Naamgeving met de juiste vermelding van overbodige Griekse telwoorden kan echter niet als fout worden beschouwd. Je kan de oxidatiegetallen laten afleiden vanuit een gegeven naam of formule, vanuit het PSE en/of vanuit een gegeven tabel met oxidatiegetallen.

LPD 2 C De leerlingen classificeren vanuit de IUPAC-naamgeving organische stoffen in hun stofklasse zowel op basis van een structuurformule als op basis van een naam.

★ Chemische structuur van alkenen, alkynen, alcoholen, carbonzuren, aminen

2de graad: classificeren anorganische stoffen en alkanen, IUPAC-naamgeving (II-NatS-da LPD 21, 23)

Wenk: Met het oog op de structuur van de macromoleculen is het zinvol om ook andere stofklassen aan bod laten komen zoals halogeenkoolwaterstoffen, aldehyden, ketonen, ethers, esters, amiden en de aromaten.
Je kan de naamgeving uitbreiden met vertakte organische stoffen.

Wenk: Courante triviale benamingen komen in contexten aan bod bv. alcohol, brandalcohol, azijnzuur, mierenzuur, propionzuur, boterzuur, glycerol.

Wenk: Je kan dit leerplandoel behandelen in samenhang met STEM-concepten: systemen en modellen ervan.

Wenk: Mogelijke practica en onderzoeksonderwerpen in samenhang met STEM-doelen en leerplandoel rond opstellen structuurformule en skeletnotatie:

- onderzoek van (eenvoudige) structuren met molecuulmodellen;
- onderzoek naar verschillen tussen methanol en ethanol.

LPD 3 C De leerlingen stellen structuurformule en skeletnotatie op van organische stoffen.

2de graad: opstellen chemische formules, ionbinding, atoombinding, metaalbinding, roostermodel, lewisstructuur (II-NatS-da LPD 11, 19, 20)

Wenk: Je kan een overzichtstabel met de monofunctionele stofklassen laten hanteren.

LPD 4 C De leerlingen leggen het verband tussen de chemische structuur en fysische eigenschappen van anorganische en organische stoffen.

★ Intermoleculaire krachten: dipool-dipoolkrachten, london dispersiekrachten, waterstofbruggen, ion-dipoolkrachten

2de graad: elektronegativiteit, polariteit, elektrolyten, oplosbaarheid, elektrische geleiding (II-NatS-da LPD 24, 25, 26)



Wenk: Je kan bij het behandelen van de eigenschappen van organische stoffen de link leggen met het leerplandoel waar de classificatie van de organische stoffen aan bod komt.

Wenk: Fysische eigenschappen komen aan bod waaronder kookpunt, smeltpunt, oplosgedrag, zuur-base eigenschappen voor de organische stoffen en mogelijk herhalend en uitbreidend voor de anorganische stoffen.

Wenk: De polariteit van een molecule wordt bepaald vanuit de ruimtelijke bouw en kan je behandelen in samenhang met oplosbaarheid. Je kan het sterisch getal laten bepalen en van daaruit de geometrie afleiden. Het gebruik van modellen (molecuulmodellen, animaties ...) kan helpen visualiseren.

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

- onderzoek naar relatie tussen chemische binding en fysische eigenschappen (aggregatietoestand, oplosbaarheid, geleidbaarheid, brandbaarheid) van een stof;
- onderzoek naar waterstofbruggen in water;
- onderzoek van structuren met molecuulmodellen.

LPD 5 C De leerlingen illustreren chemische eigenschappen van producten en materialen.

★ Chemische eigenschappen en risico's van oplosmiddelen en zuren

2de graad: pH en zuur-base-indicator (II-NatS-da LPD 29) ; oplosbaarheid en elektrische geleiding (II-NatS-da LPD 25, 26)

Wenk: Je kan chemische eigenschappen en risico's van volgende oplosmiddelen en zuren behandelen: aceton, ethanol, water, thinner, terpentine, wasbenzine, zoutzuur, azijnzuur, citroenzuur ... en waar mogelijk linken aan het leerplandoel over structuur van organische stoffen.

Wenk: Je kan oplosmiddelen behandelen op waterbasis en op organische basis. Je kan het al dan niet oplossen van stoffen in water of in het organisch oplosmiddel linken aan de polariteit van stoffen wat in de tweede graad aan bod kwam.

Wenk: Je kan dit leerplandoel behandelen in samenhang met het STEM-doel rond veilig en duurzaam werken met o.a. stoffen en materialen.

LPD 6 C De leerlingen interpreteren op product-, voedings- en materiaallabels chemische informatie op vlak van veiligheid, gezondheid en leefmilieu.

Wenk: Je kan aandacht besteden aan studierichtingsspecifieke materialen en stoffen waarbij namen, symbolen, grootheden en eenheden aan bod komen. Je legt hierbij de link naar het gebruik van de COS-brochure (zie ook achteraan dit leerplan bij Basisuitrusting en infrastructuur) en naar het doel in verband met chemische eigenschappen van producten en materialen. Je kan dit koppelen aan een onderzoek van materialen en producten in combinatie met de STEM-doelen rond veilig en duurzaam werken met materialen, stoffen, organismen en technische systemen en rond onderzoek voeren.

Wenk: Voedingslabels: functies en eigenschappen van voedingsbestanddelen zoals proteïnen, lipiden, (poly)sachariden, vitaminen, mineralen, additieven (E-nummers) kan je aanbrengen vanuit de aandacht voor een evenwichtig

voedingspatroon. Je kan dit leerplandoel linken met structuur en classificatie van biomoleculen.

Wenk: Veiligheid: je kan aandacht hebben voor gevaarlijke omstandigheden, contexten en situaties zoals bijvoorbeeld welke stoffen je bij mekaar mag gieten, dampen in werkplaatsen en mestputten, gescheiden opslag van producten ...

Wenk: Gezondheid: je kan aandacht hebben voor gevaarsymbolen en richtlijnen op etiketten van stoffen zoals gewasbeschermingsmiddelen, oplosmiddelen, siliconen, lijmen, verven, poetsmiddelen, reinigingsmiddelen bv. melkmachine, reinigen en ontsmetten van dieren, antibiotica, voor aanwezigheid van allergenen, voor bewaringsadviezen, houdbaarheidsinformatie, Nutriscore ...

Wenk: Leefmilieu: je kan aandacht hebben voor labels rond afvalverwerking bv. verfstoffen, reinigingsproducten (micropartikels), sproeistoffen in de tuin en de land- en tuinbouw, waxen, voor afval van siliconen, acrylaten en spuitbussen ...

Macromoleculen

LPD 7 C De leerlingen classificeren kunststoffen zowel op basis van een structuurformule als op basis van een naam.

Wenk: Begrippen als monomeren (een eenheid), dimeren (twee eenheden die een entiteit vormen) en polymeren (veel eenheden die een entiteit vormen) komen aan bod. Monomeren worden aaneengeschakeld tot dimeren en polymeren. De structuur van en het type monomeren bepalen de eigenschappen, naam en toepassingen van het daaruit opgebouwd polymeer.

Wenk: Kunststoffen die je aan bod kan laten komen: PE, PET, PP, PVC, PA, PLA ... De kunststof kan je bestuderen in functie van de opbouw vanuit de monomeren met typische eigenschappen (bijvoorbeeld etheen) en de daaruit voortvloeiende eigenschappen van de kunststof en zijn toepassingen. Bij de vervormbaarheid van kunststoffen kan je de opdeling in thermoharders, thermoplasten en elastomeren aan bod laten komen.

Wenk: Je kan toepassingen en het voorkomen van kunststoffen aan bod laten komen bv. in geneeskunde (prothesen, zelfvernietigende hechtingsdraad, kunststoflenzen, brilglazen), in keukenmateriaal, in auto, in fiets, in land- en tuinbouw bv. antislipmatten en kunststofroosters in stallen, silo's in polyester, zaaikistjes en kweekpotjes voor plantgoed ...

Wenk: Je kan vormgevingstechnieken aan bod laten komen zoals 3D-printing, kalanderen, spuitgieten, extruderen ...
Je kan vanuit eenvoudige en aanschouwelijke voorbeelden de productie en recyclage van kunststoffen aan bod laten komen bijvoorbeeld van fles tot fleece, extrusie van polymeren voor productie van voorwerpen (tuinstoel, fles, kunststofdraad ...), basis voor 3D-printen. Dat kan in samenhang met het leerplandoel over duurzame chemie.

Wenk: Je kan dit leerplandoel behandelen in samenhang met de STEM-concepten: structuur en functie, patronen en modellen.

Wenk: Mogelijke practica en onderzoeksonderwerpen in samenhang met STEM-doelen:
– bepalen van het verschil tussen thermoharder, thermoplast en elastomeer;



- bereiden van (bio)plastics en analyse van hun eigenschappen bv. biologische afbreekbaarheid in samenhang met leerplandoel rond duurzame chemie;
- identificatie van soorten kunststoffen vanuit eigenschappen bv. dichtheid, hardheid, oplosbaarheid;
- bereiden van een kunststof bv. polystyreen, nylon.

LPD 8 C De leerlingen classificeren (poly)sachariden, proteïnen, lipiden en polynucleotiden zowel op basis van een structuurformule als op basis van een naam.

Samenhang derde graad: celopbouw (III-NatS-da LPD 1B)

Wenk: Je kan monomeren en macromoleculen aan bod laten komen. Namen die je kan behandelen:

- glucose, fructose, lactose, sucrose, maltose, ribose, glycogeen, zetmeel, cellulose ...;
- aminozuren in contexten, aspartaam, hemoglobine, insuline ...;
- mRNA, DNA.

Wenk: Bij de chemische structuren kan je starten vanuit de werkelijke chemische structuren weergegeven aan de hand van modellen. Het is de bedoeling om structuurkenmerken en structuren te herkennen en toe te wijzen aan een groep; het is niet de bedoeling om de structuren uit het hoofd te leren.

Wenk: Polysachariden: het weergeven van de symbolische voorstelling van glucose als 6-ring en fructose als 5-ring, het koppelen van monosachariden tot di- en polysachariden en het schrijven van de condensatiereactie bij vormen van de glycosidische binding.

Proteïnen: de structuur van aminozuren tekenen met vereenvoudigde voorstelling van de restgroep, het schrijven van de condensatiereactie bij vormen van de peptidebinding, het koppelen van aminozuren tot dipeptiden, tripeptiden, polypeptiden en de primaire t.e.m. de quaternaire structuur van proteïnen.

Lipiden: de structuur van triglyceriden vanuit glycerol en (on)verzadigde vetzuren met de esterbinding, structuur van oliën en vetten, van steröiden en van fosfolipiden. Je kan ook de structuur van zepen en de micelvorming aan bod laten komen.

Polynucleotiden : de structuur van nucleotiden (suiker, fosfaatgroep, soorten basen), de koppeling van nucleotiden tot de dubbele helixstructuur (in DNA) of tot de RNA-structuur.

Wenk: Je kan dit leerplandoel behandelen in samenhang met de STEM-concepten: structuur en functie, systemen en modellen ervan.

Je kan dit leerplandoel eventueel behandelen in samenhang met biologie.

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

- identificatiereacties om biomoleculen aan te tonen bv. biureet, Fehling, Sudan III;
- hydrolyse van een polysacharide.

4.3.2 Kwantitatieve aspecten

Minimumdoelen, specifieke minimumdoelen of doelen die leiden naar BK

LPD 9 C De leerlingen passen concentratiegrootheden toe in berekeningen en zetten concentratie-eenheden om.

2de graad: verband tussen stofhoeveelheid, molaire massa en molaire concentratie (II-NatS-da LPD 27)

Wenk: Je kan dit leerplandoel behandelen in samenhang met het doel rond doseren van stoffen in relatie tot het gebruik ervan. De concentratiegrootheden en -eenheden worden aangebracht in betekenisvolle contexten van de studierichting bv. concentratie van meststoffen, verdunnen van pesticiden, voederdosering, berekenen van hoeveelheid bestrijdingsmiddelen voor akkerbouw ...
Je kan concentratie van stoffen behandelen in grootheden zoals molaire concentratie (mol/L), massaconcentratie (in g/L, kg/L ...), massapercentage (in % of g/100g), massa-volumepercentage (in g/100mL), massafractie (in ppm, ppb ...), volumeconcentratie (in mL/L), volumepercentage (in % of in mL/100mL) ...
Je kan de leerlingen wijzen op het gebruik van oudere maar nog steeds gehanteerde grootheden en eenheden zoals molariteit (M) en normaliteit (N).

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

- het berekenen van verdunnen van oplossingen en het nauwkeurig bereiden ervan;
- veilig verdunnen van geconcentreerde zuren;
- bepaling van gehalte azijnzuur in bv. balsamicoazijn;
- verdunningsreeksen opstellen.

LPD 10 C De leerlingen illustreren de dosis en concentratie van stoffen in relatie tot hun gebruik.

Wenk: Je kan aandacht besteden aan een minimale, een maximale en een optimale dosis in relatie tot werkzaamheid en mogelijke nadelige uitwerking van een stof bv. giftigheid.

Je kan de link leggen met stoichiometrie.

Wenk: Doseringen kan je aan bod laten komen in voorbeelden en toepassingen eigen aan de studierichting: in dosering van vaste of vloeibare meststoffen, van medicatie, van ontsmettingsmiddelen, van gewasbeschermingsmiddelen, van voedingssupplementen, van voedingsstoffen bij mens en dier, van samenstellen van recepturen, van verzorgingsproducten, van reinigingsmiddelen ... Je kan het belang van het inschatten van de optimale dosis aan bod laten komen bij het werken met producten voor eigen gezondheid bv. ADI en die van anderen, voor veiligheid en voor het leefmilieu ...

Je kan het principe van extreme verdunning bij homeopathie kritisch beschouwen in relatie tot dosering van geneesmiddelen.

Wenk: Mogelijke practica en onderzoeksonderwerpen in samenhang met STEM-doelen bv. onderzoek naar antibioticaresidu in melk of water met Delvotest.

LPD 11 C De leerlingen voeren stoichiometrische berekeningen uit op een gegeven aflopende chemische reactie.

Wenk: verband tussen stofhoeveelheid, molaire massa en molaire concentratie (II-NatS-d LPD 27)



Wenk: Je kan de stoichiometrische berekeningen uitvoeren in samenhang met de concentratie-uitdrukkingen die aangebracht worden in de derde graad.

Wenk: Bij de stoichiometrische berekeningen kan je de begrippen overmaat, limiterend reagens en rendement aan bod laten komen.

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

- hydratatie/dehydratatie van $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$;
- bepalen carbonaatgehalte in Rennie.

4.3.3 De chemische reactie

Minimumdoelen, specifieke minimumdoelen en doelen die leiden naar BK

Dynamiek van de reactie

LPD 12 + De leerlingen onderzoeken het verloop van een chemische reactie, de ligging en de verschuiving van een evenwicht.

Samenhang derde graad: cellulaire processen (III-NatS-da LPD 3B)

Wenk: Je kan de snelheidsfactoren in een chemische reactie en de beïnvloeding ervan, de ligging en de verschuiving van een evenwicht onderzoeken in samenhang met STEM-leerplandoel over voeren van een onderzoek.

Wenk: Het botsingsmodel wordt als verklaringsmodel gehanteerd bij voorbeelden van stofomzettingen uit de leefwereld. De snelheidsbepalende factoren zijn de variabelen in dit model. Je kan het begrip 'effectieve botsing' aanbrengen. In het kader van het botsingsmodel kan activeringsenergie worden gedefinieerd als de energie die nodig is om een reactie te laten starten. De reactie-energie is het energieverval tussen die van de reactieproducten en de reagentia. Je kan dit behandelen aan de hand van een energiediagram.

Wenk: Je kan het onderscheid tussen trage en snelle reacties met voorbeelden duiden: roesten van ijzer, voedingsmiddelen koel bewaren, explosieven. Factoren die de reactiesnelheid beïnvloeden: concentratie, temperatuur, verdelingsgraad en (bio)katalysator. Leg de link met het botsingsmodel. Voorbeelden uit het dagelijks leven waarbij snelheidsbeïnvloedende factoren worden gebruikt: voeding bewaren in de koelkast, gevaar van stofexplosie voorkomen, zuurstofmasker toedienen aan zieken, afschermen van zonlicht ... Voorbeelden uit land-en tuinbouw zijn inkuilen van voeder, bewaren van voeding in het donker, bewaren van fruit (peren, appels ...) in een zuurstofarme omgeving (ULO).

Wenk: Je kan dit leerplandoel behandelen in samenhang met leerplandoel biologie rond cellulaire processen (verwijzen naar energiedragers zoals ATP, katalysator en enzymwerking). Je kan het gebruik van katalysatoren duiden omwille van hun invloed op de activeringsenergie. Je kan het belang van katalysatoren illustreren bij industriële processen en bij natuurlijke processen zoals de aanmaak van ozon in de atmosfeer en bij enzymen in biologische processen.

Wenk: Een aflopende reactie kan worden beschouwd als een uiterst geval van een evenwichtsreactie waarbij het evenwicht volledig naar rechts is verschoven. Je

kan dit behandelen in samenhang met de waarde van de evenwichtsconstante. Belangrijk is dat leerlingen goed inzien dat de blijvende aanwezigheid van alle reagentia bij chemisch evenwicht niets heeft te maken met een overmaat aan één van de uitgangsstoffen.

Wenk: Omdat chemisch evenwicht eerder complex en abstract is voor de leerlingen, is het aanbevolen om de leerinhouden te illustreren en te visualiseren met (demo-)experimenten bv. kleurveranderingen in stoffensystemen of simulaties zoals zuur-base indicatoren.

Je kan voorbeelden van evenwichtsreacties behandelen zoals de evenwichtstoestand in een fles spuitwater.

Wenk: Het belang van de invloed van factoren als concentratie, volumeverandering (gas en vloeistof) en temperatuur op de ligging van het chemisch evenwicht kan je behandelen volgens principe van Le Chatelier- Van 't Hoff en illustreren met:

- industriële productieprocessen als het Haber-Bosch-proces voor de synthese van ammoniak;
- de ademhaling in evenwichtsreacties bij omzetting van hemoglobine naar oxyhemoglobine, evenwicht van oplossen van CO_2 in H_2O naar H_2CO_3 (zuur-base-evenwicht).

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

- onderzoek van de beïnvloedende factoren op de reactiesnelheid bv. concentratie en temperatuur (Mg en HCl, $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ en HCl), deeltjesgrootte, katalysator (analyse van waterstofperoxide bv. door katalase in lever);
- kwalitatief onderzoek van de factoren die een chemisch evenwicht kunnen verschuiven: het laten verkleuren van zwarte thee door wijzigen van de protonenconcentraties, onderzoek van het chemisch evenwicht Fe^{3+} en SCN^- (demoproef), FeCl_3 en KI.

Extra: Je kan de evenwichtsconstante opstellen aan de hand van een reactievergelijking.

Chemische reactiepatronen

LPD 13 + De leerlingen leggen de begrippen Brønstedzuur, Brønstedbase, geconjugeerd zuur en geconjugeerde base uit.

Wenk: Je kan duiden dat het zuur-baseconcept volgens Brønsted-Lowry een universeler karakter heeft dan dit van Arrhenius. Een bijkomende groep van deeltjes vormen de amfolyten.

Wenk: Je kan de werking van een buffer behandelen en verklaren aan de hand van neutralisatiereacties en beïnvloeding van het chemisch evenwicht. Je kan het concept zeer eenvoudig aanbrengen via een experiment waarbij je zuur of base toevoegt aan een buffer en de pH stabiel blijft.

Je kan het nut en de toepassingen van een buffer aan bod laten komen zoals in bloed, in lenzenvloeistof, in voeding, in aquarium, bij buffercapaciteit van de bodem, bij substraatteelt, bij water (regenwater, putwater, vijverwater, zeewater).

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

- pH-bepaling van zouten;



- bepalen van het gehalte aan zuren bv. azijnzuur in keukenazijn, melkzuur in melk;
- een buffer bereiden en de werking ervan onderzoeken;
- pH-meting en EC-meting bv. van bodem, van water;
- berekenen van de toe te voegen hoeveelheid kalkmeststof (naar keuze) na pH-meting.

Extra: Je kan de pH-berekeningen van waterige oplossingen van sterke zuren en sterke basen behandelen.

LPD 14 C De leerlingen stellen de reactievergelijking op van een redoxreactie.

2de graad: eenvoudige reactievergelijkingen opstellen (II-NatS-da LPD 28)

Wenk: Je kan de parallellen aangeven tussen een zuur-basereactie en een redoxreactie: het zuur (protondonor) en de base (protonacceptor) worden respectievelijk vervangen door de reductor (elektronendonor) en de oxidator (elektronenacceptor).

Wenk: In de tweede graad kwamen mogelijk eenvoudige redoxreacties aan bod waarbij de leerlingen de begrippen oxidator, reductor, oxidatie en reductie en elektronenoverdracht ontleedden. Je kan aspecten van redoxreacties tussen enkelvoudige stoffen aan bod laten komen waarbij de leerlingen minstens de deelreacties kunnen opstellen. Je kan van daaruit uitbreiden naar redoxreacties met binaire en ternaire verbindingen. Reagentia en reactieproducten worden aangereikt; je kan dit doen in de vorm van namen of formules.

Wenk: Je kan vertrekken vanuit toepassingen zoals (on)volledige verbranding, het verzilveren, verkoperen of galvaniseren van voorwerpen, de werking van batterijen, corrosie (en bescherming tegen corrosie), waterstof als alternatieve brandstof (link met duurzame chemie).

Extra: Je kan de principes van een galvanische cel en een elektrolysecel aan bod laten komen.

4.3.4 Duurzame chemie

Minimumdoelen, specifieke minimumdoelen of doelen die leiden naar BK

LPD 15 C De leerlingen reflecteren over aangereikte toepassingen of processen in het kader van duurzame chemie.

Wenk: Je kan de focus van duurzame chemie behandelen: het gebruik van hernieuwbare grondstoffen en meer efficiëntie en hergebruik door onder andere:

- het creëren van nieuwe waardeketens uit hernieuwbare en circulaire grondstoffen;
- te richten op duurzame chemische processen.

Wenk: Het principe van circulaire chemie kan je vergelijken met het systeem van de natuurlijke kringloop en toelichten en stofferen met voorbeelden. Je kan de transitie van lineaire chemie (take-make-waste) over groene chemie naar

circulaire chemie (cradle to cradle) aan bod laten komen.

Wenk: Voorbeelden van productieprocessen en het gebruik van al dan niet hernieuwbare grondstoffen en energiebronnen : productie van bioplastics (PLA), productie van waterstofgas (grijze, groene, blauwe of turquoise waterstof), biogasproductie door mestvergisting. Lithium in batterijen is een voorbeeld van een niet-recycleerbare en uitputbare grondstof.

Wenk: Recyclage is vaak een vorm van “downcycling”. Het is wenselijk om betere processen te ontwikkelen die het product herleiden tot de oorspronkelijke grondstof met dezelfde eigenschappen van waaruit weer kan worden verder gewerkt.

Wenk: Je kan dit leerplandoel behandelen in samenhang met het STEM-doel over maatschappelijke uitdagingen en wisselwerking STEM met de maatschappij (duurzaamheidsvraagstuk) en ook stilstaan bij federale en Europese beleidsmaatregelen.

Wenk: Je kan de link leggen naar de STEM-doelen en een onderzoeksopdracht geven over eindigheid van grondstoffen, over een tweede leven voor afval (bv. biogas, appellerder), over reductie en recyclage van afvalproducten van het land- en tuinbouwbedrijf (composteren, herleiden van ongewenste afvalgassen naar bruikbare grondstoffen, energieproductie).
Je kan ook linken leggen met de STEM-concepten: structuur en functie, patronen.

4.4 Fysica

Minimumdoelen, specifieke minimumdoelen of doelen die leiden naar BK

LPD 1 F De leerlingen verklaren aan de hand van eigenschappen van permanente magneten en elektromagneten fenomenen of toepassingen uit het dagelijks leven.

Samenhang derde graad: in het curriculum van een aantal studierichtingen komen de inhouds uit dit leerplandoel in een breder verband aan bod: Autotechnieken, Elektromechanische technieken, Elektrotechnieken, Industriële ICT, Koel- en warmtetechnieken, Binnenvaarttechnieken, Maritieme technieken dek, Maritieme technieken motoren, Podiumtechnieken, Vliegtuigtechnieken.

2de graad: Joule-effect (II-NatS-da LPD 37); Wet van Ohm (II-NatS-da LPD 36)

Wenk: Eigenschappen die je aan bod kan laten komen: magnetische pool, magnetische kracht, magnetisch veld.

Wenk: Je kan aangeven waar er permanente magneten en elektromagneten worden gebruikt in het dagelijks leven: bordmagneten, kastsluitingen, een kompas, in luidsprekers, systemen voor afvalscheiding, elektromagnetische deurbel of deurslot ... Je kan de link leggen met metaaldetectie bij groenten- en fruitverwerking, bij oogsten bv. pikdorsen.

Wenk: Je kan waarnemen dat ferromagnetische stoffen (Fe, Ni en Co) worden aangetrokken door een magneet.

Wenk: Je kan via waarnemingen het bestaan van een magnetisch veld rondom een staafmagneet en een hoefijzermagneet aantonen. Daarnaast kan je via waarnemingen het bestaan van een magnetisch veld rondom een



stroomvoerende spoel aantonen. De stroomvoerende spoel heeft veel toepassingen in technische systemen zoals relais, afvalsortering, luidspreker, microfoon, generator, motor, transformator, magnetische rem, zweeftrein.

Wenk: Je kan via een experiment magnetische influentie aantonen en het richten van de elementaire magneetjes aantonen.

Wenk: Mogelijke onderzoeksopdracht in samenhang met STEM-doelen: de invloed van de stroomsterkte op het magnetisch veld onderzoeken.

Extra: Je kan het magnetisme van een permanente magneet duiden met de theorie van de elementaire magneetjes. Je kan besluiten dat binnen de materie bewegende ladingen voorkomen die de materie magnetisch maken.

Extra: Je kan de principiële werking en het belang verklaren van veiligheidssystemen (die werken op basis van elektromagnetisme) in een elektrische installatie voor de risico's elektrocutie, brand door kortsluiting en overbelasting. Veiligheidssystemen die aan bod kunnen komen: (automatische) zekering en verliesstroomschakelaar.

LPD 2 F De leerlingen verklaren aan de hand van eigenschappen van golven fenomenen of toepassingen uit het dagelijks leven.

★ Geluid: decibelschaal en veiligheidsaspecten

2de graad: kwalitatieve energiebalans (II-NatS-da LPD 34)

Wenk: Het golfmodel kan eenvoudig didactisch worden geïntroduceerd via golven op een touw, golven op een wateroppervlak of voor longitudinale golven in een "slinky"-veer. De verworven inzichten worden dan toegepast op geluidsgolven. Je kan eigenschappen van golven ook in verband brengen met EM-golven.

Wenk: Eigenschappen van golven die aan bod kunnen komen: weerkaatsing, absorptie en buiging. Voorbeelden bij geluidsgolven: echografie, sonar, geluidsisolatie, geluidschermen en bij lichtgolven: spiegels, kleurkeuze ...
Je kan buiging van lage tonen (door interactie met objecten in de ruimte) en de rechte lijnige voortbeweging van hoge tonen waarnemen vanuit de plaatsing van luidsprekers. Je kan ook aandacht besteden aan het verschijnsel resonantie.

Wenk: Eigenschappen waarmee je golven van elkaar kan onderscheiden:

- voortplantingssnelheid: verschil in snelheid tussen geluidsgolven en lichtgolven bij bijvoorbeeld bliksem en donder;
- aanwezigheid van middenstof: elektromagnetische golven kunnen zich voortplanten in de ruimte zonder middenstof;
- mogelijkheid tot manipuleren: (elektromagnetische) golven kunnen worden gemanipuleerd waardoor ze (gecodeerde) informatie kunnen overbrengen (door de frequentie of de amplitude te veranderen). Ze zijn dus geschikt voor communicatiesystemen binnen en buiten de atmosfeer.

Wenk: Het concept toonhoogte kan aan bod komen en in verband worden gebracht met het hoorbare geluidsspectrum van organismen.

Wenk: Het geluidsniveau van 0 dB stemt overeen met de menselijke gehoordrempel. Via een applet kan je door meting een indicatie van het geluidsniveau krijgen. Het is zinvol om een aantal vergelijkende metingen te doen van geluidsbronnen. Je kan

een decibelschaal maken en die illustreren met foto's van geluidsbronnen. Bij een verdubbeling van de geluidsintensiteit (bijvoorbeeld van één naar twee rijdende auto's) verhoogt het geluidsniveau met 3 dB en halveert de veilige luisterperiode. Je kan inspelen op de verwondering dat een verandering van 0 tot 120 dB een enorme verandering van geluidsintensiteit betekent. Je kan via het STEM-concept 'oorzaak en gevolg' aangeven dat het kritische geluidsniveau waaraan je permanent kan worden blootgesteld zonder blijvende gehoorschade 75 dB bedraagt.

Wenk: Je kan op een afbeelding van het elektromagnetisch spectrum aanduiden waar zichtbaar licht zich situeert ten opzichte van andere soorten elektromagnetische golven. Je kan het verband tussen frequentie, energie en veiligheidsaspecten aangeven.

Wenk: Je kan aangeven dat elektromagnetische golven nuttige toepassingen hebben in land- en tuinbouw zoals toepassen van laser bij melkrobots en bij detectie van afwijkingen op aardappelen voor chips, kwaliteitscontrole van eieren in industrie met licht, gebruik van uv-straling voor desinfectie, gebruik van infraroodlampen in de stal, gebruik van LED-lampen in functie van fotosynthese in de tuinbouw, Radio Frequency Identification (RFID) bv. voor ketenoptimalisatie in plantenteelt, voor detectie van containers, bakken ...

Je kan het gebruik van elektromagnetische golven in medische toepassingen (diagnose en therapie, steriel maken ...) aan bod laten komen. Voorbeelden van toepassingen die werken op basis van eigenschappen van licht: fotografie, kleurgebruik in schilderwerk, bril en lenzen, sensoren die EM-golven detecteren. Denk ook aan verwarming/verhitting door infrarode golven en door microgolven.

Je kan aangeven dat elektromagnetische golven ook informatie kunnen overdragen. Denk aan de communicatiemogelijkheden van moderne technologie zoals gsm; wifi, gebruik van radiogolven, glasvezeloptica ...

LPD 3 F De leerlingen beschrijven kernfusie en kernsplijting in het kader van energievoorziening.

2de graad: kwalitatieve energiebalans (II-NatS-da LPD 34); gebruik atoommodel (II-NatS-da LPD 15)

Wenk: Je kan kernfusie in de zon en kernsplijting in een kerncentrale kiezen als typevoorbeeld. Animaties en digitale voorstellingen kunnen deze eerder abstracte begrippen en systemen verduidelijken.

Wenk: Het is de bedoeling om de equivalentie tussen massa en energie toe te lichten aan de hand van de formule van Einstein. Je kan de begrippen massadefect en bindingsenergie bespreken. Leerlingen hoeven geen berekeningen uit te voeren.

Wenk: Je kan aangeven dat een kerncentrale voorziet in een gecentraliseerde productie van veel elektriciteit waarbij nauwelijks CO₂ vrijkomt. Je kan ingaan op de problematiek van de langetermijnberging van radioactief afval en het verschil tussen hoog- en laagradioactief afval.

Extra: Je kan de link leggen met het STEM-doel rond de interacties STEM met de samenleving. Kleine modulaire splijtingscentrales en centrales op basis van kernfusie zijn in volle ontwikkeling. Fusiecentrales kennen belangrijke



technologische uitdagingen, zoals de erg hoge temperaturen die vereist zijn. Er wordt verwacht dat fusiereactoren enkel bij de ontmanteling een beperkte hoeveelheid laagradioactief afval zullen genereren.

Extra: Je kan ook de relatie leggen met het STEM-concept 'stabiliteit en verandering'. De grafiek van de bindingsenergie per nucleon illustreert de mogelijkheden voor kernsplijting en kernfusie in functie van energiewinst.

LPD 4 F De leerlingen beschrijven veiligheidsaspecten van kernfusie en kernsplijting.

Samenhang derde graad: exponentiële groei (III-Wis-da LPD 9)

2de graad: kwalitatieve energiebalans (II-NatS-da LPD 34); gebruik atoommodel (II-NatS-da LPD 15)

Wenk: Je kan aangeven dat sommige atoomkernen stabiel zijn en andere stabiel kunnen worden door vervalprocessen. Je kan de verschillende soorten natuurlijke kernstraling en hun verschillend ioniserend vermogen en doordringingsvermogen aangeven. Het gebruik van de nuclidenkaart kan helpen bij het lokaliseren van stabiele atoomkernen (stabiliteitsband).

Wenk: Je kan het biologisch effect van ioniserende straling op mens en milieu toelichten. Je kan het onderscheid maken tussen natuurlijke radioactiviteit en kunstmatige radioactiviteit. Je kan de bijdragen van de verschillende bronnen aan de jaarlijkse gemiddelde blootstelling van mensen aan ioniserende straling met elkaar vergelijken en bespreken. Je kan veel informatie vinden bij organisaties zoals het FANC, SCK-CEN ...

Wenk: Je kan ingaan op de nood aan uitvoerige veiligheidssystemen en strenge beveiligingsmaatregelen van kerncentrales aan de hand van gekende kernongevallen. Je legt dan ook de relatie met het STEM-doel rond interacties met STEM en de samenleving.

Wenk: Mogelijke onderzoeksopdracht in samenhang met STEM-doelen: een grafiek opstellen op basis van een kansenexperiment met M&M's (als model) voor radioactief verval.

Extra: Je kan aandacht besteden aan toepassingen zoals het gebruik van radionucliden bij een diagnostisch onderzoek, bij radiotherapie, doorstralen van voedingsmiddelen om ze langer te conserveren, controle van lasnaden, diktemetingen ...

Extra: Je kan in afspraak met de leraar wiskunde het verband leggen tussen het aanwezige aantal atoomkernen en de halveringstijd en dit grafisch toelichten (door middel van animaties). Je kan dit koppelen aan toepassingen zoals dateringsmethode op basis van koolstof-14.

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 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 een uitgangspunt. De 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). De COS-brochure vormt dan ook de leidraad inzake veiligheidsonderricht 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 de 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 hiervoor 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 leslokaal

- 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.

5.2 Materiaal, toestellen, machines en gereedschappen

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 ... Dat 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 ...
Illustreren		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) of de specifieke minimumdoelen (SMD) realiseren.

Leerplandoel	Minimumdoelen of specifieke minimumdoelen
1S	MD 06.25
2S	MD 06.24
3S	SMD 12.03.01
4S	MD 06.26
5S	MD 06.27
6S	SMD 01.01.01
1B	SMD 08.05.01
2B	SMD 08.05.01



3B	SMD 08.05.01
4B	MD 06.14
5B	MD 06.15
6B	MD 06.16; SMD 08.05.03
7B	MD 06.16; SMD 08.05.02
8B	MD 06.16; SMD 08.05.02
9B	SMD 08.05.02
10B	MD 06.17
11B	MD 06.18
1C	SMD 09.03.02; SMD 09.03.05
2C	SMD 09.03.05
3C	SMD 09.03.02
4C	SMD 09.03.03
5C	MD 06.19
6C	MD 06.19
7C	SMD 09.03.05
8C	SMD 09.03.05
9C	SMD 09.03.07
10C	MD 06.19
11C	SMD 09.03.07
12+	-
13+	-
14C	SMD 09.03.04
15C	MD 06.20
1F	MD 06.23
2F	MD 06.22

3F	MD 06.21
4F	MD 06.21

7.2 Minimumdoelen basisvorming

- 06.14 De leerlingen lichten bij de mens de bevruchting en factoren toe die de ontwikkeling van embryo en foetus beïnvloeden.
- 06.15 De leerlingen illustreren bij de mens hoe hormonale regeling en gezondheidsgedrag de vruchtbaarheid beïnvloeden.
- 06.16 De leerlingen leggen het overerven en de expressie van kenmerken bij organismen uit.
- 06.17 De leerlingen verklaren met wetenschappelijk onderbouwde argumenten biologische evolutie.
- 06.18 De leerlingen leggen natuurlijke selectie uit als een evolutieproces dat de genetische samenstelling van een populatie kan wijzigen.
Onderliggende (kennis)elementen:
- Biologische soort
- 06.19 De leerlingen verklaren de chemische informatie op product- en materiaallabels in functie van veiligheid, gezondheid en leefmilieu.
Onderliggende (kennis)elementen:
- Chemische eigenschappen en risico's van oplosmiddelen en zuren
 - Voedingsbestanddelen
 - Dosis en concentratie van stoffen in relatie tot gebruik
- 06.20 De leerlingen reflecteren over aangereikte toepassingen of processen in het kader van duurzame chemie.
- 06.21 De leerlingen beschrijven kernfusie en kernsplitsing in het kader van energievoorziening met bijbehorende veiligheidsaspecten.
- 06.22 De leerlingen verklaren aan de hand van eigenschappen van golven fenomenen of toepassingen uit het dagelijks leven.
Onderliggende (kennis)elementen:
- Geluid: decibelschaal en veiligheidsaspecten
- 06.23 De leerlingen verklaren aan de hand van eigenschappen van permanente magneten en elektromagneten fenomenen of toepassingen uit het dagelijks leven.
- 06.24 De leerlingen werken op een veilige en duurzame manier met materialen, stoffen, organismen en technische systemen.
- 06.25 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 derde graad.



- 06.26 De leerlingen ontwerpen een oplossing voor een probleem door wetenschappen, technologie of wiskunde geïntegreerd aan te wenden.
Voetnoot:
Rekening houdend met concepten van de derde graad en de context waarin dit minimumdoel aan bod komt.
- 06.27 De leerlingen illustreren 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.

7.3 Specifieke minimumdoelen

- 01.01.01 De leerlingen doorlopen een onderzoekscyclus in samenhang met inhouden van minstens 1 wetenschapsdomein verbonden aan de studierichting.
- 08.05.01 De leerlingen leggen het verband tussen celtypen en hun functies in weefsels en organen uit met inbegrip van de betrokken cellulaire processen.
Onderliggende (kennis)elementen:
- Celdeling, stamcel en meristeem
Voetnoot:
Rekening houdend met de context van de studierichting.
- 08.05.02 De leerlingen beschrijven hoe genexpressie het fenotype bepaalt en hoe die expressie beïnvloed kan worden.
Onderliggende (kennis)elementen:
- Modificatie en mutatie
- Structuur van DNA en RNA
- DNA-technologie
- Epigenetica
- 08.05.03 De leerlingen interpreteren chromosomale mechanismen van overerving.
Onderliggende (kennis)elementen:
- Haploïd en diploïd
- Mendeliaanse overerving, mono- en dihybride kruising
- Stamboom
- 09.03.01 De leerlingen leggen het verband tussen de plaats en de eigenschappen van atomen in het PSE.
Voetnoot:
Rekening houdend met de context van de studierichting.
- 09.03.02 De leerlingen stellen chemische formules op van anorganische en monofunctionele organische stoffen.
Onderliggende (kennis)elementen:
- Roostermodel
- Ionbinding, atoombinding, metaalbinding
- Structuurformule: Lewisstructuur, skeletnotatie
Voetnoot:
Rekening houdend met de context van de studierichting.
- 09.03.03 De leerlingen leggen het verband tussen de structuur en de eigenschappen van stoffen.
Onderliggende (kennis)elementen:
- Polariteit
- Elektrolyten
- Elektronegativiteit
- Intermoleculaire krachten: dipool-dipoolkrachten, london dispersiekrachten, waterstofbruggen, ion-dipoolkrachten
Voetnoot:

09.03.04	Rekening houdend met de context van de studierichting. De leerlingen stellen de reactievergelijking op van een eenvoudige reactie. Onderliggende (kennis)elementen: - Reacties met ionenuitwisseling: zuur-basereactie, neerslagreactie - Reacties met elektronenoverdracht Voetnoot:
09.03.05	Rekening houdend met de context van de studierichting. De leerlingen classificeren organische en anorganische stoffen zowel op basis van een gegeven formule als op basis van een naam. Onderliggende (kennis)elementen: - Zuren, basen, zouten, oxiden - Alkanen, alkenen, alkynen, alcoholen, carbonzuren, aminen - (Poly)sachariden, lipiden, proteïnen, polynucleotiden - Kunststoffen - IUPAC-naamgeving Voetnoot:
09.03.06	Rekening houdend met de context van de studierichting. De leerlingen brengen de pH in verband met het zuur, basisch of neutraal karakter van een waterige oplossing en lichten de functie van een zuur-base indicator toe. Voetnoot:
09.03.07	Rekening houdend met de context van de studierichting. De leerlingen voeren stoichiometrische berekeningen uit op een gegeven aflopende chemische reactie. Onderliggende (kennis)elementen: - Mol - Concentratieberekeningen Voetnoot:
12.03.01	Rekening houdend met de context van de studierichting. De leerlingen passen geschikte labotechnieken toe om betrouwbare informatie te verzamelen met aandacht voor goede labopraktijken.

7.4 Concordantietabel van SMD naar LPD

SMD 01.01.01	III-NatS-da LPD 6S
SMD 08.05.01	III-NatS-da LPD 1B-3B
SMD 08.05.02	III-NatS-da LPD 7B-9B
SMD 08.05.03	III-NatS-da LPD 6B
SMD 09.03.01	II-NatS-da LPD 16, 17
SMD 09.03.02	II-NatS-da LPD 11, 19, 20 III-NatS-da LPD 1C, 3C
SMD 09.03.03	II-NatS-da LPD 24, 25, 26 III-NatS-da LPD 4C
SMD 09.03.04	II-NatS-da LPD 28 III-NatS-da LPD 14C
SMD 09.03.05	II-NatS-da LPD 21, 23 III-NatS-da LPD 1C, 2C, 7C, 8C
SMD 09.03.06	II-NatS-da LPD 29
SMD 09.03.07	III-NatS-da LPD 9C, 11C
SMD 12.03.01	III-NatS-da LPD 3S



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	7
2.1	Samenhang met de tweede graad	7
2.2	Samenhang in de derde graad	7
2.3	Plaats in de lessentabel.....	8
3	Pedagogisch-didactische duiding	8
3.1	Natuurwetenschappen en het vormingsconcept	8
3.2	Krachtlijnen	9
3.3	Opbouw.....	10
3.4	Leerlijnen.....	10
3.4.1	Samenhang met de eerste en tweede graad.....	10
3.4.2	Samenhang in de derde graad	12
3.5	Aandachtspunten.....	13
3.5.1	Oriëntatie van het leerplan.....	13
3.5.2	Samenhang in wetenschappen	13
3.5.3	Onderzoekscompetentie.....	15
3.5.4	Werkplekieren.....	15
3.5.5	Dissecties als werkvorm.....	15
3.6	Leerplanpagina.....	16
4	Leerplandoelen	16
4.2.2	Voortplanting	24
4.2.4	Ontstaan en evolutie van soorten.....	29
4.3.1	Structuur en eigenschappen van de materie.....	30
4.3.2	Kwantitatieve aspecten.....	34
4.3.3	De chemische reactie	36
4.3.4	Duurzame chemie	38
4.4	Fysica	39

5	Basisuitrusting	42
5.1	Infrastructuur	43
5.2	Materiaal, toestellen, machines en gereedschappen.....	44
6	Glossarium.....	44
7	Concordantie	45
7.1	Concordantietabel.....	45
7.2	Minimumdoelen basisvorming	47
7.3	Specifieke minimumdoelen.....	48
7.4	Concordantietabel van SMD naar LPD	49

ONTWERP