

LEERPLAN
SECUNDAIR ONDERWIJS

Natuurwetenschappen

3de graad D/A-finaliteit
III-Nat-da

BRUSSEL

D/2024/13.758/273

Versie januari 2024

1 Inleiding

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

1.1 Het leerplanconcept: vijf uitgangspunten

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

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

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

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

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

1.2 De vormingscirkel – de opdracht van secundair onderwijs

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

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



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

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



1.3 Ruimte voor leraren(teams) en scholen

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

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

1.4 Differentiatie

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

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

Differentiatie door te verdiepen en te verbreden

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

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

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

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

Differentiatie door de leeromgeving aan te passen

Doordachte variatie in werkvormen (groepswerk, 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.

2.1 Samenhang met de tweede graad

Het leerplan Natuurwetenschappen III-Nat-da van de derde graad D/A-finaliteit bouwt verder op de leerplannen Natuurwetenschappen II-Nat-da en II-Nat'-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 Natuurwetenschappen B+S' met specifieke vorming voor Biologie en Chemie (voor Bakkerijtechnieken, Slagerij-Traiteurtechnieken);
- een leerplan Biotechnologische en chemische technieken B+S voor de gelijknamige richting met specifieke inhoud voor Biologie, Chemie, Fysica, STEM en Labo- en productietechnieken.

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

2.3 Plaats in de lessentabel

Het leerplan Natuurwetenschappen III-Nat-da is gebaseerd op minimumdoelen van de basisvorming. Het leerplan is gericht op twee graaduren en is bestemd voor volgende studierichtingen van de dubbele finaliteit:

Applicatie- en databeheer; Architectuur en interieur; Autotechnieken; Bedrijfsorganisatie; Beeldende kunst; Bouwtechnieken; Commerciële organisatie; Crossmedia; Defensie en veiligheid; Dentaaltechnieken; Elektromechanische technieken; Elektrotechnieken; Fotografie; Gezondheidszorg; Grafimedia; Horeca; Houttechnieken; Industriële ICT; Internationale handel en logistiek; Koel- en warmtetechnieken; Mechanische vormgevingstechnieken; Mode; Optiekttechnieken; Opvoeding en begeleiding; Orthopedietechnieken; Podiumtechnieken; Sportbegeleiding; Taal en communicatie; Toerisme; Topsport (Dubbele finaliteit); Vliegtuigtechnieken; Wellness en schoonheid.

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 levensechte problemen op te lossen. Verwondering, het voeden van nieuwsgierigheid zijn een belangrijke motor om verschijnselen op een wetenschappelijke manier te beschrijven en te verklaren. Niet alleen de inhouden maar vooral de duurzaamheid van kennis en vaardigheden, het zelf denken en kritisch zijn, het zelf kunnen onderzoeken en ontwerpen zijn richtinggevend.

In wetenschappen wordt kennis opgebouwd vanuit een natuurwetenschappelijke methode. Daarbij wordt het onderzoekend leren 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. Dat 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 die 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. Dat vormt dan ook een grote uitdaging voor de wetenschappen namelijk 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 kunnen bijdragen aan 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 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 van morgen

Leerlingen leren concepten rond Biologie, Chemie en Fysica. Op vlak van Biologie komt vruchtbaarheid en de bevruchting bij de mens aan bod. Daarnaast wordt het overerven en de expressie van kenmerken van organismen behandeld. Ook biologische evolutie en natuurlijke selectie krijgen aandacht. In Chemie komt het verklaren van chemische informatie of product- en materiaallabels aan bod. Ook reflecteren over duurzame chemie krijgt een plaats. 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, 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 die ideeën in menselijke activiteiten, technische systemen en (veranderings)processen beïnvloeden maatschappelijke denkbeelden en vice versa. Leerlingen verwerven inzicht door wisselwerkingen met de samenleving 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 heeft de vrijheid en de verantwoordelijkheid om die doelen strategisch in te zetten bij het werken rond de doelen 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.	Bij de mens de bevruchting en factoren die de ontwikkeling van embryo en foetus beïnvloeden toelichten.	Chemische informatie op product- en materiaallabels verklaren in functie van veiligheid, gezondheid en leefmilieu.	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.	Bij de mens illustreren hoe hormonale regeling en gezondheidsgedrag de vruchtbaarheid beïnvloeden.	Reflecteren over aangereikte toepassingen of	Fenomenen of toepassingen verklaren aan de hand van eigenschappen van golven.
Een oplossing voor een probleem ontwerpen door wetenschappen, technologie of wiskunde geïntegreerd aan te wenden.	Het overerven en de expressie van kenmerken bij organismen uitleggen.		



De wisselwerking illustreren tussen wetenschappen, technologie, wiskunde en de maatschappij.	De biologische evolutie verklaren. Natuurlijke selectie uitleggen.	processen in het kader van duurzame chemie.	Kernfusie en kernsplitsing beschrijven voor energievoorziening met bijbehorende veiligheidsaspecten.
2 graaduren (1-1)			

3.4 Leerlijnen

3.4.1 Samenhang met de eerste en de tweede graad

Biologie	Eerste graad	Tweede graad II-Nat-da; II-Nat'-da; II-NatS'-da	Derde graad III-Nat-da; III-NatS'-da
Structuur, functie en informatieverwerking KERNIDEE: levende wezens bestaan uit cellen met een gelijkaardige structuur	Organisatieniveaus Celstructuren	Biologische feedback	
		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
			Expressie Overerven

Chemie	Eerste graad	Tweede graad II-Nat-da; II-Nat'-da	Derde graad III-Nat-da
Structuur en eigenschappen van de materie KERNIDEE: materie bestaat uit deeltjes	Mengsels, zuivere stoffen, verbindingen en atomen	Eigenschappen mengsels en zuivere stoffen Atoommodel	Chemische informatie in verband met veiligheid, gezondheid, leefmilieu: oplosmiddelen, zuren, voeding, concentratie

Chemische reacties KERNIDEE: bij elk proces wordt energie omgezet van één vorm in een andere	Stofomzetting versus verandering van aggregatietoestand (Fysica)	Materie- en energie-uitwisseling bij chemische reacties	
			Duurzame chemie

Fysica	Eerste graad	Tweede graad II-Nat-da	Derde graad III-Nat-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 inhouden uit het leerplan Wiskunde. Ook met Aardrijkskunde zijn er elementen 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	Leerinhoud natuurwetenschappen
Ontstaan heelal	Biologische evolutie

3.5 Aandachtspunten

3.5.1 Oriëntatie van het leerplan

Wetenschappelijke vorming kan verschillende oriëntaties aannemen: naargelang de studierichting ligt de nadruk eerder 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 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 wenken inspiratie om ze aan bod te laten komen.

Die drie manieren om meer samenhang en betekenisgeving in het STEM-onderwijs te verkrijgen overschrijden de grenzen van dit leerplan want ze komen in meerdere vakken en over de graden en finaliteiten heen aan bod. Een lerarenteam kan de samenhang tussen S, T, E en M via de geschetste drie manieren nastreven en zo 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 inhouden 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 twee eerste 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 gerichter 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 vakinhouden en ontdekken ze overeenkomsten met andere inhouden. 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 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-Nat-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 toetsen 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: Mogelijke voorbeelden van onderzoeksoopdrachten die aansluiten bij leerplandoelen:

- oplosbaarheid van stoffen verbeteren;
- testen en rangschikken van stoffen (bv. voedingsstoffen, verzorgingsproducten, reinigingsmiddelen ...) in functie van hun zuurgraad;
- effect van stoffen op verschillende materialen zoals bv. kalksteen, magnesium, polystyreenschuim ... in functie van hun zuurgraad;
- testen van de aanverfbaarheid van textiel: synthetische of natuurlijke materialen;
- verwijderen van vlekken in functie van het gebruikte oplosmiddel;
- de invloed van de stroomsterkte op het magnetisch veld onderzoeken;
- een grafiek opstellen op basis van een kansenexperiment met M&M's (als model) voor radioactief verval.

Wenk: Ook bronnenonderzoek kan je aan bod laten komen bv. onderzoek naar geschikte anticonceptie, naar invloed van gezondheidsgedrag op geboortegewicht, naar oorzaken en frequentie van erfelijke aandoeningen, demografisch onderzoek naar mogelijke spreiding of evolutie van gewicht, lengte en schedelomtrek bij geboorte ...

Wenk: Je kan bij de keuze van onderzoeksoopdrachten 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-Nat-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:

- productetiketten interpreteren (bv. veiligheids- en duurzaamheidslabels);
- alert zijn voor energie die kan vrijkomen onder de vorm van warmte, geluid, straling, elektriciteit;
- 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 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; III-WisS-da LPD 2; III-WisS'-da LPD 2)

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

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.

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: 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: 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 4 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; III-WisS-da LPD 1; III-WisS'-da LPD 1)

2de graad: de wisselwerking tussen wetenschappen, technologie, wiskunde en de maatschappij (II-Nat-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 aanknopingspunt 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).

4.2 Biologie

4.2.1 Voortplanting

Minimumdoelen, specifieke minimumdoelen of doelen die leiden naar BK

LPD 1 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.

De begrippen eicel, zaadcel, zygote, embryo en foetus kan je in een logische samenhang koppelen aan de bevruchting zonder de nadruk te leggen op het proces van celdelingen.

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.

Die onderwerpen lenen zich goed voor het voeren van een literatuuronderzoek, zo kan je de link leggen naar de STEM-doelen. Je kan ook de actualiteit betrekken en zelfs de link leggen naar het STEM-doel over de wisselwerking tussen wetenschappen, technologie, wiskunde en de maatschappij.

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.

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. Je kan dat ook in verband brengen met het STEM-concept: oorzaak en gevolg.

LPD 2 B De leerlingen illustreren hoe hormonale regeling en gezondheidsgedrag de vruchtbaarheid bij de mens beïnvloeden.

2de graad: hormonale regeling van het voortplantingssysteem (II-Nat-da LPD 9; II-Nat'-da LPD 8)

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 behandelen: roken, alcohol, over- en ondergewicht, strak ondergoed dragen, langdurig zitten, geneesmiddelen, hormoonverstorende stoffen, pesticiden en 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 bediscussieren 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. Je kan gebruik maken van didactische koffers met voorbehoedsmiddelen. Je kan terecht bij Sensoa, CLB en 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 dit combineren met een beperkt overzicht van biologisch verloop en behandeling.

4.2.2 Genetica

Minimumdoelen, specifieke minimumdoelen of doelen die leiden naar BK

LPD 3 B De leerlingen leggen de structuur van genetische informatie en de wetmatigheden bij het overerven van kenmerken uit.

Wenk: Je kan de begrippen DNA, gen, chromosoom in een logische samenhang aanbrengen. Leerlingen hoeven niet gedetailleerd in te gaan op de biochemische structuur.

Wenk: Je kan duiden dat de meeste kenmerken niet door één gen maar door meerdere genen worden bepaald. De genen werken samen, bovendien oefent het milieu eveneens een invloed uit op de expressie van genen. Op die manier ontstaat het fenotype.

Wenk: Je kan inzicht in de wetmatigheden van de overervingsmechanismen aanbrengen aan de hand van de wetten van Mendel. Via eenvoudige stambomen en kruisingsschema's kan je de begrippen fenotype, genotype, dominant, recessief, co-dominant, homozygoot en heterozygoot aan bod laten komen.



- Wenk: Je kan je beperken tot monohybride kruisingen van kenmerken en voorbeelden behandelen zoals overerven van vergroeiing van het oorlelletje, mucoviscidose, Huntington, dwerggroei, blindheid, doofheid.
- Extra: Je kan de link leggen met de neonatale screening (hielprik) bij pasgeboren baby's die screent op ernstige aangeboren aandoeningen die kunnen worden behandeld.
- Extra: Aandacht voor andere genen en allelen:
- gen voor de resusfactor: het belang van de resusfactor bij bloedtransfusies en zwangerschap kan worden toegelicht;
 - multiple allelen bij de overerving van bloedgroepen, dit kan met behulp van stambomen worden onderzocht. Inzicht in het overerven van multiple allelen primeert boven de terminologie;
 - X-gebonden allelen: kleurenblindheid, hemofilie, Duchenne-spierdystrofie ... De stamboom van de koningshuizen in Europa is een aangewezen voorbeeld om de overerving van hemofilie te illustreren.
- 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.

LPD 4 B De leerlingen leggen uit dat genetische informatie tot expressie komt in kenmerken.

- Wenk: Je kan dit leerplandoel behandelen in samenhang met het leerplandoel rond de invloed van gezondheidsgedrag en leefmilieu op het ontwikkelen van embryo en foetus.
- Wenk: Je kan aangeven dat genen de boodschap dragen voor kenmerken. Omgevingsfactoren kunnen zowel fenotypische (niet-overerfbare) veranderingen als genotypische (overerfbare) veranderingen in het DNA doen ontstaan. Je kan aanknopen bij het verschil tussen genotype en fenotype.
- 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 voorbeelden geven van afwijkingen in het DNA die resulteren in aandoeningen (of eiwitdefecten): spierdystrofie, diabetes (al of niet insuline maken), albinisme (al of niet melanine aanmaken), dwerggroei, jicht ...
- Wenk: Je kan aandacht besteden aan het belang van ethiek bij het aanwenden van genetische kennis in de samenleving, dat kan in samenhang met het STEM-doel over interacties met de samenleving bv. de designerbaby.

4.2.3 Ontstaan en evolutie van soorten

Minimumdoelen, specifieke minimumdoelen of doelen die leiden naar BK

LPD 5 B De leerlingen verklaren met wetenschappelijk onderbouwde argumenten biologische evolutie.

Samenhang derde graad: ontstaan heelal (III-Aar-da LPD 5+; III-ToGe-da LPD 15+)

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. Het is niet nodig om een uitgebreide opsomming te geven.

Wenk: Argumenten tegen de evolutietheorie kan je bespreken waarbij een kritische houding wordt aangenomen 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.

LPD 6 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 *de Lamarck* en *Darwin* kan je vergelijkend bestuderen. 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 de link leggen met de hominisatie.

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

Wenk: Dit onderwerp leent zich tot het voeren van onderzoek: waarnemen op skeletten



van gewervelde dieren, op afbeeldingen van hersenen, harten, ademhalingsorganen van gewervelde dieren. Je kan op die basis argumenten afleiden die de biologische evolutie ondersteunen.

4.3 Chemie

4.3.1 Structuur en eigenschappen van de materie

Minimumdoelen, specifieke minimumdoelen of doelen die leiden naar BK

LPD 1 C De leerlingen illustreren chemische eigenschappen van producten en materialen.

★ Chemische eigenschappen en risico's van oplosmiddelen en zuren

Wenk: Je kan aansluiting vinden bij het profiel van de studierichting en aandacht besteden aan het gebruik van producten en materialen eigen aan de studierichting.

Wenk: Chemische eigenschappen: oplosbaarheid, zuurgraad, brandbaarheid, corrosiviteit ...

Chemische eigenschappen en risico's van volgende oplosmiddelen en zuren: aceton, ethanol, water, thinner, terpentine, wasbenzine, zoutzuur, azijnzuur, citroenzuur ...

Je kan benadrukken dat er meerdere oplosmiddelen bestaan: op waterbasis versus op organische basis (white spirit ...).

Wenk: De pH-schaal kan je in verband brengen met het zuur, basisch of neutraal karakter van een waterige oplossing. Je kan met een zuur-base indicator nagaan of stoffen zuur, basisch of neutraal zijn zoals bv. keukenazijn, ontstopper, leidingwater, wasproducten, zeep of wastabletten, verzorgingsproducten ...

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

LPD 2 C De leerlingen interpreteren op product- en materiaallabels chemische informatie op vlak van veiligheid, gezondheid en leefmilieu.

★ Voedingsbestanddelen

Wenk: Je kan aandacht besteden aan studierichtingsspecifieke materialen en stoffen waarbij namen, symbolen, grootheden en eenheden aan bod komen. Je kan de link leggen naar de gevarensymbolen en H/P-zinnen. Je kan dit koppelen aan een onderzoek van producten uit de leefwereld van de leerlingen, bijvoorbeeld in de huishoudkast, een doe-het-zelfzaak ...

Wenk: Dit leerplandoel kan je behandelen in samenhang met LPD 1 C (chemische eigenschappen van producten en materialen) en met het STEM-doel over veilig en duurzaam werken met materialen, stoffen, organismen en technische systemen.

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

- Wenk: Gezondheid: je kan dit behandelen vanuit gevaarssymbolen en richtlijnen op etiketten van stoffen (zoals oplosmiddelen, lijmen, verven, poetsmiddelen), aanwezigheid van allergenen, bewaringsadviezen, houdbaarheidsinformatie, Nutriscore ...
- Wenk: Leefmilieu: je kan aandacht hebben voor labels rond afvalverwerking. Op verpakkingen komen ook vaak labels voor die informatie geven over duurzaamheid.
- Wenk: Functies en eigenschappen van voedingsbestanddelen zoals eiwitten, vetten, suikers, vitaminen, mineralen, additieven (E-nummers) kan je aanbrengen vanuit de aandacht voor een evenwichtig voedingspatroon zonder klemtoon op chemische structuren.
- Wenk: Je kan de herkomst van stoffen behandelen: natuurlijk of synthetisch. Je kan aangeven dat dezelfde actieve stof dezelfde eigenschappen en effecten heeft onafhankelijk van de herkomst.

LPD 3 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).
- Wenk: Doseringen kunnen aan bod komen in voorbeelden en toepassingen eigen aan de studierichting: in dosering van vaste of vloeibare meststoffen, van medicatie, van herbiciden, pesticiden, insecticiden, van voedingssupplementen, van voedingsstoffen bij mens en dier (vb. ADH), 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 en die van anderen, voor veiligheid en voor het leefmilieu bv. ADI ...
Je kan het principe van extreme verdunning bij homeopathie kritisch beschouwen in relatie tot dosering van geneesmiddelen.
- Wenk: Je kan in concrete situaties concentratie van stoffen behandelen in grootheden zoals massaconcentratie (in g/L, kg/L ...), massapercentage (in % of g/100g), massafractie (in ppm, ppb ...), volumeconcentratie (in mL/L), volumepercentage (in % of in mL/100mL) ...

4.3.2 Duurzame chemie

Minimumdoelen, specifieke minimumdoelen of doelen die leiden naar BK

LPD 4 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) naar circulaire chemie (cradle to cradle) aangeven.

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). 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 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). 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 elektromagnetten fenomenen of toepassingen uit het dagelijks leven.

Samenhang derde graad: in het curriculum van een aantal studierichtingen komen de inhoud 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-Nat-da LPD 22); Wet van Ohm (II-Nat-da LPD 21)

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

Wenk: Je kan aangeven waar er permanente magneten en elektromagnetten worden gebruikt in het dagelijks leven: bordmagnetten, kastsluitingen, een kompas, in luidsprekers, systemen voor afvalscheiding, elektromagnetische deurbel of deurslot ...

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.

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

Samenhang derde graad: algemene sinusfunctie (III-WisS-da LPD 12; III-WisS'-da LPD 12)

2de graad: kwalitatieve energiebalans (II-Nat-da LPD 19)

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, zijn: 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 rechtlijnige 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 0dB 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.



- Wenk: 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.
- Wenk: 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. Denk aan het gebruik ervan in medische toepassingen (diagnose en therapie, steriel maken ...). 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-Nat-da LPD 19); gebruik atoommodel (II-Nat-da LPD 14)
- Wenk: Je kan kernfusie in de zon en kernsplijting in een kerncentrale kiezen als typevoorbeeld.
- 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 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; III-WisS-da LPD 9; III-WisS'-da LPD 10)

2de graad: kwalitatieve energiebalans (II-Nat-da LPD 19); gebruik atoommodel (II-Nat-da LPD 14)

Wenk: Je kan aangeven dat sommige atoomkernen stabiel zijn en andere stabielere 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 de samenleving.

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 of door middel van animaties of een kansensperiment (bv. met M&M's). 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 veiligheidsonderwijs voor leerlingen, de aankoop, opslag en het gebruik van chemicaliën, het milieuvriendelijk en veilig afvalbeheer, de inrichting van wetenschapslokalen en de organisatie van praktijklessen. Er werd rekening gehouden met de pedagogisch-didactische aspecten van de natuurwetenschappelijke vakken in het secundair onderwijs en met het onderwijsniveau, de studierichtingen, de leerdoelen en de vaardigheidsverschillen tussen leraren en leerlingen.

Risicoanalyses voor chemicaliën en voor infrastructuur

Om leerlingen veilig te laten omgaan met chemicaliën en daarbij de nodige preventiemaatregelen te voorzien, wordt er binnen de lessen natuurwetenschappen eerst de COS-brochure geraadpleegd en indien nodig een risicoanalyse uitgevoerd. Als hulpmiddel voor het opstellen van 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 ...
Illustreeren		Beschrijven (toelichten, uitleggen) aan de hand van voorbeelden
In dialoog gaan over	In interactie gaan over	
In interactie gaan over	In dialoog gaan over	
Interpreteren	Betekenis geven aan	
Inzetten	Gebruiken, hanteren, toepassen	
Kritisch omgaan met	Kritisch gebruiken	
Kwantificeren		Beredeneren door gebruik te maken van verbanden, formules, vergelijkingen ...
Onderzoeken	Onderzoek voeren	Verbanden zoeken tussen zelf verzamelde data en een (eigen) besluit trekken
Onderzoek voeren	Onderzoeken	Verbanden zoeken tussen zelf verzamelde data en een (eigen) besluit trekken



Reflecteren over		Kritisch nadenken over en argumenten afwegen zoals in een dialoog, een gedachtewisseling, een paper
Testen	Toetsen	
Toelichten	Beschrijven, uitleggen	
Toepassen	Gebruiken, hanteren, inzetten	
Toetsen	Testen	
Uitleggen	Beschrijven, toelichten	
Verklaren	Beargumenteren	Motiveren, uitleggen waarom

7 Concordantie

7.1 Concordantietabel

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

Leerplandoel	Minimumdoelen
1S	MD 06.25
2S	MD 06.24
3S	MD 06.26
4S	MD 06.27
1B	MD 06.14
2B	MD 06.15
3B	MD 06.16
4B	MD 06.16
5B	MD 06.17
6B	MD 06.18
1C	MD 06.19
2C	MD 06.19
3C	MD 06.19
4C	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 regelingen 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.

Inhoud

1	Inleiding.....	3
1.1	Het leerplanconcept: vijf uitgangspunten	3
1.2	De vormingscirkel – de opdracht van secundair onderwijs	3
1.3	Ruimte voor leraren(teams) en scholen	4
1.4	Differentiatie	4
1.5	Opbouw van leerplannen.....	6
2	Situering	6
2.1	Samenhang met de tweede graad	7
2.2	Samenhang in de derde graad	7
2.3	Plaats in de lessentabel.....	7
3	Pedagogisch didactische duiding	7
3.1	Natuurwetenschappen en het vormingsconcept	7
3.2	Krachtlijnen	9
3.3	Opbouw.....	9
3.4	Leerlijnen.....	10
3.4.1	Samenhang met de eerste en de tweede graad	10
3.4.2	Samenhang in de derde graad	11
3.5	Aandachtspunten	12
3.5.1	Oriëntatie van het leerplan.....	12
3.5.2	Samenhang in wetenschappen	12
3.5.3	Dissecties als werkvorm	14
3.6	Leerplanpagina.....	14
4	Leerplandoelen	14
4.1	STEM-doelen	14
4.2	Biologie.....	17
4.2.1	Voortplanting	17
4.2.2	Genetica	19
4.2.3	Ontstaan en evolutie van soorten.....	21
4.3	Chemie	22
4.3.1	Structuur en eigenschappen van de materie.....	22
4.3.2	Duurzame chemie	23
4.4	Fysica	24

5	Basisuitrusting	27
5.1	Infrastructuur	28
5.2	Materiaal, toestellen, machines en gereedschappen.....	28
6	Glossarium.....	29
7	Concordantie	30
7.1	Concordantietabel.....	30
7.2	Minimumdoelen basisvorming	31