

Natuurwetenschappen

1ste graad B-stroom

I-Nat-b

BRUSSEL

D/2024/13.758/012

Versie maart 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 wordt voorgesteld. 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 het basisonderwijs, 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. 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. 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.

'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.

2 Situering

2.1 Samenhang met het basisonderwijs

Het leerplan Natuurwetenschappen A-stroom sluit aan bij het leerplan '[Zin in leren! Zin in leven!](#)' van het katholiek basisonderwijs bij het ontwikkelveld '[oriëntatie op de wereld](#)', meer in het bijzonder bij de

ontwikkelthema's '[oriëntatie op natuur](#)' en '[oriëntatie op de ruimte](#)' en bij de ontwikkelthema's '[onderzoekend](#)' en '[ontwerpend](#)' leren van het ontwikkelveld '[ontwikkeling van initiatief en verantwoordelijkheid](#)'.

2.2 Samenhang in de eerste graad

2.2.1 Samenhang met leerplannen van de algemene vorming

Het leerplan Natuurwetenschappen B-stroom heeft methodische en inhoudelijke raakvlakken met de leerplannen Techniek, Wiskunde en Maatschappelijke vorming. De thematische opbouw van het leerplan Natuurwetenschappen van de B-stroom loopt in belangrijke mate parallel met dat van het leerplan Natuurwetenschappen van de A-stroom.

2.2.2 Samenhang met de basisopties

Het leerplan vertoont op methodisch en op inhoudelijk vlak verwantschap met de basisoptie STEM-technieken B-stroom.

2.3 Plaats in de lessentabel

Het leerplan is gebaseerd op minimumdoelen van de basisvorming en is gericht op drie graaduren.

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

Een vlot gebruik van informaticatechnologieën in wetenschappen kan een sterk hulpmiddel zijn. Berekeningen die, handmatig uitgevoerd, langdurig en lastig zijn, kunnen in een oogwenk worden



afgehandeld door gebruik van een gepast programma. Computers zijn hét hulpmiddel bij uitstek om grote hoeveelheden data te ordenen en te structureren, patronen te zoeken en te communiceren. Ook simulatiesoftware kan een krachtig hulpmiddel zijn bij conceptvorming en inzicht in abstracte begrippen. 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. Wetenschappen hebben dan ook 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

De onderstaande krachtlijnen vormen de ruggengraat voor het leerplan.

Wetenschappelijke kennis verwerven

Leerlingen leren verschijnselen, systemen en processen te begrijpen. De concepten houden verband met ecologie, energievormen, structuur en eigenschappen van materie, energie en materie in organismen, krachten en voortplanting.

Vaardigheden, denk- en werkwijzen ontwikkelen in wetenschappen

Leerlingen passen een wetenschappelijke methode toe. Daarnaast ontwerpen ze een oplossing voor een STEM-probleem. Daarbij gebruiken zij meetinstrumenten en hulpmiddelen. De leerlingen gebruiken grootheden en eenheden. Ook veilig en duurzaam werken met stoffen, organismen en technische systemen komt aan bod.

3.3 Opbouw

Het leerplan bestaat uit STEM-doelen en disciplinegebonden doelen.

Het lerarenteam combineert op een doelgerichte manier één of meerdere STEM-leerplandoelen met disciplinegebonden leerplandoelen. In de wenken bij de leerplandoelen vind je daartoe suggesties.

STEM-doelen zijn gerelateerd aan karakteristieke werkwijzen die terug te vinden zijn bij onderzoekers, ingenieurs, technici ... Het is de bedoeling om de STEM-doelen te koppelen aan meerdere inhouden en contexten zodat leerlingen vlotter tot transfer komen. De STEM-doelen bieden ruimte aan de leraar om verbanden tussen kennis en vaardigheden op verschillende manieren te benaderen.

De disciplinegebonden doelen behandelen kennis en inzicht in verschijnselen. Ze worden als volgt geordend:

- ecologie;
- energie;
- materie;
- energie en materie in organismen;
- krachten;
- voortplanting.

3.4 Leerlijnen

3.4.1 Samenhang met het basisonderwijs

Het leerplan sluit aan bij de ontwikkelvelden 'oriëntatie op de wereld' en 'ontwikkeling van initiatief en verantwoordelijkheid' in het leerplan '[Zin in leren! Zin in leven!](#)' (Zill) van het katholiek basisonderwijs, meer in het bijzonder bij de ontwikkelthema's '[oriëntatie op natuur](#)', '[oriëntatie op de ruimte](#)' en '[onderzoekend](#) en [ontwerpend](#) leren'.

In het leerplan Zill worden de eindtermen van het leergebied 'Wetenschappen en techniek' geconcretiseerd met daarin de exploratie van een domein Natuur. Dat focust op algemene wetenschappelijke vaardigheden, levende en niet-levende natuur, gezondheid en milieu.

Het leergebied 'Wetenschappen en techniek' staat niet los van andere leergebieden in het basisonderwijs. Multiperspectiviteit is dan ook een belangrijk principe waarbij perspectieven uit meerdere leergebieden op elkaar worden betrokken, bijvoorbeeld via thematisch en projectmatig onderwijs.

Leerlingen in de B-stroom hebben de leerplandoelen van het leerplan Zin in leren! Zin in leven! niet of in onvoldoende mate bereikt en beschikken niet over een getuigschrift basisonderwijs. De specifieke voorkennis van de leerlingen kan bijgevolg erg verschillen.

3.4.2 Samenhang in de eerste graad

Het leerplan Natuurwetenschappen B-stroom heeft methodische en inhoudelijke raakvlakken met de leerplannen Techniek, Wiskunde en Maatschappelijke vorming.

Methodische relaties

Natuurwetenschappen	Techniek	Wiskunde	MAVO
Een wetenschappelijke methode toepassen	Een wetenschappelijke methode toepassen		



Een oplossing ontwerpen	Een oplossing ontwerpen	Problemen oplossen	
Meetinstrumenten en hulpmiddelen	Meetinstrumenten en hulpmiddelen	Meetinstrumenten en hulpmiddelen	Hulpbronnen en GIS-viewers inzetten
Grootheden en eenheden	Grootheden en eenheden	Grootheden en eenheden	
Veilig en duurzaam werken	Veilig en duurzaam werken		

Inhoudelijke relaties

Natuurwetenschappen	Maatschappelijke vorming
Biotische en abiotische factoren in een biotoop	Eenvoudige ruimtelijke relaties tussen landschapsvormende lagen

Natuurwetenschappen	Techniek
Eigenschappen van stoffen: aggregatietoestanden en faseovergangen Uitzetten en inkrimpen Chemisch en fysisch verschijnsel Mengsels	Eigenschappen van materialen en grondstoffen
Relaties tussen organismen Biodiversiteit Kenmerken van organismen	Biotechnisch systeem
Energieomzettingen	Energiesysteem
Krachten en hun uitwerking	Transportsysteem of constructiesysteem Eigenschappen van materialen en grondstoffen

3.5 Natuurwetenschappen in een observerende en oriënterende eerste graad

Dit leerplan biedt via de werken mogelijkheden om inzicht te krijgen in interesses en aanleg van leerlingen met het oog op de keuze van een studierichting in de tweede graad.

De leerplandoelen uit de wetenschappelijke vorming van de eerste graad bevatten aanwijzingen die kunnen helpen bij de oriëntering van de leerling naar een finaliteit:

- de mate waarin de leerling in staat is om binnen een gegeven tijdspad een zekere hoeveelheid aangebrachte wetenschappelijke concepten te verwerken;
- de mate waarin de leerling wetenschappelijke inzichten beheerst en erin slaagt om deze met elkaar te combineren en te interpreteren;
- de mate waarin een leerling complexere natuurlijke en technische systemen kan analyseren.

Ook de STEM-doelen in de eerste graad kunnen helpen bij de oriëntering van de leerling naar een finaliteit:

- de mate waarin de leerling bij het onderzoeken en ontwerpen gericht is op de praktische, instrumentele vaardigheden;
- de mate waarin de leerling bij het onderzoeken en ontwerpen in staat is om op een methodische manier:
 - vragen te stellen en problemen te definiëren (van eenvoudig tot complexer);
 - modellen te hanteren (van concreet tot meer abstract);

- data te verwerken (van eenduidige interpretatie naar analyse);
- verklaringen of oplossingen te ontdekken (voor eenvoudige tot complexere problemen of vragen);
- resultaten en gevolgde werkwijze te beargumenteren (van sterk geleid tot meer zelfstandig);
- de mate waarin de leerling bij het onderzoeken en ontwerpen in staat is om vanuit eerder abstracte instructie (modellen, schema's, grafieken, tabellen) autonoom te handelen.

3.6 Aandachtspunten

3.6.1 Samenhang tussen wetenschappen

Betekenisvol STEM-onderwijs doorbreekt de grenzen van traditionele disciplines en leert verbanden leggen tussen concepten, fenomenen en toepassingen. Die samenhang komt op 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. Zo kan je inhouden op verschillende manieren benaderen: door cursorisch (sterk vakgerichte opbouw van de leerstof), door thematisch of door projectmatig werken (context of overkoepelende opdracht brengt concepten samen).
- de STEM-doelen (vaardigheden) in het leerplan doelgericht combineren met disciplinegebonden doelen. Aan de hand van de STEM-doelen kunnen leerlingen de rol van een aantal vakdiscipline-overschrijdende werkwijzen ervaren.

Die 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 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 zijn te vinden bij onderzoekers, ingenieurs, ontwerpers, technici ... 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 en biedt kansen om:

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



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

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.

3.6.2 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.

3.7 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

Disclaimer: de leerplandoelen die gelden voor de eerste graad zijn onder voorbehoud van de goedkeuring van de nieuwe minimumdoelen basisvorming eerste graad door het Vlaams Parlement.

4.1 STEM-doelen

Minimumdoelen

LPD 1 De leerlingen passen een wetenschappelijke methode toe om vragen te beantwoorden.

Samenhang eerste graad: een wetenschappelijke methode toepassen (I-Tec-b LPD 2)

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

- vanuit aangereikte criteria een onderzoeksvraag formuleren;
- een beredeneerde hypothese formuleren aan de hand van aangereikte criteria;
- een onderzoeksplan uitvoeren;
- data waarnemen en verzamelen;
- data interpreteren en conclusies trekken;
- een hypothese aftoetsen en een antwoord formuleren op een onderzoeksvraag;
- reflecteren over de methode en de resultaten aan de hand van richtvragen.

Wenk: 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 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 te uit te voeren in onderzoeksactiviteiten. Het gaat over eerder eenvoudige onderzoekjes die kunnen worden beperkt in complexiteit of sterk worden begeleid. Het is niet nodig om alle vaardigheden in te oefenen bij elk onderzoek. Leerlingen kunnen ze apart inoefenen, bijvoorbeeld ook via een onderwijsleergesprek, vooraleer ze die in een meer omvattend onderzoek aanwenden. Onderzoeksvaardigheden kunnen ook aan bod komen bij demo-experimenten of simulaties.

Wenk: Het is belangrijk om in te spelen op de verwondering. Van daaruit ontstaat de behoefte om te onderzoeken. Goede observaties geven vaak spontaan aanleiding tot interessante onderzoeksvragen. Ook de actualiteit kan vragen aanreiken. Het gaat om contexten binnen wetenschappen en techniek.

Wenk: Bij het formuleren van een antwoord kunnen leerlingen richtlijnen gebruiken. Je kan leerlingen taalsteun geven bijv. aan de hand van spreek- en of schrijfkaders. Een eerste formulering hoeft niet onmiddellijk correct te zijn en kan worden bijgestuurd tijdens en na het onderzoek. Dat is eigen aan onderzoek.

Wenk: Bij het formuleren van een eenvoudige onderzoeksvraag kunnen leerlingen aangereikte criteria gebruiken: onderzoekbaar, ondubbelzinnig, afgebakend, relevant, beknopt en vraagvorm. Bij het formuleren van een hypothese kunnen criteria worden gebruikt: toetsbaar, ondubbelzinnig, afgebakend, relevant, beknopt. Bij het formuleren van een antwoord kunnen leerlingen richtlijnen gebruiken. Je kan leerlingen taalsteun geven aan de hand van spreek- en of schrijfkaders. Een eerste formulering hoeft niet onmiddellijk correct te zijn en kan worden bijgestuurd tijdens en na het onderzoek. Dat is eigen aan onderzoek.

Wenk: Een hypothese (als ... dan ...) of een verwachting formuleren is een voorspellend antwoord geven op een onderzoeksvraag vanuit informatie of eigen ervaring/kennis over een verschijnsel, systeem of materiaal. Indien mogelijk



formuleren de leerlingen argumenten. Zo kunnen eventuele misconcepten naar boven komen. Bijsturen zal noodzakelijk zijn. Een hypothese mag ook verkeerd zijn. Soms is het niet mogelijk om bij een onderzoeksvraag een hypothese te formuleren.

Wenk: Je kan op verschillende manieren data verzamelen: via metingen, waarnemingen en experimenten uitvoeren in labo of op het terrein.

LPD 2 De leerlingen gebruiken met de nodige nauwkeurigheid meetinstrumenten en hulpmiddelen.

Samenhang eerste graad: meetinstrumenten en hulpmiddelen gebruiken (I-Mavo-b LPD 10; I-Tec-b LPD 4; I-Wis-b LPD 2)

Wenk: Voorbeelden van meetinstrumenten en hulpmiddelen: chronometer, determineertabel, lichtmicroscop, loep, meetlat, proefbuis, thermometer, balans, handgereedschap.
Heel wat meetinstrumenten en hulpmiddelen zijn ook als app beschikbaar.

Wenk: Ook in het leerplan Wiskunde en in het leerplan Techniek is er aandacht voor het gebruik van meetinstrumenten en hulpmiddelen.

LPD 3 De leerlingen gebruiken gepaste grootheden en eenheden in een correcte weergave.

Samenhang eerste graad: grootheden en eenheden (I-Tec-b LPD 5; I-Wis-b LPD 3)

Wenk: Je kan aandacht besteden aan het schatten van grootheden aan de hand referentiewaarden en aan het herleiden van courante eenheden. Niet-courante voorvoegsels als deca, deci- en hecto- en niet-courante eenheden zijn geen doel op zich maar kunnen worden gebruikt in specifieke contexten (ha, dL, hPa ...).

Wenk: Je kan bewust leren omgaan met nauwkeurigheid van meetresultaten in functie van de gekozen meetinstrumenten en de context.

Wenk: Je kan afspraken maken over symboolgebruik over de vakken heen zodat eventuele verschillen kunnen worden geduid.

Wenk: In Wiskunde en Techniek komen ook grootheden en eenheden aan bod: lengte, oppervlakte, massa, inhoud/volume en tijd. Aandacht voor grootteorde en maatbesef van de grootheden spanning en energie komen aan bod in het vak Techniek. Je kan bij de grootheid massa aandacht besteden aan de taal van de burger versus de taal van de wetenschapper: massa versus gewicht.

Wenk: Het verband tussen verandering in een courante eenheid en verandering in een maatgetal bij herleidingen komt uitdrukkelijk aan bod in Wiskunde.

LPD 4 De leerlingen werken op een veilige en duurzame manier met organismen, stoffen en technische systemen.

Samenhang eerste graad: veilig en duurzaam werken (I-Tec-b LPD 1)

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

Wenk: Voorbeelden van duurzaam omgaan met systemen: onderhoud van glaswerk en

balans door reiniging, hulpmiddelen correct gebruiken.

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;
- productetiketten interpreteren (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. Je kan afspraken maken binnen de school over de betrokken vakgroepen heen (bv. initiatieven zoals themadagen rond duurzaam omgaan met energie).

Wenk: De COS-brochure laat toe om op een verantwoorde en veilige manier om te gaan met chemische stoffen op school.

LPD 5 De leerlingen ontwerpen een oplossing voor een probleem door wetenschappen, technologie of wiskunde geïntegreerd aan te wenden.

Samenhang eerste graad: een oplossing ontwerpen (I-Tec-b LPD 3) en problemen oplossen (I-Wis-b LPD 1)

Wenk: Je kan vertrekken van eenvoudige problemen. 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. Je kan samenwerken met de leraar Wiskunde en de leraar Techniek bij het STEM-geïntegreerd probleemoplossen. Je kan algoritmen (stappenplannen), heuristieken (zoekstrategieën) en vuistregels laten inzetten om tot oplossingen te komen.

Wenk: Dit leerplandoel kan je hanteren als introductie of als afsluiter van een lessenreeks. Je kan het ook via een project realiseren en combineren met andere STEM-doelen: om gefundeerde beslissingen te nemen bij het probleemoplossen kunnen leerlingen een wetenschappelijke methode toepassen (LPD1). 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 dat proces ondersteunen, maar vervangen het creatief denken niet. Het kan gaan om een kleinschalig probleem dat betekenisvol is voor de leerlingen. Een probleemoplossend proces verloopt systematisch, maar mag niet worden voorgesteld als een vast ritueel of recept.

Wenk: Goed gekozen problemen kunnen spontaan aanleiding geven tot integratie van



meerdere domeinen. Het gaat om kennis en vaardigheden uit verschillende STEM-disciplines die de leerlingen in een nieuwe situatie/probleemstelling inzetten: bv. het lezen van een grafiek, tabel, het werken met schaal, berekeningen maken. Ook voorkennis wordt geïntegreerd.

Voorbeelden van problemen die je kan aanpakken 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, door documentatie te verzamelen, met behulp van tekeningen, schema's of een eenvoudige berekening, door 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 ...).

Wenk: Dit leerplandoel heeft linken met verschillende domeinen. Je kan via voorbeelden vanuit de domeinen Maatschappij & welzijn, Economie & organisatie, Kunst en creatie, Land- en tuinbouw, Voeding en horeca meer inzicht krijgen in de interesses van de leerling met het oog op de keuze voor een domein in de tweede graad.

LPD K1 De leerlingen illustreren de wisselwerking tussen wetenschappen, technologie, wiskunde en de maatschappij.

Samenhang eerste graad: I-Nat-d LPD 6

Wenk: Aan de hand van concrete voorbeelden wordt aangetoond dat wetenschappen, technologie en wiskunde een belangrijke rol spelen bij het zoeken naar een antwoord op maatschappelijke behoeften, problemen of vragen (energie, afval, biodiversiteit, duurzaamheid, gezondheid ...).

Wenk: Je kan starten vanuit de actualiteit, een historische of een ruimtelijke ontwikkeling (zoals opkomst en verdwijnen van lokale industrie). Ook een bezoek aan een bedrijf, onderzoeksinstelling of vereniging kan de wisselwerking tussen wetenschappen, technologie, wiskunde en de maatschappij verduidelijken.

Wenk: Je kan dit keuzedoel linken met verschillende domeinen. Je kan via voorbeelden uit de domeinen Maatschappij & welzijn, Economie & organisatie, Kunst en creatie, Land- en tuinbouw, Voeding en horeca, STEM meer inzicht krijgen in de interesses van de leerling met het oog op de keuze voor een domein in de tweede graad.

Wenk: Met dit keuzedoel realiseren de leerlingen gedeeltelijk LPD 6 van I-Nat-a.

4.2 Ecologie

Minimumdoelen

LPD 6 De leerlingen illustreren voor een biotoop de onderlinge relaties tussen verschillende organismen en de rol van biotische en abiotische factoren.

Samenhang eerste graad: biotechnische systemen (I-Tec-b LPD 9); eenvoudige ruimtelijke relaties tussen landschapsvormende lagen (I-Mavo-b LPD 8)

Wenk: Abiotische factoren zijn invloeden afkomstig van de niet-levende natuur, bv. vocht (neerslag), temperatuur, licht, wind, zuurgehalte, nutriënten, zoutgehalte, bodemtype ... en ook zuurstofgehalte, stroming (voor waterorganismen). Biotische factoren hebben een biologische oorsprong, bv. (dode) dieren, planten(resten), uitwerpselen en urine van organismen, schimmels, bacteriën ...

Wenk: De wet van eten en gegeten worden wordt afgeleid uit gegeven voorstellingen van voedselrelaties, bv. voedselketens, voedselweb, voedselpiramide, voedselkringloop.

Wenk: Je kan aandacht hebben voor menselijke en natuurlijke oorzaken van instandhouding of verstoring van een biotoop. Mogelijke oplossingen kunnen worden geformuleerd in samenhang met het STEM-doel over problemen oplossen.

Wenk: Je focust op de verscheidenheid van organismen.

Wenk: Je kan een link leggen naar biotechniek en elementaire aandachtspunten bij de compostering van organisch huis-, tuin- en keukenafval aangeven.

Wenk: Mogelijke practica en onderzoekopdrachten in samenhang met STEM-doelen: opzetten van een wormencompostbak, bv. didactisch pakket vanuit VLACO.

LPD 7 De leerlingen illustreren biodiversiteit in een biotoop.

Samenhang eerste graad: biotechnische systemen (I-Tec-b LPD 9)

Wenk: Biodiversiteit is de verscheidenheid aan leven – van een slootwaterdruppel tot een compleet bos, een oceaan of zelfs de aarde als geheel. Biodiversiteit omvat alle soorten planten, dieren en micro-organismen, maar ook de enorme genetische variatie binnen die soorten en de variatie aan ecosystemen waarvan ze deel uitmaken, van weiland tot wetland, van rivier tot estuarium, van moeras tot woestijn en van bos tot woonwijk. Het begrip omvat het totaalpakket aan levende organismen en systemen – en de interacties daartussen.

Wenk: Je kan in functie van taalgericht vakonderwijs met de leerlingen een (individuele) geïllustreerde begrippenlijst opbouwen.

Wenk: Leven op aarde is niet mogelijk zonder biodiversiteit. Het samenspel van duizenden soorten planten, dieren en ecosystemen vormt de basis voor een gezonde leefomgeving, duurzame voedselproductie en voor het opvangen van klimaatverandering.

Wenk: Je kan het belang van ecologisch evenwicht aangeven.
Je kan ecologische aspecten aanraken (dagen zonder vlees, watervoetafdruk, ecologische voetafdruk ...).

Wenk: Biodiversiteit staat wereldwijd enorm onder druk door onder andere versnippering en afname van leefgebied van plant- en diersoorten, klimaatverandering, industrialisering, verstedelijking en gebruik van gewasbeschermingsmiddelen. Je kan de invloed van de mens op de biodiversiteit benadrukken en de gevolgen van verlies van biodiversiteit in het kader van duurzaamheid illustreren, bv. ontbossing, overbevissing, monoculturen,



klimaatverandering, vervuiling, invasieve uitheemse soorten, verdroging, overbemesting.

Wenk: Biodiversiteit heeft een dempende werking op invloeden die een gebied of onze voedselvoorziening onder druk zetten. Menselijke ingrepen kunnen dit positief beïnvloeden.

Wenk: Je kan een link leggen naar biotechniek: biodiversiteit verhogen in de tuin door streekeigen aanplanting en aangepaste ingrepen.

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

- onderzoeken van het effect van maatregelen (bv. plantenbakken, tegelwippen, insectenhotel, vogelvoederplaatsen, nestkastjes ...) die de biodiversiteit (bv. vogels, insecten, vlinders ...) verhogen op of in de omgeving van het schooldomein. Je kan dat realiseren in een vakoverschrijdend STEM-project bv. met Techniek;
- deelnemen aan projecten in het kader van burgerwetenschap (Citizen Science), bv. vogeltelweekend, bodemdierendagen (Nederland), vlinders tellen ...

LPD 8 De leerlingen leggen het verband tussen kenmerken van een organisme, zijn omgeving en zijn overleven.

Samenhang eerste graad: biotechnische systemen (I-Tec-b LPD 9)

Wenk: Het natuurwetenschappelijk kader van de evolutieleer vormt de basis van waaruit je vertrekt.

Voorbeelden van kenmerken van planten of dieren: kleur, kieuwen, stekels.

Voorbeelden van kenmerken van een omgeving: klimaat, vegetatie, aanwezigheid van andere organismen.

Wenk: Organismen met bepaalde eigenschappen hebben soms betere overlevingskansen, bv. stand van de ogen, camouflage, eigenschappen om in groep te kunnen samenleven (overleven). Het is belangrijk te duiden dat organismen zichzelf niet morfologisch aanpassen. Natuurlijke selectie en biologische evolutie komen in de derde graad aan bod.

Wenk: Via menselijke ingrepen kunnen organismen gewenste eigenschappen verkrijgen, bv. kruising bij honden- en paardenrassen, plantenveredeling ... Je kan reflecteren over gezondheidsaspecten en over ethische aspecten van veredeling en inteelt. Je kan bij plantenveredeling een link leggen naar biotechniek.

4.3 Materie

Minimumdoelen

LPD 9 De leerlingen verklaren aggregatietoestanden en faseovergangen van stoffen aan de hand van het deeltjesmodel.

Samenhang eerste graad: eigenschappen van materialen en grondstoffen (I-Tec-b LPD 6)

Wenk: Aggregatietoestanden: vast, vloeibaar en gasvormig.

Faseovergangen die aan bod kunnen komen: smelten, stollen, condenseren, verdampen, sublimeren en desublimeren.

Wenk: De leerlingen kunnen aggregatietoestanden en faseovergangen waarnemen in dagelijkse verschijnselen.

- Door technische systemen kan de gewenste luchtvochtigheid worden bekomen: door water te verdampen kan men de omgevingslucht bevochtigen of door waterdamp uit de lucht te condenseren kan men lucht ontvochtigen. Je kan de gecondenseerde waterdamp op een (badkamer)spiegel of (auto)ruit verdampen door die te verwarmen.
- Je kan de link leggen met verdamping van oppervlaktewater en condensatie in de atmosfeer (neerslag) in de waterkringloop op aarde.
- Je kan aangeven dat het lichaam afkoelt bij het verdampen van transpiratievocht.

Wenk: Je kan aangeven dat door toevoer of afvoer van energie de fase van een stof kan veranderen.

Wenk: Je kan het deeltjesmodel in 5 stappen aanbrengen: (1) materie bestaat uit zeer kleine deeltjes die kunnen worden voorgesteld als bolletjes, vierkantjes, driehoekjes; (2) tussen de deeltjes is er ruimte; (3) de deeltjes bewegen; (4) de deeltjes bewegen sneller bij hogere temperatuur; (5) de deeltjes oefenen krachten op elkaar uit.

Wenk: Deeltjes van vaste stoffen ordenen zich volgens een patroon. Door de verandering in onderlinge afstand tussen de deeltjes zijn krachten tussen de deeltjes in een vaste stof sterk, bij een vloeistof kleiner en bij een gas zeer klein.

Wenk: Je kan de link leggen met het STEM-doel over het toepassen van een wetenschappelijke methode via experimenten: smelten en stollen van een stof (bv. water, kaarsvet ...), de massa van een vluchtige vaste stof (bv. geurblokjes) opvolgen, waterdamp laten desublimeren op een bevroren voorwerp, ijsvorming op spinnenweb ...

LPD 10 De leerlingen verklaren de uitzetting en inkrimping van stoffen bij een temperatuursverandering aan de hand van het deeltjesmodel.

Samenhang eerste graad: eigenschappen van materialen (I-Tec-b LPD 6)

Wenk: De leerlingen kunnen uitzetting en inkrimping waarnemen in verschijnselen of experimenten. De leerlingen kunnen uitzetting en inkrimping waarnemen in verschijnselen of experimenten. Je kan de link leggen met STEM en gevolgen van uitzetting en krimp op het ontwerp van technische systemen bespreken: uitzettingsvoegen in constructies (bv. bruggen wegen, vloeren), rollende ondersteuning van constructies, glijdende montage van leidingen, temperatuurmeting ...

Wenk: Er is een verschil tussen volume en massa. Deeltjes gaan verder uit elkaar of komen dichter bij elkaar, maar worden zelf niet groter of kleiner.

Wenk: Omwille van het grote belang van water op onze planeet is het zinvol om het afwijkend gedrag van water te bespreken en in verband brengen met verschijnselen en toepassingen. De ruimtelijke vorm van een waterkristal (zeshoeken) kan de lagere massadichtheid van ijs verklaren. Je kan aandacht



besteden aan 'oorzaak en gevolg': stukvriezen van een waterdrinkfles, waterleidingen, stukvriezen van bouwelementen (bv. metselwerk).

Wenk: Onder invloed van een toenemende temperatuur gaan de deeltjes sneller trillen (vaste stof), glijden of rollen (vloeistof) of bewegen ze 'vrij' door de ruimte (bij een gas). Daardoor nemen ze meer ruimte in. Dat verklaart het uitzetten van stoffen bij stijgende temperatuur.

Wenk: Temperatuur is een maat voor de thermische energie van een voorwerp.

Wenk: Je kan de link leggen met het STEM-doel over onderzoek en eenvoudige experimenten zoals de werking van een analoge thermometer, ballon op fles in warm en koud water, bol van 's Gravesande ...

LPD 11 De leerlingen leggen het verschil uit tussen een chemische omzetting en een fysisch verschijnsel aan de hand van het deeltjesmodel in betekenisvolle contexten.

Samenhang eerste graad: eigenschappen van materialen (I-Tec-b LPD 6)

Wenk: Aan de hand van het deeltjesmodel kan het verschil tussen een fysisch en een chemisch verschijnsel worden toegelicht. In fysische verschijnselen verandert het deeltje zelf niet en betreft het de interactie tussen de deeltjes. Bij de voorstelling van een chemisch verschijnsel krijgen de gevormde deeltjes een nieuwe vorm of kleur.

Wenk: Voorbeelden van chemische omzettingen: verbranding, stofomzetting bij spijsvertering, fotosynthese, roesten, rotten, composteren ...

Wenk: Toepassingen in de chemie zoals tweecomponentenlijm.

Wenk: Mogelijke practica en onderzoeksonderwerpen in samenhang met STEM-doelen: via een experiment aantonen dat de aard van de stof al dan niet kan veranderen bv. het aansteken van een lucifer versus smelten en stollen van water.

LPD 12 De leerlingen leggen het verschil uit tussen mengsels en zuivere stoffen aan de hand van het deeltjesmodel in betekenisvolle contexten.

Samenhang eerste graad: eigenschappen van materialen (I-Tec-b LPD 6)

Wenk: Een mengsel is een combinatie van twee of meer zuivere stoffen. Aan de hand van het deeltjesmodel kunnen soorten mengsels worden voorgesteld. Je kan de mengsels bestuderen en variëren in samenstelling:

- aanwezigheid van meer of minder van een zuivere stof in het mengsel. Betekenisvolle context, bv. keukenazijn met verschillende concentratie, goud met verschillend karaatgehalte, gradatie in alcoholpercentage in bieren, wijnen, sterke drank;
- verdeling van de zuivere stoffen, bv. olie op water of azijn, neveldruppels, bestuderen van het oplossen van suiker in water, opgeklopte slagroom of eiwit;
- gasmengsels, bv. lucht, CO in lucht, deodorant of parfum die zich verspreiden in de lucht.

Wenk: Een zuivere stof blijft een zuivere stof gekenmerkt door een bepaalde verbinding die eigen is aan die zuivere stof. De zuivere stof verdwijnt niet in een mengsel en

kan eruit worden gehaald via fysische of chemische technieken. Vertrek vanuit leerlingendenkbeelden of misconcepten, dat wekt verwondering en creëert betrokkenheid: suiker of zout verdwijnen niet bij oplossen in water. Scheidingstechnieken komen in de tweede graad aan bod.

Wenk: Je kan bij het begrip 'zuivere stof' aandacht besteden aan de taal van de burger versus de taal van de wetenschapper. In het dagelijks taalgebruik wordt het begrip 'zuiver' in een andere betekenis gebruikt: zuivere lucht, zuiver water ...

Wenk: Je kan afbeeldingen en animaties aan bod laten komen waarbij leerlingen zelf aan de hand van het deeltjesmodel grafische voorstellingen van mengsels maken.

Wenk: Je kan eigenschappen van zuivere stoffen vergelijken met die van mengsels. Je kan ook de invloed van de samenstelling van mengsels op de stofeigenschap bestuderen. Voorbeelden: verdampen (koken) of stollen (koelen) van gedestilleerd water versus kraantjeswater (met zout erin), dichtheid van volle en magere melk als mengsels vergelijken. Eigenschappen van stoffen kan je linken met Techniek (materialen en grondstoffen).

Wenk: De meeste stoffen komen voor als mengsels en niet als zuivere stoffen, er zijn inspanningen nodig om zuivere stoffen te bekomen. Het onderscheid is niet steeds optisch merkbaar: mengsels en zuivere stoffen zien er hetzelfde uit, maar kunnen toch verschillende eigenschappen hebben, bv. suikerwater en gedestilleerd water, gedenatureerde alcohol en zuivere alcohol. Hoewel een zuivere stof karakteristieke stofeigenschappen heeft die kenmerkend zijn voor die stof, kunnen er ook gelijkenissen zijn met een andere zuivere stof; gedestilleerd water en alcohol zien er op het eerste gezicht hetzelfde uit maar kan je onderscheiden door verschil in geur of kookpunt.

Wenk: Mogelijke practica en onderzoeksonderwerpen in samenhang met STEM-doelen: scheiden van een mengsel om het verschil tussen zuivere stof en mengsel te illustreren, bv. verdampen van gedestilleerd water versus kraantjeswater.

LPD K2 De leerlingen bepalen massadichtheid als verhouding van massa en volume.

Samenhang eerste graad: I-Nat-a LPD 15

Wenk: Je kan de massadichtheid bepalen door berekening aan de hand van een gegeven formule en op basis van gegevens over massa en volume. Recht evenredige verbanden en het tekenen van grafieken komen in de wiskundige vorming van de tweede graad A-finaliteit aan bod.

Wenk: Je kan de link leggen met het concept materie. Aan de hand van een practicum kan je experimenteel een stof identificeren door de massadichtheid ervan te bepalen en de resultaten te vergelijken met gegevens op een tabel met stofeigenschappen.

Wenk: Je kan aandacht besteden aan maatbesef en de dichtheid van water als referentie hanteren om de grootteorde van andere stoffen te vergelijken.

Wenk: Je kan bij de begrippen massa en gewicht aandacht besteden aan de taal van de burger versus de taal van de wetenschapper.

Wenk: Met dit keuzedoel realiseren de leerlingen gedeeltelijk LPD 15 van I-Nat-a.



LPD K3 De leerlingen leggen in functie van chemische omzetting uit dat verbindingen uit atomen zijn opgebouwd.

Samenhang eerste graad: I-Nat-a LPD 13

- Wenk: Het deeltjesmodel wordt verfijnd tot een nieuw model waarbij een deeltje een verbinding is opgebouwd uit een of meerdere atoomsoorten. Stoffen zijn opgebouwd uit een of meerdere atoomsoorten die op verschillende manieren met elkaar combineren (verbindingen).
- Wenk: Je kan de relatieve grootte van deeltjes ten opzichte van andere objecten duiden op een schaal van machten van 10: atoom-verbinding-cel-speldekop-mens-aarde-zonnestelsel-heelal (*Power of Ten* kortfilm). Atomen zijn enorm klein en niet met het blote oog waar te nemen, wel met een elektronenmicroscop.
- Wenk: Er bestaan veel soorten verbindingen: een groot aantal komt voor in de levende en niet-levende natuur maar er worden er ook gemaakt door de mens bv. kunststoffen. Verbindingen kunnen variëren in aantal atomen en in atoomsoorten. Je kan de parallel leggen met het aantal woorden dat kan worden gevormd met de letters van het alfabet.
- Wenk: Bij een chemische omzetting (chemische reactie) komen atomen in een verbinding los van elkaar en vormen onderling weer nieuwe verbindingen. Het is belangrijk erop te wijzen dat atomen blijven bestaan maar bij chemische omzetting telkens nieuwe verbindingen vormen.
- Wenk: Je kan verbindingen in betekenisvolle contexten aan bod laten komen, bv. koolstofdioxide CO_2 , water H_2O , zuurstofgas O_2 , glucose $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ (fotosynthese, stofomzetting en -uitwisseling bij mens en dier), koolstofmonoxide CO (veiligheid).
- Wenk: Met dit keuzedoel realiseren de leerlingen LPD 13 van I-Nat-a.

4.4 Energie

Minimumdoelen

LPD 13 Leerlingen beschrijven energieomzettingen aan de hand van voorbeelden uit het dagelijkse leven.

Samenhang eerste graad: energiesystemen (I-Tec-b LPD 7)

- Wenk: Voorbeelden van energievormen die aan bod kunnen komen: bewegingsenergie, elektrische energie, stralingsenergie, thermische energie, potentiële energie.
- Wenk: Energie komt voor in verschillende vormen en kan in een systeem worden omgezet.
- Bewegingsenergie is gekoppeld aan de snelheid en de massa van een voorwerp.
 - Thermische energie is gekoppeld aan de temperatuur van een voorwerp.
 - Elektrische energie is gekoppeld aan elektrische spanning en een elektrische stroom die gedurende een bepaalde tijd vloeit.

- Potentiële zwaarte-energie is gekoppeld aan de massa en aan de hoogte van een voorwerp tegenover een afgesproken punt (bv. het aardoppervlak).
- Potentiële elastische energie kan je verbinden aan elastische vervorming van bv. een veer, een elastiekje.
- Chemische energie is gekoppeld aan de chemische samenstelling van een voorwerp; je kan de link leggen met voeding, fossiele brandstoffen, batterijen ...
- Stralingsenergie is gekoppeld aan elektromagnetische golven zoals licht, infrarood, ultraviolet; je kan de link leggen met fotosynthese.

Wenk: Je kan voor- en nadelen van energie-omzetting en -opslag aan bod laten komen. Omgaan met energie gaat vaak samen met aandacht voor veiligheid.

Wenk: Als energie op een bepaalde plaats toekomt, is er energie op een andere plaats weg gevloeid. Je kan bij voorbeelden van energieomzettingen en energietransport het behoud van energie visueel benadrukken. Je kan een blokschema als visuele voorstelling gebruiken om aan te geven welke soorten energie worden ingevoerd, uitgevoerd en opgeslagen. Een systeem zorgt voor de omvorming: een motor, een generator, een verwarmingselement ... In een haardroger wordt elektrische energie (invoer) omgevormd tot bewegingsenergie (door de motor) en thermische energie (door de elektrische weerstand).

Wenk: Het is belangrijk om ook aandacht te hebben voor omzettingen die leiden tot deels niet-nuttige energie zoals warmteontwikkeling bij een lamp, bij het laden en ontladen van een batterij, bij de adapter van een gsm. Bij energieomzetting en energietransport binnen een systeem lekt energie weg naar de omgeving, bv. onder de vorm van warmte. Je kan aandacht besteden aan energielabels op toestellen. Het label vergelijkt een systeem met vergelijkbare energiesystemen op basis van de efficiëntie waarmee energie wordt omgezet (intuïtief begrip van rendement).

Wenk: Ook informatie over de energie-inhoud van voeding op het etiket van voedingsmiddelen kan aan bod komen. Je kan dat linken aan het belang van voeding (LPD 15).

Extra: In het kader van duurzaamheid kan je in afstemming met het vak Techniek de voor- en nadelen van soorten energieopwekking en -bronnen aan bod laten komen.

4.5 Energie en materie in organismen

Minimumdoelen

LPD 14 De leerlingen illustreren het belang van fotosynthese.

Wenk: Je kan vertrekken vanuit de waarneming dat planten - in tegenstelling tot dieren en mensen - niet 'eten' maar wel nood hebben aan water, zonlicht, voedzame grond ... De stralingsenergie van de zon wordt door de plant omgezet in bruikbare energie. Dat proces heet fotosynthese. Het is de bedoeling om te duiden dat een plant vooral groeit door CO₂ uit de lucht om te zetten in voedingsstoffen.

Wenk: Fasen in het fotosyntheseprocess:



- de plant neemt water (H_2O) op met zijn wortels;
- de bladeren onttrekken koolstofdioxide (CO_2) aan de lucht;
- de bladeren halen energie uit zonlicht via hun bladgroenkorrels;
- de plant gebruikt deze zonne-energie om water (H_2O) en koolstofdioxide (CO_2) om te zetten in suikers en zuurstofgas (O_2);
- de plant geeft het zuurstofgas (O_2) af aan de lucht via de bladeren;
- de plant gebruikt de suikers als eigen voeding om te groeien en/of slaat ze op als reserve.

Wenk: Je kan de fasen in het fotosyntheseproces eenvoudig en schematisch weergeven. Het gebruik van modellen, afbeeldingen, animaties is zeker aan te bevelen om de dynamiek en chronologie van het fotosyntheseproces te illustreren. Stapsgewijze visualisering kan bij vele leerlingen tot een betere begripsvorming leiden.

Wenk: Je kan het belang van de fotosynthese linken aan de stof- en energieomzettingen en de stofuitwisselingen die plaatsvinden. In eerste instantie is fotosynthese belangrijk om voeding te leveren voor de plant om te overleven (suikers). Tijdens het proces wordt ook zuurstofgas vrijgegeven door de plant. Dit zuurstofgas wordt tijdens de verbranding gebruikt door planten, dieren en mensen om suikers om te zetten naar bruikbare energie. Omdat er water en koolstofdioxide wordt opgenomen vanuit de omgeving, zal fotosynthese een invloed hebben op de hoeveelheid koolstofdioxide in de atmosfeer. Vermits koolstofdioxide een broeikasgas is, zal fotosynthese dus ook de klimaatverandering beïnvloeden.

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

- bestuderen van huidmondjes (ligging, microscopisch);
- vaststellen dat de groene plantendelen onder invloed van licht stoffen opbouwen.

LPD 15 De leerlingen leggen het belang van voeding uit voor het functioneren van de mens.

★ Functie en samenhang van spijsverteringsstelsel, ademhalingsstelsel en bloedvatenstelsel

Wenk: Een organisme heeft energie en materie nodig om zichzelf op te bouwen (aanmaak van nieuwe stoffen in functie van groei en herstel), om te bewegen, voor het behoud van de lichaamstemperatuur, voor celvermeerdering ...

Wenk: Je maakt het onderscheid tussen voedingsstoffen en voedingsmiddelen. Je kan het belang toelichten van de verschillende voedingsstoffen als brandstof, bouwstof en beschermstof (bv. suikers (waaronder zetmeel), water, eiwitten, vetten, mineralen, vitaminen, vezels) voor de opbouw en het functioneren van het menselijk lichaam.

Wenk: Vertrek vanuit vertering van voeding (verkleinen van voedsel) om van daaruit de functie van het spijsverteringsstelsel, ademhalingsstelsel en bloedvatenstelsel te behandelen. Je kan telkens waar relevant stof- en energieomzetting en stofuitwisseling aan bod laten komen.
Het is belangrijk om de samenhang tussen de stelsels te duiden bij het functioneren van de mens: er is samenwerking nodig. Je kan die samenwerking schematisch weergeven. Focus op de essentie in functie van het proces en vermijd overbodige detaillering.
Het gebruik van modellen, afbeeldingen, animaties is zeker aan te bevelen om de

dynamiek en chronologie van de processen te illustreren. Stapsgewijze visualisering kan bij vele leerlingen tot een betere begripsvorming leiden.

Wenk: De belangrijkste organen van de stelsels worden gelokaliseerd en benoemd. Je kan onderdelen van de verschillende stelsels aan bod laten komen:

- spijsverteringsstelsel: bv. mond, keel, slokdarm, maag, lever, galblaas, alvleesklier, dunne darm, blinde darm, dikke darm, aars;
- ademhalingsstelsel: bv. neus, keel, luchtpijp, longen, longblaasjes;
- bloedvatenstelsel: bv. hart, slagaders, aders en haarvaten.

Wenk: De verbranding van voedingsstoffen breng je in verband met energieomzetting. Je kan dat behandelen vanuit de energie-inhoud op etiketten van voedingsmiddelen. Het is voldoende om erop te wijzen dat er geen verbranding is zonder zuurstofgas (link met fotosynthese) en dat de brandstof in het lichaam wordt aangeleverd door de voedingsstoffen waarbij suikers (glucose) en vetten de belangrijkste zijn. Het is niet de bedoeling om biochemische processen uit te leggen.

Wenk: Je kan eet- en bewegingspatronen evalueren aan de hand van de actieve voedings- en bewegingsdriehoek. Nog ruimer dan naar voedingsmiddelen, kijkt modern-holistisch voedingsonderzoek naar voedingspatronen en hun verband met chronische ziekten, bv. het Mediterrane dieet en naar leefstijlfactoren zoals beweging, slaap en tv kijken. Gezondheidsaspecten in relatie tot de behandelde stelsels: CO inademen, roken, ongezonde voeding, obesitas, voldoende bewegen, voldoende water drinken ... Die kan je linken aan leerplandoelen van het GFL.

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

- verschil tussen in- en uitgeademde lucht experimenteel vaststellen;
- bestuderen van etiketten van voedingsmiddelen in verband met energiewaarde en in relatie tot de actieve voedings- en bewegingsdriehoek;
- bepalen van de vitale capaciteit.

Extra: Je kan de functie, organen, werking en het belang van het uitscheidingsstelsel aan bod laten komen.

LPD K4 De leerlingen leggen de samenhang tussen de verschillende organisatieniveaus in een plantaardig en dierlijk organisme uit met de cel als basiseenheid.

Samenhang eerste graad: I-Nat-d LPD 18

Wenk: Het is de bedoeling om het goed functioneren van een organisme te zien als het gevolg van de samenwerking tussen alle stelsels.

Organisatieniveaus in organismen: cellen, weefsels, organen, orgaanstelsels. Zowel planten als dieren hebben die organisatieniveaus.

Wenk: Stelsels bij mens en dieren, bv. ademhalingsstelsel, spijsverteringsstelsel (in samenhang met functie en samenhang van stelsels (LPD 15)) en stelsels bij planten, bv. transportstelsel, voortplantingsstelsel.

Organen bij mens en dieren, bv. hart, longen, huid en organen bij planten, bv. wortel, blad, stengel.

Weefsels bij mens en dieren, bv. dekwefsel, bindweefsel, spierweefsel, zenuwweefsel en weefsels bij planten, bv. dekwefsel, steunweefsel, vulweefsel,



hout- en zeefvaten.

Wenk: De cel is een essentiële eenheid met een bepaalde functie, bv. samentrekken (spiercel), transporteren (rode bloedcel), impulsgeleiding (zenuwcel), aanmaken van hormonen (kliercel), afdekken (huidcel), energieomzetting (plantencel) ... Celonderdelen (celorganellen) zijn onderdelen die ervoor zorgen dat die cel haar functie in het organisme kan vervullen en tegelijk mee kan instaan voor het in leven blijven van de cel. Zo moet de cel voorzien worden van energie, van aanvoer van grondstoffen om andere stoffen mee op te bouwen, moeten de aangemaakte stoffen kunnen worden getransporteerd naar de juiste plaats in het organisme en moeten de afvalstoffen kunnen worden afgevoerd.

Wenk: Je kan wijzen op de gelijkenis tussen de functies die stelsels uitvoeren en de functies die een cel uitvoert.

Wenk: Mogelijke practica en onderzoeksonderwerpen in samenhang met STEM-doelen: het waarnemen van weefselcellen met een lichtmicroscop.

Wenk: Met dit keuzedoel realiseren de leerlingen LPD 18 van I-Nat-a.

4.6 Krachten

Minimumdoelen

LPD 16 De leerlingen illustreren krachten en hun uitwerking in betekenisvolle contexten.

Samenhang eerste graad: transportsysteem of constructiesysteem (I-Tec-b LPD 9); eigenschappen van materialen (I-Tec-b LPD 6)

Wenk: Krachten zoals bijvoorbeeld zwaartekracht, wrijvingskracht, veerkracht, magnetische kracht, elektrische kracht, spierkracht, motorkracht ... Voor veel krachten hangt het van de situatie af of ze in dié situatie een duw- of trekkracht zijn; de veerkracht in een uitgerekte veer is een trekkracht en in een ingedrukte veer een duwkracht.

Wenk: Het is zinvol om aan de hand van eenvoudige experimenten, filmmateriaal en redeneringen verwondering op te wekken: een voorwerp laten schuiven over oppervlakten met verschillende ruwheid, een voorwerp laten vallen, een voorwerp rondslingeren aan een touw, een voorwerp wegslingeren ... Zo kan je aannemelijk maken dat voorwerpen waarop geen krachten inwerken in rust blijven of aan een constante snelheid rechtlijnig bewegen. Als er wel een (resulterende) kracht inwerkt, is er een bewegingsverandering of een vervorming.

Wenk: Uitwerking van krachten: vervorming (statische uitwerking) of verandering van de bewegingstoestand (dynamische uitwerking). Voorbeelden van verandering van bewegingstoestand: snelheidstoename, snelheidsafname of van richting veranderen (bv. een bocht nemen). Voorbeelden van vervorming zoals indrukken of uitrekken van een veer, indrukken van een bal tijdens een trap, samenknijpen van een spons, een blikje, een tube, een bolletje klei.

Wenk: Je kan starten met het waarnemen van verschillende soorten bewegingen: rust, constante snelheid, versnellen, vertragen, van richting veranderen. Dat kan je goed waarnemen in verkeerssituaties, een attractiepark, sportsituaties ...

- Wenk: Krachten op een voorwerp kunnen elkaar opheffen. Als ze elkaar niet opheffen verandert de grootte of richting van de snelheid.
- Wenk: Je kan kwalitatief aanbrengen dat een grotere kracht aanleiding geeft tot een grotere bewegingsverandering of een sterkere vervorming. Een lichaam waarvan de bewegingstoestand niet verandert blijft rechtlijnig bewegen met een constante snelheid.
- Wenk: Magneten kunnen de bewegingstoestand van sommige voorwerpen vanop afstand veranderen. Massa's zoals de aarde oefenen een kracht uit op andere massa's die zich op afstand bevinden (bv. de appel die valt naar de aarde).
- Wenk: Je kan aandacht besteden aan veiligheidsaspecten zoals gevolgen van krachten in het verkeer: botsen, versnellen, vertragen, een bocht nemen. Je kan het gebruik van een fietshelm, veiligheidsgordels, airbags en kreukelzones in wagens bespreken om lichamen te beschermen tegen effecten van krachten.
- Wenk: Je kan de link leggen naar STEM en aandacht besteden aan toepassingen van krachten zoals:
- de hefboomwerking bij het inzetten van gereedschappen, het evenwichtig beladen van een (aanhang)wagen, plaatsen van een ladder, opbouwen van een stelling, gebruik van takels in de zorgsector ...
 - Belang van voldoende wrijving door goede schoenzolen of door gebruik van winterbanden.
 - bewegingsverandering door krachten in transportsystemen en vervorming van materialen door trek- en duwkrachten (link met het vak Techniek);
 - de invloed van krachten op veranderingen in het landschap: aardbevingen, gebergtevorming, erosie ...
- Extra: Je kan bespreken dat eenzelfde kracht op een kleinere massa een grotere bewegingsverandering veroorzaakt.

4.7 Voortplanting

Minimumdoelen

LPD 17 De leerlingen illustreren voortplantingswijzen van planten en dieren.

★ Aseksuele en seksuele voortplanting

- Wenk: De focus van dit leerplandoel ligt bij de diversiteit aan voortplantingswijzen bij planten en dieren.
Je duidt seksuele (geslachtelijke) voortplanting bij planten best heel bondig om te kunnen vergelijken met aseksuele (ongeslachtelijke) voortplanting.
De (a)seksuele voortplanting van sommige planten kan je ook experimenteel vaststellen, bv. bij stekken, bij scheuren, bij opgroeien van kiemplanten uit zaad ...
Voorbeelden van aseksuele voortplanting bij dieren: voortplanting bij sponzen, holtedieren of platwormen.
- Wenk: Je kan gelijkenissen en verschillen tussen aseksuele en seksuele voortplanting aan bod laten komen. Je kan dat schematisch voorstellen.
- Wenk: Mogelijke practica en onderzoeksonderwerpen in samenhang met STEM-doelen:



- asexuele voortplanting:
 - stekken van *Pelargonium* (geraniums);
 - onderzoek naar scheuren van bv. vetplanten, cactus, *Sanseveria*, *Chlorophytum*, aardbeiplantjes;
- seksuele voortplanting: ontleden van een volkomen bloem bv. lelie, opgroeien van kiemplanten uit zaad.

Extra: Je kan een link leggen naar biotechniek en vermenigvuldiging van micro-organismen kort behandelen in functie van bewaren, bv. steriliseren, fermenteren of bereiden van voedingsmiddelen, bv. bereiden van yoghurt, brood. De rol van bacteriën, schimmels en virussen in de natuur en voor de mens komt in de tweede graad aan bod.

LPD 18 De leerlingen lichten de functie toe van organen van het voortplantingsstelsel bij de mens.

Wenk: Je kan focussen op de belangrijkste organen van het voortplantingsstelsel bij zowel vrouw als man. De organen worden benoemd en gelokaliseerd. Vrouwelijke voortplantingsorganen: eierstokken, eileiders, baarmoeder, vagina. Mannelijke voortplantingsorganen: teelballen, bijballen, zaadleiders, prostaatklier, zaadblaasjes, penis.

In relatie tot voortplanten en tot een harmonieuze seksuele beleving komen andere structuren en organen aan bod bv. clitoris, eikel, voorhuid, zwellichamen.

Wenk: Het gebruik van modellen, afbeeldingen, animaties is aan te bevelen om de dynamiek en chronologie van de processen te illustreren. Stapsgewijze visualisering kan bij vele leerlingen tot een betere begripsvorming leiden.

Wenk: De voortplantingsstelsels van de man en de vrouw produceren de geslachtscellen: eicellen en zaadcellen. Bij het bestuderen van de organen kan je wijzen op gelijkenissen en verschillen tussen de organen. Je vermijdt overbodige detaillering maar legt de focus op hun functie in het geheel van de voortplanting.

Wenk: Gezondheidsaspecten in verband met de voortplantingsorganen : vaccinatie tegen baarmoederhalskanker, cryptorchidie (geen teelbal in de balzak), soa ... Het is belangrijk om te wijzen op soa als mogelijk gezondheidsrisico zonder in detail te treden.

Wenk: Het geslacht of de sekse van een mens is gebaseerd op de biologische kenmerken bv. geslachtskenmerken, hormonen (tweede graad) en chromosomen (derde graad). Je kan de primaire en de secundaire geslachtskenmerken behandelen.

Extra: Je kan het onderscheid tussen geslacht en gender illustreren: een mens wordt geboren met een bepaald geslacht terwijl gender wordt bepaald door de samenleving (eigenschappen, verwachtingen ... die worden toegekend aan vrouwen en mannen).

Je kan genderidentiteit (persoonlijke beleving van je gender), genderexpressie (de uiting van je gender) en seksuele oriëntatie linken aan leerplandoelen van het GFL.

LPD 19 De leerlingen leggen het verloop van de voortplanting bij de mens uit.

Wenk: Voortplanting is gericht op het voortbrengen van nakomelingen. De belangrijkste fasen van de voortplanting worden gesitueerd in de tijd en telkens kort toegelicht: eisprong, zaadlozing, bevruchting, innesteling, zwangerschap, geboorte. Belangrijk is dat leerlingen inzicht hebben in het systeem. Ontwikkeling van embryo en foetus komt in de derde graad aan bod.

Het gebruik van modellen, afbeeldingen, animaties kan bij leerlingen tot betere begripsvorming leiden.

Wenk: Duid in functie van eisprong op een aangeboden tijdlijn van de menstruatiecyclus de eicelrijping, de eisprong, de vruchtbare periode en de menstruatie.

Wenk: Het is belangrijk om - in functie van de leerlingengroep - te wijzen op het gebruik van voorbehoedsmiddelen, bv. condoom, hormonale anticonceptie zonder in detail te treden. Je kan vertrekken vanuit misconcepten (eventueel via sociale media), bv. betrouwbaarheid van kalendermethode, invloed van de pil op mens en milieu ... De menstruatiecyclus komt in de tweede graad aan bod. Dan wordt ook het correcte gebruik van voorbehoedsmiddelen verder behandeld.

5 Basisuitrusting

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

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

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

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

De zorg van de school voor een veilige, gezonde en milieubewuste leef- en leeromgeving in de (praktische) lessen natuurwetenschappen vormen hierbij een uitgangspunt. Die 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). Die 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 die risicoanalyse ontwikkelde de COS-werkgroep een module gekoppeld aan de DBGS (Databank Gevaarlijke Stoffen).

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

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

5.1 Infrastructuur

Een 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 ... Dit basismateriaal is afgestemd op de realisatie van de leerplandoelen. De beschikbaarheid van opstellingen om experimenten uit te voeren kan de lessen vlotter laten verlopen. Er worden persoonlijke en collectieve beschermingsmiddelen voorzien in functie van het uit te voeren onderzoek.

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

6 Glossarium

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

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

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



7 Concordantie

7.1 Concordantietabel

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

Leerplandoel	Minimumdoelen
1	MD 06.27
2	MD 06.25
3	MD 06.26
4	MD 06.24
5	MD 06.28
6	MD 06.16
7	MD 06.16
8	MD 06.16
9	MD 06.17
10	MD 06.17
11	MD 06.17
12	MD 06.18
13	MD 06.19
14	MD 06.12
15	MD 06.13
16	MD 06.20
17	MD 06.14
18	MD 06.15
19	MD 06.15

7.2 Minimumdoelen basisvorming

06.12 De leerlingen illustreren het belang van fotosynthese.

06.13 De leerlingen leggen het belang van voeding uit voor het functioneren van de mens.

Onderliggende (kennis)elementen:

- Functie en samenhang van spijsverteringsstelsel, ademhalingsstelsel en bloedvatenstelsel

06.14 De leerlingen illustreren voortplantingswijzen van planten en dieren.

Onderliggende (kennis)elementen:

- Aseksuele en seksuele voortplanting

06.15 De leerlingen leggen het verloop van de voortplanting bij de mens uit.

Onderliggende (kennis)elementen:

- Functie van organen van het voortplantingsstelsel

06.16 De leerlingen illustreren voor een biotoop de onderlinge relaties tussen verschillende organismen en de rol van biotische en abiotische factoren.

Onderliggende (kennis)elementen:

- Biodiversiteit
- Verband tussen kenmerken van een organisme, zijn omgeving en zijn overleven

06.17 De leerlingen leggen het verschil uit tussen een chemisch en een fysisch verschijnsel aan de hand van het deeltjesmodel in betekenisvolle contexten.

Onderliggende (kennis)elementen:

Fysische verschijnselen:

- Aggregatietoestanden, faseovergangen
- Thermische uitzetting, krimp

Chemische verschijnselen:

- Chemische omzetting

06.18 De leerlingen illustreren het verschil tussen zuivere stoffen en mengsels aan de hand van het deeltjesmodel in betekenisvolle contexten.

06.19 De leerlingen beschrijven energieomzettingen aan de hand van voorbeelden uit het dagelijkse leven.

06.20 De leerlingen illustreren krachten en hun uitwerking in betekenisvolle contexten.

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

Voetnoot:

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

06.25 De leerlingen gebruiken met de nodige nauwkeurigheid meetinstrumenten en hulpmiddelen.

06.26 De leerlingen gebruiken gepaste grootheden en eenheden in een correcte weergave.

Onderliggende (kennis)elementen:

- Grootteorde en maatbesef van de grootheden tijd, lengte, oppervlakte, inhoud/volume, massa, spanning en energie.
- Verband tussen verandering in een courante eenheid en verandering in een maatgetal bij herleidingen.

06.27 De leerlingen passen een wetenschappelijke methode toe om vragen te beantwoorden.



Voetnoot:

Rekening houdend met concepten van de eerste graad.

06.28

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

Voetnoot:

Rekening houdend met concepten van de eerste graad en de context waarin dit minimumdoel aan bod komt.

ONTWERP

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 het basisonderwijs	6
2.2	Samenhang in de eerste graad	7
2.2.1	Samenhang met leerplannen van de algemene vorming	7
2.2.2	Samenhang met de basisopties	7
2.3	Plaats in de lessentabel	7
3	Pedagogisch-didactische duiding	7
3.1	Natuurwetenschappen en het vormingsconcept	7
3.2	Krachtlijnen	8
3.3	Opbouw	9
3.4	Leerlijnen.....	9
3.4.1	Samenhang met het basisonderwijs	9
3.4.2	Samenhang in de eerste graad	9
3.5	Natuurwetenschappen in een observerende en oriënterende eerste graad.....	10
3.6	Aandachtspunten.....	11
3.6.1	Samenhang tussen wetenschappen	11
3.6.2	Dissecties als werkvorm.....	12
3.7	Leerplanpagina.....	12
4	Leerplandoelen	12
4.1	STEM-doelen	12
4.2	Ecologie	16
4.3	Materie.....	18
4.4	Energie	22
4.5	Energie en materie in organismen	23
4.6	Krachten	26
4.7	Voortplanting	27

5	Basisuitrusting	29
5.1	Infrastructuur	30
5.2	Materiaal, toestellen, machines en gereedschappen.....	30
6	Glossarium.....	30
7	Concordantie	32
7.1	Concordantietabel.....	32
7.2	Minimumdoelen basisvorming	32

ONTWERP