

Natuurwetenschappen B+S

2^{de} graad D/A-finaliteit
II-NatS-da

BRUSSEL

D/2024/13.758/094

Versie oktober 2024

1 Inleiding

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

1.1 Het leerplanconcept: vijf uitgangspunten

Leerplannen vertrekken vanuit het **vormingsconcept** van de katholieke dialoogschool. Ze laten toe om optimaal aan te sluiten bij het pedagogisch project van de school en de beleidsbeslissingen die de school neemt vanuit haar eigen visie op onderwijs (taalbeleid, evaluatiebeleid, zorgbeleid, ICT-beleid, kwaliteitsontwikkeling, keuze voor vakken en 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 ... Dwarsverbindingen 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 leeransen 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 aanbrenge 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 cesuurdoelen of de doelen die leiden naar een beroepskwalificatie. Indien een leerplandoel verder gaat, vind je een '+' bij het nummer van het leerplandoel. Al die leerplandoelen zijn verplicht te realiseren. In een aantal gevallen zijn keuzedoelen opgenomen; die leerplandoelen zijn weergegeven in een grijze kleur en het nummer van het leerplandoel wordt voorafgegaan door 'K'.

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

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

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

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

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

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

2 Situering

2.1 Samenhang met de eerste graad

Het leerplan Natuurwetenschappen B+S (II-NatS-da) van de tweede graad D/A-finaliteit bouwt verder op het leerplan Natuurwetenschappen (I-Nat-a) en voor een aantal doelen ook op het leerplan Techniek (I-Tec-a) van de eerste graad A-stroom.

2.2 Samenhang in de tweede graad

Er zijn verschillende leerplannen Natuurwetenschappen voor de studierichtingen van de tweede graad D/A-finaliteit. In de onderstaande tabel wordt aangegeven voor welke studierichtingen de leerplannen gelden. Bijkomende informatie kan je raadplegen op de [leerplanpagina](#).

II-Nat-da	Architecturale en beeldende kunsten; Bedrijf en organisatie; Beeldende en audiovisuele kunsten; Creatie en Mode; Fotografie; Grafische technieken; Horeca; Maatschappij en welzijn; Sport; Taal en communicatie; Toerisme; Topsport (Dubbele finaliteit); Wellness en lifestyle
II-Nat'-da	Bouwtechnieken; Elektromechanische technieken; Elektrotechnieken; Houttechnieken; Mechanische technieken; Voertuigtechnieken
II-NatS-da	Plant-, dier- en milieutechnieken
II-Bio-da	Biotechnieken
II-NatS'-da	Bakkerijtechnieken; Slagerijtechnieken

Samenhang tussen basisvorming en specifieke vorming in leerplannen Natuurwetenschappen

Leerplannen	II-Nat-da	II-Nat'-da	II-NatS-da	II-Bio-da	II-NatS'-da
STEM	B	B'	B	B+S	B
Biologie	B	B	B	B+S	B
Chemie	B	B	B+S	B+S	B+S'
Fysica	B	-	B	B+S	B

2.3 Plaats in de lessentabel

Het leerplan Natuurwetenschappen B+S is gebaseerd op minimumdoelen van de basisvorming en op cesuurdoelen.

Het leerplan is gericht op vier graaduren en is bestemd voor volgende studierichtingen:

- Plant-, dier- en milieutechnieken



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

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

Wiskundige vorming

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

Maatschappelijke vorming

Wetenschappen vervullen een cruciale rol in onze samenleving. De ontwikkelingen in de geneeskunde, telecommunicatie, biotechnologie ... hebben een grote impact op het welzijn van mensen. Wetenschappen hebben den 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 de vormingscomponenten en wegwijzers zijn de krachtlijnen van het leerplan ontstaan.

3.2 Krachtlijnen

Wetenschappelijke inzichten opbouwen voor de burger en professional van morgen

Leerlingen leren concepten uit Biologie, Chemie en Fysica. Op vlak van Biologie komen eigenschappen van levende systemen aan bod. In Chemie komen meer gevorderde inzichten in bouw, structuur en eigenschappen van materie aan bod naast de wisselwerking tussen materie en energie. In Fysica wordt vooral ingegaan op kracht en verandering van beweging. Daarnaast bestuderen leerlingen processen waarbij energie wordt omgezet.

Wetenschappelijke vaardigheden, denk- en werkwijzen ontwikkelen

Leerlingen leren wetenschappelijke methoden toepassen. Daarbij leren ze ook om geïnformeerd te werken met materialen en stoffen. Leerlingen leren problemen op te lossen aan de hand van natuurwetenschappen, technologie of wiskunde.

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, (bio-)techniek of wiskunde en de concrete inzet van deze ideeën in menselijke activiteiten, technische systemen en (veranderings)processen beïnvloeden maatschappelijke denkbeelden en vice versa. Daartoe illustreren leerlingen interacties tussen STEM en samenleving.

3.3 Opbouw

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

Overzicht van onderdelen in het leerplan

STEM-doelen	Biologie B	Chemie B+S	Fysica B
-------------	------------	------------	----------



Onderzoek voeren aan de hand van een wetenschappelijke methode.	Biologische feedback	Mengsels en zuivere stoffen	Kracht en verandering van beweging
Veilig en duurzaam werken met materialen, stoffen, organismen en technische systemen.	Rol van micro-organismen	Aspecten van een chemische reactie	Druk
Een oplossing voor een probleem ontwerpen door wetenschappen, technologie of wiskunde geïntegreerd aan te wenden.	Voortplanting	Bouw en eigenschappen van atomen	Thermodynamica
De wisselwerking illustreren tussen wetenschappen, technologie, wiskunde en de maatschappij.		Chemische bindingen	Energieomzetting en vermogen
		Indeling van samengestelde stoffen	Elektrodynamica
		Eigenschappen van stoffen	
		Kwantitatieve aspecten	
		Reactiesoorten	
Vier graduren			

3.4 Leerlijnen

3.4.1 Samenhang met de eerste graad

Biologie	Eerste graad	Tweede graad II-NatS-da; II-Bio-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
Natuurlijke selectie en evolutie KERNIDEE: organismen evolueren door overerving, variatie en selectie van kenmerken	Biodiversiteit Verband organisme en omgeving	

Chemie	Eerste graad	Tweede graad II-NatS-da; II-Bio-da
Structuur en eigenschappen van de materie KERNIDEE: materie bestaat uit deeltjes	Mengsels, zuivere stoffen, verbindingen en atomen	Eigenschappen mengsels en zuivere stoffen Atoommodel Atomen en PSE

		Chemische binding
		Oxiden, basen, zuren, zouten, alkanen:
		pH Zuur-base indicator
		Oplosbaarheid en elektrische geleiding:
		Stofhoeveelheid en molaire grootheden
Chemische reacties	Verschil tussen stofomzetting en verandering van aggregatietoestand	Materie- en energieaspecten van een chemische reactie
KERNIDEE: bij elk proces wordt energie omgezet van één vorm in een andere		Reacties met ionenuitwisseling

Fysica	Eerste graad	Tweede graad
Kracht en bewegings-verandering KERNIDEE: wijziging van beweging vereist interactie met een ander object	Uitwerking van krachten Constante snelheid	II-Nat-da; II-NatS'-da; II-NatS-da 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 Vermogen en rendement Warmteleer Wet van Ohm Joule-effect
Straling KERNIDEE: straling is overal	Energie en veiligheid Fotosynthese	

STEM Eerste graad	Tweede 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 tweede graad

In het leerplan Natuurwetenschappen B+S vinden we een aantal methodische en inhoudelijke relaties met inhouden uit het leerplan Wiskunde.



Daarnaast is er nog inhoudelijke samenhang voor een aantal chemische en fysische inhoud.

Leerinhoud Wiskunde	Leerinhoud Natuurwetenschappen B+S
Fenomenen beschrijven uit de realiteit aan de hand van wiskundige concepten	De wisselwerking wetenschappen, technologie, wiskunde en de maatschappij
Vraagstukken en problemen oplossen	Een oplossing ontwerpen
Formules omvormen	Formules gebruiken Kwantitatieve aspecten in chemie

Leerinhoud Fysica	Leerinhoud Chemie
Energie en warmte	Energie-uitwisseling bij chemische reactie
Elektrische ladingen	Atoommodel
Geleiders en isolatoren	Bindingstype en geleiding

3.5 Aandachtspunten

3.5.1 Oriëntatie van het leerplan

Wetenschappelijke vorming kan verschillende oriëntaties aannemen: naargelang de studierichting kan de nadruk eerder liggen op een doorgedreven wetenschappelijke vorming voor de STEM-professional van morgen dan wel op de vorming van wetenschappelijke geletterdheid voor de burger van morgen. De pedagogisch-didactische aanpak varieert volgens de oriëntatie van het leerplan van eerder conceptueel naar een contextuele benadering van de vorming.

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

3.5.2 Samenhang in wetenschappen

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

- Vertrekken vanuit de ideeën en interesses van de leerlingen. Om dat concreet vorm te geven in de didactische praktijk kan je als leraar de concept-contextbenadering hanteren.
- De STEM-doelen (vaardigheden) in het leerplan doelgericht combineren met inhoudelijke doelen Biologie, Chemie en/of Fysica. Aan de hand van de STEM-doelen kunnen leerlingen de rol van een aantal vakdiscipline-overschrijdende werkwijzen ervaren.
- Gebruik maken van STEM-concepten. Dat zijn vakdiscipline-overschrijdende denkwijzen om natuurlijke en technische systemen te beschrijven of te analyseren. Bij doelen Biologie, Chemie en Fysica vind je bij de wenken inspiratie om ze aan bod te laten komen.

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

Methodische samenhang tussen wetenschappen vanuit de STEM-doelen

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

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

Onderzoekend leren, leren onderzoeken en practicum

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

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

Vooral de eerste twee doelen kunnen goed via experimenten worden aangeleerd. Om begrippen te leren en ze vast te zetten en om onderzoeksvaardigheden te ontwikkelen blijkt practicum geen superieure werkvorm. Effectief practicum heeft een afgebakend leerdoel en activeert het bijhorend denkproces. Om het doelgericht karakter van practicum en de bijhorende didactiek aan te scherpen kan je een 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 inhoud. De concepten kunnen apart of gecombineerd worden ingezet.

STEM-concepten:

- systemen en modellen ervan;
- patronen herkennen;



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

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

3.5.3 Dissecties als werkvorm

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

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

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

3.6 Leerplanpagina

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



4 Leerplandoelen

4.1 STEM-doelen

Minimumdoelen, cesuurdoelen of doelen die leiden naar BK

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

onderzoek voeren (I-Nat-a LPD 1)

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

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

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

Wenk: Leerlingen hoeven niet 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 meer talige onderzoeksvaardigheden kunnen ook aan bod komen in een onderwijsleergesprek. 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 onderzoeksopdrachten die aansluiten bij leerplandoelen: scheiden van mengsels, verband tussen massa en volume, wet van behoud van massa, endo- en exotherme reacties, invloed hygiëne en temperatuur op groei van micro-organismen, rendement vergelijken van toestellen, verband tussen druk en oppervlakte, waarnemen hartslag bij inspanning ...

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

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

veilig en duurzaam werken (I-Nat-a LPD 4)

Wenk: Technische systemen zoals glaswerk, meetinstrumenten, computers, handgereedschappen. Je kan de link leggen met de doelen over elektrodynamica en ingaan op veiligheidssystemen in een elektrische installatie. Relevante risico's zijn elektrocutie, brand door kortsluiting en overbelasting.



Wenk: Duurzaam omgaan met systemen: onderhouden van systemen zoals reinigen van glaswerk en balans, preventief onderhoud door juist gebruik van hulpmiddelen.

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: Goede praktijken voor veilig en duurzaam werken zoals:

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

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

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

LPD 3 De leerlingen ontwerpen een oplossing voor een probleem door wetenschappen, technologie of wiskunde geïntegreerd aan te wenden.

Samenhang tweede graad: vraagstukken en problemen oplossen (II-Wis-da LPD 2)

STEM-geïntegreerd probleemoplossen (I-Nat-a LPD 5)

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

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

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

Wenk: Je kan een informatierijke omgeving voorzien waarin leerlingen vlot inspiratie kunnen verzamelen. Het is waardevol om ook tussentijdse resultaten te

bespreken. Leerlingen kunnen ook feedback aan elkaar geven.

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

Wenk: Voorbeelden van problemen die leerlingen kunnen oplossen:

- een oplossing bedenken om afvalstoffen te scheiden uit bijvoorbeeld zeezand (link met scheidingstechnieken) gekoppeld aan een onderzoek van mengsels;
- oplossingen bedenken om in een specifieke situatie geluidshinder te beperken;
- een gefermenteerd voedingsmiddel ontwikkelen zoals een gefermenteerde groente, yoghurt, kefir ...;
- een oplossing bedenken om in een specifieke situatie de gevolgen van krachten in het verkeer te verminderen;
- oplossingen ontwikkelen om negatieve gevolgen van micro-organismen of bepaalde stoffen in besmetting van voedsel en drinkwater te voorkomen in bepaalde omstandigheden en in een concrete situatie;
- oplossingen bedenken om in een concrete situatie warmteverliezen te beperken in de woning of van het lichaam;
- oplossingen bedenken om in een specifieke situatie de blootstelling aan risicofactoren zoals schadelijke chemische stoffen of organismen te verminderen.

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

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

wisselwerkingen (I-Nat-a LPD 6)

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

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

Wenk: Een historische ontwikkeling als voorbeeld kan de (interdisciplinaire) wisselwerking tussen wiskunde, wetenschappen en technologie verhelderen en



deze laten zien als culturele ontwikkeling. Ook een bezoek aan een bedrijf, onderzoeksinstelling of vereniging kan een aanleiding zijn voor een concreet casusonderzoek en veel relaties tussen de samenleving en 'onderzoek en ontwikkeling' verhelderen.

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

4.2 Biologie

4.2.1 Biologische feedback

Minimumdoelen, cesuurdoelen of doelen die leiden naar BK

LPD 5 De leerlingen leggen aan de hand van een voorbeeld uit dat organismen zich kunnen handhaven dankzij biologische feedback.

★ Functie van hormonen

organisatieniveaus (I-Nat-a LPD 18)

Wenk: Je kan focussen op het globale principe van feedback in samenhang met STEM-concept: terugkoppeling, zonder in te gaan op gedetailleerde fysiologische processen.

Je kan de parallel trekken met de regelende werking van een technisch systeem uit de leefwereld zoals een verwarming met thermostaat, verlichtingssturing met lichtsensor, alarmsysteem met bewegingssensor.

De rol van organen in de regelende werking van een (biologisch/technisch) systeem kan je vergelijkend behandelen : organen die een grootheid meten (receptor/sensor), organen die de grootheid bijsturen (effector/actuator), organen die instaan voor de regeling (hersenen/stuursysteem), signaaloverdracht tussen organen (elektrisch via zenuwbanen, chemisch via hormonen).

Wenk: Je kan positieve en negatieve feedback behandelen.

Negatieve feedback om de verandering van een grootheid af te remmen en zo de waarde stabiel te houden zoals bij de lichaamstemperatuur, bloedsuikerspiegel. Positieve feedback om de verandering van een grootheid te versterken zoals bij de stijging van het hartritme bij stress.

Wenk: Voorbeelden van feedbacksystemen bij de mens: regeling van het voortplantingssysteem bij man en vrouw, regeling van de bloedsuikerspiegel, regeling van epo in het bloed, regeling van de lichaamstemperatuur, regeling van de bloeddruk, regeling van stress.

Wenk: Feedbacksystemen bij planten: waterhuishouding, reactie op prikkels zoals fotonastie, thermonastie, fototropie of heliotropie.

Wenk: Je kan bij de functie van hormonen een aantal specifieke voorbeelden binnen bestudeerde feedbacksystemen aan bod laten komen.

4.2.2 Rol van micro-organismen

Minimumdoelen, cesuurdoelen of doelen die leiden naar BK

LPD 6 De leerlingen leggen aan de hand van voorbeelden de diversiteit van virussen, bacteriën en schimmels uit.

★ Microbioom

biodiversiteit (I-Nat-a LPD 8)

Wenk: Om diversiteit te illustreren is er een waaier aan plaatsen van voorkomen: het microbiom, verschillende ecosystemen ...
Je kan diversiteit ook illustreren op basis van bouw (vorm, grootte, ééncellig/meercellig), manier van vermenigvuldiging, voedingswijze. Een virus is in tegenstelling tot de andere micro-organismen een niet-levend wezen.
Het is niet de bedoeling om uitgebreide classificaties te doen.

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

Wenk: Voorbeelden van micro-organismen: bakkers- of brouwersgist als eencellige schimmel, melkzuur- en azijnzuurbacteriën, influenza (griepvirus), coronavirus.

LPD 7 De leerlingen leggen de negatieve rol uit van virussen, bacteriën en schimmels in de natuur en in toepassingen voor de mens.

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

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

Wenk: Antibiotica bieden geen behandeling voor een virusinfectie.
De invloed van antibiotica op het darmmicrobioom kan aan bod komen.
Je kan inspelen op overheids campagnes om het antibioticagebruik in de geneeskunde en de dierenteelt te beperken of gericht in te zetten.
Ziekenhuisbacteriën zijn voorbeelden van bacteriën die resistent zijn voor antibiotica. Je kan dit linken aan het STEM-doel over interactie STEM met de samenleving.
Antimycotica werken in op schimmels.



Wenk: Bewaringstechnieken in de voeding om bederf te vertragen: koelen, drogen, roken, pasteuriseren, steriliseren, opleggen in zuur, suiker, alcohol of zout ...

LPD 8 De leerlingen leggen de positieve rol uit van virussen, bacteriën en schimmels in de natuur en in toepassingen voor de mens.

biotechnische systemen (I-Tec-a LPD 11)

Wenk: Voorbeelden van domeinen en toepassingsgebieden waarin micro-organismen een rol spelen:

- ecologie: mycorrhiza, zelfzuiverende capaciteit van waterlopen, van bodems en zwembijvers, waterzuivering via bacteriën, compostering ...;
- geneeskunde: productie van vitamines of insuline door bacteriën, penicilline, microbiomtransplantaties, probiotica ...;
- voedingstechnologie: gisten als eencellige schimmels, productie schimmelkazen, productie van yoghurt, productie van alcoholische dranken ...;
- biotechnologie: waterzuivering, poetsen met micro-organismen, plastic-etende bacteriën ...;
- industriële productie zoals van citroenzuur, constructiematerialen van schimmels, bacterieel leder.

4.2.3 Voortplanting

Minimumdoelen, cesuurdoelen of doelen die leiden naar BK

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

voortplanting mens (I-Nat-a LPD 23, 24)

Wenk: Voortplantingssysteem bij de mens: elementen zoals de menstruatiecyclus, zaadcel, zygote, embryo, foetus kunnen in een logisch verband gekoppeld worden.

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

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

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

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

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

vruchtbaarheid aan bod.

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

4.3 Chemie

4.3.1 Mengsels en zuivere stoffen

Minimumdoelen, cesuurdoelen of doelen die leiden naar BK

LPD 10 De leerlingen onderzoeken zuivere stoffen en mengsels in het dagelijkse leven aan de hand van eigenschappen en scheidingstechnieken.

★ Stofeigenschappen

aggregatiestoestanden en faseovergangen (I-Nat-a LPD 10); mengsels en zuivere stoffen (I-Nat-a LPD 14); massadichtheid (I-Nat-a LPD 15)

Wenk: Zuivere stoffen hebben kenmerkende stofeigenschappen bv. massadichtheid, kookpunt, smeltpunt, oplosgedrag ... op basis waarvan een mengsel in zijn componenten kan gescheiden worden.

Wenk: Homogene en heterogene mengsels: aerosol (rook, nevel), oplossing, schuim, suspensie, emulsie, rook, nevel, legering ...

Wenk: Je kan principes van scheidingstechnieken aanbrengen; bij extractie wordt het oplosgedrag best enkel vastgesteld en niet verklaard. Je kan de link leggen met massadichtheid als scheidingsprincipe.

Wenk: Leerlingen voeren zelf enkel eenvoudige scheidingstechnieken uit zoals filtreren, decanteren, extractie, centrifugeren, destilleren, uitdampen of zeven. Je kan vertrekken vanuit betekenisvolle contexten voor de leerlingen bv. koffie of thee zetten, bloem zeven, groenten wassen, een eierdooier afscheiden, een zeef in de vaatwasmachine, een stoffilter in de droogkast en de stofzuiger.

Wenk: Dit leerplandoel kan je behandelen in samenhang met de STEM-doelen over toepassen van wetenschappelijke methoden en over geïnformeerd werken op een veilige manier met stoffen en materialen.

LPD 11 De leerlingen stellen de naam en formule van enkelvoudige stoffen op.

Wenk: Je kan aantonen dat verschillende enkelvoudige stoffen vanuit eenzelfde atoomsoort gevormd kunnen worden.
De naamgeving gebeurt op basis van IUPAC-nomenclatuur.

Wenk: Je kan aandacht besteden aan voorkomen, belang en eigenschappen van een aantal enkelvoudige stoffen bv. diwaterstof, dizuurstof, distikstof, trizuurstof, dichloor waarbij de naam en symbolische voorstelling aan bod komen. Triviale namen: waterstofgas, zuurstofgas, stikstofgas ...
Je kan edelgassen en metalen behandelen.



LPD 12 De leerlingen interpreteren de symbolische schrijfwijze van enkelvoudige en samengestelde stoffen.

verbindingen en atomen (I-Nat-a LPD 13)

Wenk: Je kan het verschil tussen een enkelvoudige en een samengestelde stof illustreren met de elektrolyse van water en de thermolyse van suiker.

Wenk: Je kan gebruik maken van ruimtelijke modellen en visuele voorstellingen waarbij de begrippen index en coëfficiënt worden ingeoefend. Focus op het correct gebruik van terminologie. Bij gebruik van bol-staaf-modellen hou je er rekening mee dat leerlingen de chemische bindingen nog niet kennen.

Wenk: Je kan de naam en symbolische voorstelling van de elementen aan bod laten komen in relatie tot de behandelde stoffen en verder uitbreiden waar relevant.

4.3.2 Aspecten van een chemische reactie

Minimumdoelen, cesuurdoelen of doelen die leiden naar BK

LPD 13 De leerlingen balanceren gegeven eenvoudige anorganische chemische reacties door gebruik te maken van de wet van behoud van massa.

chemisch en fysisch verschijnsel (I-Nat-a LPD 12)

Wenk: Het verschil tussen een chemische reactie en een fysisch verschijnsel kan je herhalend aanbrengen vanuit de eerste graad aan de hand van een aantal (demonstratie-)experimenten.

Wenk: Bij het herschikken van atomen in een chemische reactie worden het aantal en de soort atomen behouden (wet van behoud van atomen).

Wenk: Je kan via experimenten verschillende soorten reacties zoals neerslagvorming, gasvorming en kleurverandering aantonen. Dat illustreert voor leerlingen heel sterk de materie-uitwisseling en de wet van behoud van massa. Gebruik visuele voorstellingen, ruimtelijke modellen en simulaties om de materie-uitwisseling te verduidelijken.

Wenk: Dit leerplandoel kan je behandelen in samenhang met de STEM-doelen over wetenschappelijke methoden, over veilig werken met materialen en stoffen en waarbij ook labovaardigheden aan bod komen.

LPD 14 De leerlingen interpreteren bij een chemische reactie de energie-uitwisseling met de omgeving.

energieomzettingen (I-Nat-a LPD 16)

Wenk: Je behandelt dit leerplandoel bij voorkeur vanuit waarnemingen, voorbeeldreacties uit het dagelijks leven en een aantal experimenten. Focus op zowel exo-energetische als endo-energetische reacties.

Endo-energetische reacties: fotosynthese, verkleuren van textiel, coldpacks voor de behandeling van verstuikingen ...

Exo-energetische reacties: verbranding, werking van een batterij, explosie ...

- Wenk: Het gebruik en de interpretatie van een grafiek kunnen aan bod komen. Je laat een energiediagram aan bod komen waarbij je kan focussen op het verschil tussen de energie van de beginproducten en de energie van de eindproducten.
- Wenk: Inhouden over energie en warmte komen in Fysica (Thermodynamica) aan bod.
- Wenk: Dit leerplandoel kan je behandelen in samenhang met STEM-doelen over wetenschappelijke methoden en over veilig werken met materialen en stoffen.

4.3.3 Bouw en eigenschappen van atomen

Minimumdoelen, cesuurdoelen of doelen die leiden naar BK

LPD 15 De leerlingen gebruiken een atoommodel om de structuur van atomen te beschrijven.

verbindingen en atomen (I-Nat-a LPD 13)

- Wenk: De beperktheid en geldigheid van een atoommodel kan je kort behandelen via de historische evolutie van het atoommodel. Je kan best het atoommodel van Bohr bestuderen. Je kan namen van elementaire deeltjes, begrippen als massagetal en atoomnummer behandelen en aandacht besteden aan de symbolische voorstelling. Ook het elektron-stipmodel komt aan bod. Inhouden over elektrische ladingen komen in Fysica (Elektrodynamica) aan bod.
- Wenk: Je kan de verschillende elementaire deeltjes kwantitatief bepalen vanuit A en Z met behulp van het PSE.
- Wenk: Je kan dit leerplandoel behandelen in samenhang met de STEM-concepten : schaal en verhouding, modellen. Je kan via een simulatie of schaalmodel een beeld geven van verhoudingen in de opbouw van een atoom.

LPD 16 De leerlingen beschrijven het PSE als een rangschikking van elementen volgens toenemend atoomnummer.

- Wenk: Je kan het verband aangeven tussen de elektronenconfiguratie enerzijds en het periodenummer en groepsnummer van de hoofdgroepen anderzijds, met speciale aandacht voor de stabiele edelgasconfiguratie. Je kan verwijzen naar de nummering van de groepen volgens IUPAC.
- Wenk: Je kan dit leerplandoel behandelen in samenhang met de eigenschappen van atomen en met het STEM-concept: modellen. Je kan het PSE linken met het STEM-concept: patronen.

LPD 17 De leerlingen gebruiken het PSE om eigenschappen van atomen af te leiden voor de elementen uit de a-groepen en de edelgassen.

- Wenk: Je kan bij eigenschappen van atomen focussen op metaal-en niet-metaalkarakter en op elektronegativiteit. Je kan aandacht besteden aan het reactievermogen van alkali- en aardalkalimetalen.



Elementen die behoren tot een groep vertonen vaak gelijkaardige eigenschappen
bv. halogenen.

Elektronegativiteit kan je linken aan ionvorming en het vormen van chemische bindingen.

Wenk: Je kan de begrippen absolute en relatieve atoommassa behandelen in samenhang met LPD 18 en daarop verder bouwen bij het onderdeel chemisch rekenen.

Wenk: Dit leerplandoel kan je behandelen in samenhang met het STEM-concept: patronen.

LPD 18 De leerlingen tonen het verband aan tussen de relatieve en absolute massa van atomen.

Wenk: Het is aangewezen om te kaderen waarom het nodig is om over te stappen naar een relatief begrip.

Je kan verwijzen naar de massa van een kerndeeltje ($1,66 \cdot 10^{-27}$ kg) en dat terugkoppelen naar $1/12^{\text{de}}$ C-atoom.

Wenk: Je kan verwijzen naar de opbouw van het PSE.

4.3.4 Chemische bindingen

Minimumdoelen, cesuurdoelen of doelen die leiden naar BK

LPD 19 De leerlingen stellen de ionbinding, de atoombinding en de metaalbinding op als het streven van atomen naar de edelgasconfiguratie.

★ Opstellen van de Lewisstructuur Roostermodel

Wenk: Bij het opstellen van de Lewisstructuur voor anorganische verbindingen kan je je beperken tot binaire stoffen.
Over de finaliteiten heen opteren we voor het hanteren van de term 'atoombinding'.

Wenk: Bij ionvorming beperk je je best tot metalen en niet-metalen uit de hoofdgroepen Ia, IIa, IIIa, VIa en VIIa en in samenhang met het leerplandoel over afleiden van eigenschappen van atomen (ionen) vanuit het PSE.
Je kan volgende vuistregel hanteren: een ionbinding wordt gevormd tussen metalen en niet-metalen, een atoombinding (covalente binding) tussen niet-metalen en een metaalbinding tussen metalen, omdat de regel op basis van het verschil in elektronegatieve waarde niet altijd klopt.

Wenk: Je kan aan de hand van experimenten de eigenschappen van metalen en niet-metalen illustreren: glans, inertheid, dichtheid, elektrische geleidbaarheid, aggregatietoestand, plooibaarheid. Je kan deze eigenschappen verklaren vanuit roosterkenmerken waarbij ionrooster, molecuulrooster, atoomrooster en metaalrooster aan bod komen.

Wenk: Je kan dit leerplandoel behandelen in samenhang met STEM-doelen over voeren van onderzoek en over veilig en geïnformeerd werken waarbij ook labovaardigheden aan bod komen.

LPD 20 De leerlingen stellen chemische formules op van binaire anorganische stoffen.

Wenk: Je kan de focus leggen op het gebruik van het oxidatiegetal in functie van de formules, naamgeving en latere redoxreactievergelijkingen in de derde graad. Je kan leerlingen een tabel laten gebruiken met oxidatiegetallen of gebruik maken van het PSE (indien de oxidatiegetallen hierin opgenomen zijn). Het is in deze fase niet de bedoeling om over te gaan tot berekening: dat komt aan bod bij redoxreacties.

4.3.5 Indeling van samengestelde stoffen

Minimumdoelen, cesuurdoelen of doelen die leiden naar BK

LPD 21 De leerlingen classificeren vanuit de IUPAC-naamgeving anorganische stoffen als zuren, basen, oxiden of zouten zowel op basis van een gegeven formule als op basis van een naam.

Wenk: Je kan het onderscheid maken tussen organische en anorganische stoffen. Als chemische formule komen de brutoformule en de formule-eenheid aan bod.

Wenk: Het onderscheid tussen een binair zuur en een ternair zuur komt aan bod. Bij de basen komen zowel hydroxiden als ammoniak aan bod. Je kan zuur-base eigenschappen aantonen met een aantal indicatoren. Je kan aandacht besteden aan formule en naam van polyatomische ionen.

Wenk: Fysische eigenschappen kan je aanbrengen via tabellen met kookpunt en smeltpunt en/of door een aantal stoffen te tonen. Zo kan je ook de aggregatietoestand bij kamertemperatuur duiden. Toepassingen: bv. metaaloxiden in glas, zuren en basen in batterijen, zouten in sportdranken, fosforzuur in cola (roest) ...

Wenk: Dit leerplandoel kan je behandelen in samenhang met het STEM-concept: patronen.

LPD 22 + De leerlingen vormen van anorganische stoffen met gegeven formule de naam en omgekeerd.

Wenk: Je kan focussen op de naamgeving zonder dat dit doorgedreven en complex aan bod komt. In de tweede graad wordt de chemische naamgeving eenvoudig gehouden, door bij voorkeur namen te gebruiken die zo volledig mogelijk de formulesamenstelling weerspiegelen volgens de internationaal geldende nomenclatuurregels. Het schrappen van overbodige indices (Griekse telwoorden) en het gebruik van de stocknotatie worden omwille van bijkomende complexiteit voor de leerling best uitgesteld tot de derde graad.

Wenk: Triviale namen: zoutzuur, ammoniak, salpeterzuur, zwavelzuur, fosforzuur, soda, koolzuur, loogoplossing, gips, keukenzout, bakpoeder, kalk ...

Wenk: Voor elementen uit de hoofdgroepen Ia, IIa en IIIa kan je het oxidatiegetal afleiden via het periodiek systeem. Dat is een voorbereiding op het ontleden van een redoxreactie. Je kan leerlingen een tabel laten gebruiken met



oxidatiegetallen.

Wenk: Je kan aandacht besteden aan voorkomen, belang en eigenschappen van een aantal relevante stoffen bv. koolstofmonoxide, koolstofdioxide, water, natriumchloride, ammoniak waarbij de naam en symbolische voorstelling aan bod komen.

Wenk: Dit leerplandoel kan je behandelen in samenhang met het STEM-concept: patronen.

LPD K1 De leerlingen identificeren anorganische reactietypes:

- reactie van metalen en/of niet-metalen met dizuurstof;
- reactie van niet-metaal- en metaaloxide in water.

Wenk: Je kan een schema met de reactiepatronen laten hanteren. Je kan vertrekken vanuit voorbeelden uit het dagelijkse leven: verbrandingsreactie, roesten fiets, kalkwater, CO₂ in water, zure regen ...

LPD 23 De leerlingen classificeren vanuit de IUPAC-naamgeving alkanen in hun stofklasse zowel op basis van een gegeven formule als op basis van een naam.

Wenk: Je kan verwijzen naar de regels van de IUPAC-naamgeving; de nadruk wordt gelegd op het gebruik van achtervoegsels bij de karakterisering van de functionele groep. Uitgebreide principes van de naamgeving bij organische stoffen komen aan bod in de derde graad.

Je kan de naamgeving van de tien laagste n-alkanen aan bod laten komen als basis voor de derde graad.

Wenk: Alkanen in toepassingen en biologische en chemische processen in het dagelijks leven bv. aardgas, methaangas.

Wenk: Fysische eigenschappen kan je aanbrengen via tabellen met kookpunt en smeltpunt en/of door een aantal stoffen te tonen. Zo kan je ook de aggregatietoestand bij kamertemperatuur duiden.

Wenk: Je kan kleurencodes hanteren voor atomen (C: zwart, metalen: grijs; H: wit, O: rood, N: blauw, halogenen: groen).

Wenk: Dit leerplandoel kan je behandelen in samenhang met het STEM-concept: patronen.

4.3.6 Eigenschappen van stoffen

Minimumdoelen, cesuurdoelen of doelen die leiden naar BK

LPD 24 De leerlingen onderscheiden polaire en apolaire stoffen op basis van hun oplosbaarheid in water.

★ Elektronegativiteit

Wenk: Je kan elektronegativiteit behandelen als verschil in EN-waarde tussen de bindingsatomen om een polaire van een apolaire binding te onderscheiden.

Je kan aangeven dat er stoffen zijn met polaire bindingen maar toch een apolaire verbinding zijn vanuit de geometrie (zoals CO₂).

LPD 25 De leerlingen leggen het verband uit tussen bindingstype en oplosbaarheid in water.

Wenk: Je kan bij het oplossen van stoffen in water principes van dissociatie en ionisatie aan bod laten komen en wijzen op het verschil tussen het vrijkomen van ionen (dissociatie) en het vormen van ionen (ionisatie). Je kan dat linken aan water als dipoolmolecule.

LPD 26 De leerlingen leggen het verband uit tussen het bindingstype en het geleidingsvermogen.

★ Elektrolyten

Wenk: Je kan het verband tonen tussen het aantal ionen in een oplossing en geleidbaarheid en het onderscheid tussen geleidbaarheid van zuivere stoffen en van oplossingen behandelen.

Je kan aangeven dat metalen niet geleiden door ionen maar door beweeglijke elektronen. Inhoudend over geleiders en isolatoren komen in Fysica (Elektrodynamica) aan bod.

Wenk: Je kan dit leerplandoel behandelen in samenhang met STEM-doelen over voeren van onderzoek en over veilig en geïnformeerd werken waarbij ook labovaardigheden aan bod komen.

4.3.7 Kwantitatieve aspecten

Minimumdoelen, cesuurdoelen of doelen die leiden naar BK

LPD 27 De leerlingen leggen het verband tussen stofhoeveelheid, molaire massa en molaire concentratie.

Samenhang tweede graad: formules omvormen (II-Wis-da LPD 13)

Wenk: Je kan gebruik maken van een formularium.
Het omvormen van formules kan je beperken tot het uitdrukken van één variabele in functie van de ander.

Wenk: Je kan de constante van Avogadro aan bod laten komen.

Wenk: Focus op correct omgaan met grootheden en eenheden. Je kan het omzetten van maatgetallen bij wijzigende eenheden inoefenen.

4.3.8 Reactiesoorten

Minimumdoelen, cesuurdoelen of doelen die leiden naar BK

LPD 28 De leerlingen stellen met gegeven reagentia de vergelijking van een eenvoudige neerslag- en neutralisatiereactie op.



Wenk: Je kan leerlingen laten kennismaken met verschillende reactietypes uit de anorganische chemie waaronder een neerslag-, gasontwikkelings- en neutralisatiereactie. Toepassingen zoals zure grond neutraliseren met kalk, maagzuurremmer gebruiken, kalkaanslag op verwarmingsweerstand. De principes van een neerslagreactie en een zuur-basereactie komen minstens aan bod.

Wenk: Vanuit een oplosbaarheidstabel leiden leerlingen af of het samenbrengen van ionencombinaties al dan niet leidt tot de vorming van een neerslag. Pas daarna komt het opstellen en balanceren van de reactievergelijking aan bod waarbij ook de notatie van aggregatietoestanden wordt belicht.

Je kan een stappenplan aanwenden als oplossingsstrategie: het opstellen van de ionisatie- en dissociatievergelijking van de samenvoegende stoffen, het opstellen van de essentiële ionenreactie, het opstellen van de stoffenreactievergelijking.

Wenk: Dit leerplandoel kan je behandelen in samenhang met LPD 13 over balanceren van een chemische reactie en wet van behoud van massa.

LPD 29 De leerlingen brengen de pH in verband met het zuur, basisch of neutraal karakter van een waterige oplossing en lichten de functie van een zuur-base-indicator toe.

Wenk: Je kan aangeven dat het pH-begrip een aanduiding is voor de zuurtegraad van een oplossing.

Wenk: Je kan onderzoek doen naar het zuur, basisch of neutraal karakter van stoffen en oplossingen met behulp van UI-papier/ indicatoren ... en dit leerplandoel behandelen in samenhang met STEM-doelen over voeren van onderzoek en over veilig en geïnformeerd werken waarbij ook labovaardigheden aan bod komen.

LPD K2 De leerlingen ontleden in een eenvoudige redoxreactie de begrippen oxidator, reductor, oxidatie en reductie, elektronenoverdracht.

Wenk: Je kan het oxidatiegetal laten afleiden uit de brutoformule aan de hand van regels, het periodiek systeem of de lewisformule. Je kan dat behandelen in samenhang met LPD 22+ over formules vormen van anorganische stoffen.

4.4 Fysica

Minimumdoelen, cesuurdoelen of doelen die leiden naar BK

4.4.1 Kracht en bewegingsverandering

LPD 30 De leerlingen stellen krachten vectorieel voor en leggen het verband tussen de verandering van de bewegingstoestand van een lichaam en de resulterende kracht.

- ★ Dynamische effecten van een resulterende kracht: versnellen, vertragen, van richting veranderen

krachten en hun uitwerking. (I-Nat-a LPD 21); verband leggen tussen constante snelheid, verplaatsing en tijdsduur (I-Tec-a LPD 8

Wenk: In de eerste graad zijn al verschillende krachten aan bod gekomen. Je kan hier

dieper ingaan op zwaartekracht, veerkracht, normaalkracht, Archimedeskracht. Je kan een link maken met het doel over het voeren van onderzoek.

Wenk: Het is belangrijk om bij de vectorvoorstelling aandacht te hebben voor de grootte, richting, zin en het aangrijpingspunt.

Wenk: Je kan ingaan op het concept gewicht als kracht op een ondersteuning of ophanging. Een vallend lichaam is niet onderhevig aan een ondersteuning/ophanging en is dus gewichtloos.

Wenk: Het verband tussen de bewegingstoestand en evenwicht van krachten kan op meerdere manieren aan bod komen.

- Je kan starten met het waarnemen van verschillende soorten bewegingstoestanden: rust of een constante snelheid (bij een resulterende kracht gelijk aan nul) of versnellen, vertragen, van richting veranderen als dynamische effecten van een resulterende kracht.
- Je kan de inwerking van krachten laten waarnemen in herkenbare situaties waarbij de complexiteit geleidelijk toeneemt (vertrekken vanuit al gekende krachten, meerdere krachten ...)
- Als de resulterende kracht nul is dan is het voorwerp eenparig rechtlijnig aan het bewegen of is het in rust. Je kan de link leggen met het STEM-concept stabiliteit en verandering: er is nood aan een kracht om de bewegingstoestand te veranderen.
- Je kan het traagheidsbeginsel (eerste wet van Newton) met eenvoudige proefjes en voorbeelden aantonen zoals het wegtrekken van een tafellaken onder een voorwerp, whiplash bij een auto-ongeval ... Alle lichamen behouden van nature hun bewegingstoestand en hebben een resulterende kracht nodig om die te veranderen.
- Je kan de invloed van de massa aangeven op de verandering van de snelheid bij een gegeven kracht (tweede wet van Newton).

Wenk: Het is zinvol om concepten over kracht en bewegingsverandering te gebruiken om veiligheidsmaatregelen en -toepassingen in het verkeer toe te lichten.

- Gevolgen van krachten in het verkeer in situaties zoals botsingen, versnellen, vertragen, bocht nemen, hellingen op- en afrijden ... Je kan het gebruik van veiligheidsgordels aangeven om lichamen te beschermen tegen effecten van het traagheidsbeginsel. Je kan de rol van oppervlakte-eigenschappen van banden en wegdek aangeven in functie van wrijvingskrachten.
- Je kan de link leggen met het STEM-concept oorzaak en gevolg: reactietijd en reactieafstand en de invloed op veilig afstand houden in het verkeer. Het verband tussen snelheid en stopafstand wordt kwalitatief besproken. Je kan vanuit een eenparig rechtlijnige beweging de invloed van de reactietijd op de remweg van een transportmiddel bepalen.
- Resulterende krachten kunnen ook vervorming veroorzaken: denk aan het belang van kreukelzones die de veiligheid van voertuigen verhogen. Bij een aanrijding neemt deze zone door vervorming het grootste deel van de botsingsenergie op. Zo wordt minder kracht uitgeoefend op de inzittenden.
- Je kan de link leggen met regelgeving of aanbevelingen die de maximumsnelheid verlagen bij weersomstandigheden die de wrijvingskracht doen dalen.



4.4.2 Druk

LPD 31 De leerlingen verklaren fenomenen of toepassingen uit het dagelijks leven aan de hand van het concept druk.

- ★ Druk als grootte van de kracht per oppervlakte

analyse van materialen (bv. drukspanning) (I-Tec-a LPD 7)

Wenk: Je kan aandacht besteden aan het STEM-concept structuur en functie door de nadruk te leggen op het omgekeerd evenredig verband tussen druk en oppervlakte. Door het oppervlak van een systeem aan te passen kan de invloed van een gegeven kracht $F=p \cdot A$ gewijzigd worden. Je kan ook de grafiek $p=f(A)$ opstellen bij $F=Cte$ en zo het wiskundig model opbouwen van het omgekeerd evenredig verband.

Wenk: Het is zinvol om aandacht te besteden aan veiligheidsaspecten waar druk een belangrijke rol speelt. Je kan ingaan op voorbeelden zoals de overdrukbeveiliging van een boiler, het verlagen of verhogen van de druk op een ondergrond om het effect van de kracht aan te passen zoals bij het plaatsen van een ladder, het perforeren van materiaal, druk op het trommelvlies bij het duiken of vliegen ...

Wenk: Je kan gasdruk verklaren als de kracht die uitgeoefend wordt door de op wand botsende gasdeeltjes per eenheid van oppervlakte in een bepaald afgesloten volume. Je kan dit het gemakkelijkst illustreren met een simulatie.

Wenk: Je kan aangeven dat de hydrostatische en de atmosferische druk veroorzaakt wordt door de zwaartekracht op de massa van de bovenliggende deeltjes en afhangt van de hoogte van de bovenliggende lagen.

Wenk: Je kan aangeven dat de luchtdruk gemeten kan worden met een barometer.

Wenk: Door een verschil tussen onderdruk en bovendruk ontstaat er een kracht waardoor de bewegingstoestand verandert (bv. in het weer, in de longen, bloedcirculatie ...). Zie ook het belang van overdruk in steriele ruimtes en onderdruk in kerncentrales.

Wenk: Voorbeelden van toepassingen: opzuigen van stoffen, rondpompen van vloeistoffen in verwarmingssystemen, ademhaling, watertoren, weersfenomenen ...

4.4.3 Thermodynamica

LPD 32 De leerlingen lichten het verband toe tussen warmte en temperatuursverandering of faseovergang.

thermische uitzetting of krimp; (I-Nat-a LPD 11); aggregatietoestanden en faseovergangen; deeltjesmodel (I-Nat-a LPD 10)

Wenk: Het is belangrijk om het onderscheid toe te lichten tussen temperatuur en warmte. In de dagelijkse omgangstaal wordt warmte immers vaak als synoniem voor temperatuur gebruikt: "het is hier warm". Je kan warmte omschrijven als vorm van energietransport ten gevolge van een temperatuurverschil.

Wenk: De hoeveelheid warmte die nodig is om een temperatuursverandering te veroorzaken hangt ook af van de soort stof en de massa ervan. Denk aan de proef met een gloeiende spijker versus een bakje water.

Wenk: Temperatuur heeft geen bovengrens, maar wel een ondergrens: het absolute nulpunt.

LPD 33 De leerlingen lichten het ontstaan van thermisch evenwicht toe aan de hand van de warmtebalans.

Wenk: Thermisch evenwicht ontstaat als twee objecten of systemen dezelfde temperatuur bereiken en geen netto energie meer uitwisselen via warmte.

Wenk: Het is aangewezen om aandacht te besteden aan veiligheidsaspecten zoals de invloed van warmtecapaciteit, isolatie om te beschermen tegen hoge temperatuur, de functie van koelvinnen en ventilatoren om oververhitting te vermijden ...

Wenk: Je kan simulaties over thermodynamica inzetten.

Wenk: Je kan de link leggen met het STEM-concept systemen en hun modellen (aanduiden van de warmtestroom in een blokschema).

4.4.4 Energie-omzettingen en vermogen

LPD 34 De leerlingen stellen de energiebalans van energieomzettingen op aan de hand van de wet van behoud van energie.

energieomvormingen (I-Nat-a LPD 16)

Wenk: Energievormen die je kan beschouwen bij het opstellen van de energiebalans: gravitationele, elastische, kinetische, chemische, thermische, elektrische, straling, kernenergie. Je kan de link leggen naar energie-uitwisseling bij chemische reacties.

Wenk: De uitgevoerde energie kan geclassificeerd worden in voor de mens bruikbare en niet-bruikbare energiesoorten. Thermische energie komt altijd vrij en vaak als niet-nuttige energie. Zo kan je de wet van behoud van energie duidelijk maken.

Wenk: Je kan vaak gebruikte eenheden voor energie aangeven: kWh en kcal. Leerlingen hoeven geen omzettingen tussen eenheden voor energie uit te voeren.

Wenk: Om een meerwaarde te bieden tegenover de eerste graad kan je de formules voor kinetische en potentiële energie kwalitatief interpreteren in concrete voorbeelden van omzetting tussen kinetische en gravitationele energie.

Wenk: Je kan de link leggen met duurzame energieproductie. Productie betekent hier een energie-omzetting naar een door de mens bruikbare vorm. Vele hedendaagse systemen proberen om zo veel mogelijk nuttige energie uit de omzetting te halen: condensatieketel, warmtekrachtkoppeling, STEG-centrale ...

Wenk: Voorbeelden van toepassingen: een schommel, een achtbaan, skatebanen ... Je kan ook gebruik maken van simulaties om de omzetting te visualiseren.

Wenk: De STEM-concepten systemen en hun modellen en stromen van energie kunnen



aan bod komen door de aanvoer en uitvoer van energie aan te geven in een blokschema.

LPD 35 De leerlingen voeren berekeningen uit in verband met vermogen en rendement bij energieomzettingen in systemen.

Samenhang tweede graad: formules omvormen (II-Wis-da LPD 13)

Wenk: Je kan aandacht besteden aan het belang van een goed systeemrendement (energielabel), thermische isolatie van gebouwen en aan noodzakelijke koeling van systemen die energie dissiperen.

Wenk: Je kan inspelen op leerlingendenkbeelden over energieverlies door gebruik te maken van het concept energiedissipatie bij open en geïsoleerde systemen.

Wenk: Met een energiemeter kan je op een eenvoudige manier het energiegebruik van een toestel meten. Ook het energiegebruik van een systeem berekenen aan de hand van gegevens over het vermogen en de kostprijs bepalen behoren tot de mogelijkheden.

Wenk: Je kan aandacht besteden aan de STEM-concepten oorzaak en gevolg en structuur en functie door aan te geven hoe systemen thermische energie beter kunnen behouden of afgeven. Afgifte wordt bevorderd door aangepaste vormgeving: koelvinnen, verhoogd oppervlak, koelvloeistof ... Afgifte wordt tegengegaan door gebruik van isolatiematerialen, vermijden van warmtelekken ...

4.4.5 Elektrodynamica

LPD 36 De leerlingen analyseren verbanden tussen stroomsterkte, spanning en weerstand in een gelijkstroomkring.

Samenhang tweede graad: formules omvormen (II-Wis-da LPD 13)

analyse van energiesystemen (I-Tec-a LPD 9)

Wenk: Je kan gebruik maken van een hydraulisch analogiemodel:

- de analogie tussen debiet (fluïdumstroom) en elektrische stroomsterkte;
- de analogie tussen hoogteverschil en spanning;
- de analogie tussen stromingsweerstand en elektrische weerstand.

Wenk: Je kan het begrip elektrische lading linken aan het atoommodel (chemie). Vanuit het verschil in geleidbaarheid/weerstand krijgen de begrippen geleider en isolator betekenis. Je kan ook hier de link leggen naar chemie: bindingstype en geleiding.

Wenk: Je kan leerlingen laten redeneren met grafische voorstellingen en de formules. Je kan dit koppelen aan betekenisvolle contexten zoals de stroom door het menselijk lichaam berekenen bij contact met een bepaalde spanning.

Wenk: Je kan ook de eigenschappen van een serie- en parallelschakeling met elkaar vergelijken en in verband brengen met toepassingen in het dagelijks leven. Leerlingen hoeven geen gemengde schakelingen te bespreken.

Wenk: Je kan aandacht besteden aan de werking en het belang van veiligheidssystemen in een elektrische installatie bij de risico's elektrocutie, kortsluiting en

overbelasting. Je kan dit in verband brengen met de verbanden tussen spanning, stroom, weerstand en geleidbaarheid. Je kan dit ook koppelen aan het STEM-concept oorzaak-gevolg.

Wenk: Voor de risico's elektrocutie, brand door kortsluiting en overbelasting kan je ingaan op deze veiligheidssystemen: zekering, verliesstroomschakelaar, aarding en elektrische isolatie.

Wenk: Je kan wijzen op het belang van veiligheidsspanning en isolatie om eventuele stromen door het menselijk lichaam (vooral deze door het hart) te beperken in gevaarsituaties (bijv. in de auto, speelgoed ...).

Wenk: Je kan het verband tussen spanning en stroom $I=f(U)$ onderzoeken door dit doel te koppelen aan het STEM-doel over het voeren van onderzoek.

Wenk: Je kan je beperken tot ohmse weerstanden en niet-lineaire weerstanden (halfgeleider zoals LED, gloeilamp ...) buiten beschouwing laten.

LPD 37 De leerlingen leggen het Joule-effect uit aan de hand van toepassingen.

Wenk: Je kan het joule-effect verklaren met het deeltjesmodel: bijvoorbeeld de stroom van elektronen in een geleider veroorzaakt meer botsingen met de roosterionen waardoor ze meer gaan trillen. Je legt dan de link naar het STEM-concept 'systemen en hun modellen'.

Wenk: Voorbeelden van toepassingen: bij bliksem, elektrische toestellen. Soms is het joule-effect gewenst (bv. bij verwarmingstoestellen), soms is het ongewenst (bv. bij verlichtingstoestellen, elektrische leidingen en computers).

5 Basisuitrusting

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

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

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

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

De zorg van de school voor een veilige, gezonde en milieubewuste leef- en leeromgeving in de (praktische) lessen natuurwetenschappen vormen hierbij een uitgangspunt. Deze zorg voor veiligheid en milieuzorg in het schoollaboratorium wordt geconcretiseerd in adviezen vanuit wettelijke regelgeving rond welzijn en milieu in de uitgave 'Chemicaliën op school' (COS) van de Koninklijke Vlaamse Chemische Vereniging (KVCV). Deze COS-brochure vormt dan ook de leidraad inzake veiligheidsonderwijs voor leerlingen, de



aankoop, opslag en het gebruik van chemicaliën, het milieuvriendelijk en veilig afvalbeheer, de inrichting van wetenschapslokalen en de organisatie van praktijklessen. Er werd rekening gehouden met de pedagogisch-didactische aspecten van de natuurwetenschappelijke vakken in het secundair onderwijs en met het onderwijsniveau, de studierichtingen, de leerdoelen en de vaardigheidsverschillen tussen leraren en leerlingen.

Risicoanalyses voor chemicaliën en voor infrastructuur

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

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

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

5.1 Infrastructuur

Een lokaal

- met een (draagbare) computer waarop de nodige software en audiovisueel materiaal kwaliteitsvol werkt en die met internet verbonden is;
- met de mogelijkheid om (bewegend beeld) kwaliteitsvol te projecteren;
- met de mogelijkheid om geluid kwaliteitsvol weer te geven;
- met de mogelijkheid om draadloos internet te raadplegen met een aanvaardbare snelheid;
- met voldoende materiaal (per 2 leerlingen) voor de uit te voeren 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 duurere 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) of de cesuurdoelen (CD) realiseren.

Leerplandoel	Minimumdoelen of cesuurdoelen
1	MD 06.35
2	MD 06.34
3	MD 06.36
4	MD 06.37
5	MD 06.20
6	MD 06.21
7	MD 06.21
8	MD 06.21
9	MD 06.22
10	MD 06.23
11	CD 09.03.02
12	MD 06.25
13	MD 06.26
14	MD 06.26
15	MD 06.24
16	CD 09.03.01
17	CD 09.03.01
18	CD 09.03.07

19	CD 09.03.02
20	CD 09.03.02
21	CD 09.03.05
22+	-
23	CD 09.03.05
24	CD 09.03.03
25	CD 09.03.03
26	CD 09.03.03
27	CD 09.03.07
28	CD 09.03.04
29	CD 09.03.06
30	MD 06.30
31	MD 06.31
32	MD 06.29
33	MD 06.29
34	MD 06.27
35	MD 06.28
36	MD 06.33
37	MD 06.32

7.2 Minimumdoelen basisvorming

06.20 De leerlingen leggen aan de hand van een voorbeeld uit dat organismen zich kunnen handhaven dankzij biologische feedback.

Onderliggende (kennis)elementen:

- Functie van hormonen

06.21 De leerlingen leggen de positieve en negatieve rol uit van virussen, bacteriën en schimmels in de natuur en in toepassingen voor de mens.

Onderliggende (kennis)elementen:

- Microbioom



- 06.22 De leerlingen leggen de hormonale regeling van het voortplantingssysteem bij de mens uit.
- 06.23 De leerlingen onderzoeken zuivere stoffen en mengsels in het dagelijkse leven aan de hand van eigenschappen en scheidingstechnieken.
- Onderliggende (kennis)elementen:
- Stofeigenschappen
- 06.24 De leerlingen gebruiken een atoommodel om de structuur van atomen te beschrijven.
- 06.25 De leerlingen interpreteren de symbolische schrijfwijze van enkelvoudige en samengestelde stoffen.
- 06.26 De leerlingen interpreteren chemische reacties in termen van materie- en energie-uitwisseling.
- 06.27 De leerlingen stellen de energiebalans van energieomzettingen op aan de hand van de wet van behoud van energie.
- 06.28 De leerlingen voeren berekeningen uit in verband met vermogen en rendement bij energieomzettingen in systemen.
- 06.29 De leerlingen lichten het verband toe tussen warmte en temperatuursverandering of faseovergang.
- Onderliggende (kennis)elementen:
- Warmtebalans
 - Thermisch evenwicht
- 06.30 De leerlingen stellen krachten vectorieel voor en leggen het verband tussen de verandering van de bewegingstoestand van een lichaam en de resulterende kracht.
- Onderliggende (kennis)elementen:
- Dynamische effecten van een resulterende kracht: versnellen, vertragen, van richting veranderen
- 06.31 De leerlingen verklaren fenomenen of toepassingen uit het dagelijks leven aan de hand van het concept druk.
- Onderliggende (kennis)elementen:
- Druk als grootte van de kracht per oppervlakte
- 06.32 De leerlingen leggen het Joule-effect uit aan de hand van toepassingen.
- 06.33 De leerlingen analyseren verbanden tussen stroomsterkte, spanning en weerstand in een gelijkstroomkring.
- 06.34 De leerlingen werken op een veilige en duurzame manier met materialen, stoffen, organismen en technische systemen.
- 06.35 De leerlingen voeren onderzoek aan de hand van een wetenschappelijke methode om kennis te ontwikkelen en om vragen te beantwoorden.
- Voetnoot:
- Rekening houdend met concepten van de tweede graad.
- 06.36 De leerlingen ontwerpen een oplossing voor een probleem door wetenschappen, technologie of wiskunde geïntegreerd aan te wenden.
- Voetnoot:

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

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

Voetnoot:

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

7.3 Cesuurdoelen

09.03.01 De leerlingen leggen het verband tussen de plaats en de eigenschappen van atomen in het PSE.

09.03.02 De leerlingen stellen chemische structuurformules op van enkelvoudige en binaire anorganische stoffen.

- Roostermodel
- Lewisstructuur
- Ionbinding, atoombinding, metaalbinding

09.03.03 De leerlingen brengen elektronegativiteit, polariteit en elektrolyten in verband met oplosbaarheid en elektrische geleiding.

09.03.04 De leerlingen stellen de reactievergelijking op van een eenvoudige reactie met ionenuitwisseling.

09.03.05 De leerlingen classificeren organische en anorganische stoffen zowel op basis van een gegeven formule als op basis van een naam.

- Anorganische zuren, basen, zouten, oxiden
- Alkanen
- IUPAC-naamgeving

09.03.06 De leerlingen brengen de pH in verband met het zuur, basisch of neutraal karakter van een waterige oplossing en lichten de functie van een zuur-base indicator toe.

09.03.07 De leerlingen leggen het verband tussen stofhoeveelheid, molaire massa en molaire concentratie.



Inhoud

1	Inleiding	3
1.1	Het leerplanconcept: vijf uitgangspunten.....	3
1.2	De vormingscirkel – de opdracht van secundair onderwijs.....	3
1.3	Ruimte voor leraren(teams) en scholen.....	4
1.4	Differentiatie.....	4
1.5	Opbouw van leerplannen.....	6
2	Situering	7
2.1	Samenhang met de eerste graad.....	7
2.2	Samenhang in de tweede graad.....	7
2.3	Plaats in de lessentabel.....	7
3	Pedagogisch-didactische duiding	8
3.1	Natuurwetenschappen en het vormingsconcept.....	8
3.2	Krachtlijnen.....	9
3.3	Opbouw.....	9
3.4	Leerlijnen.....	10
3.4.1	Samenhang met de eerste graad.....	10
3.4.2	Samenhang in de tweede 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.....	18
4.2.1	Biologische feedback.....	18
4.2.2	Rol van micro-organismen.....	19
4.2.3	Voortplanting.....	20
4.3	Chemie.....	21
4.3.1	Mengsels en zuivere stoffen.....	21
4.3.2	Aspecten van een chemische reactie.....	22
4.3.3	Bouw en eigenschappen van atomen.....	23
4.3.4	Chemische bindingen.....	24

4.3.5	Indeling van samengestelde stoffen	25
4.3.6	Eigenschappen van stoffen	26
4.3.7	Kwantitatieve aspecten.....	27
4.3.8	Reactiesoorten	27
4.4	Fysica	28
4.4.1	Kracht en bewegingsverandering	28
4.4.2	Druk.....	30
4.4.3	Thermodynamica	30
4.4.4	Energie-omzettingen en vermogen	31
4.4.5	Elektrodynamica	32
5	Basisuitrusting	33
5.1	Infrastructuur	34
5.2	Materiaal, toestellen, machines en gereedschappen.....	34
6	Glossarium.....	35
7	Concordantie	36
7.1	Concordantietabel	36
7.2	Minimumdoelen basisvorming	37
7.3	Cesuurdoelen	39

