LEERPLAN
SECUNDAIR ONDERWIJS

Natuurwetenschappen B+S

2de graad D-finaliteit

II-NatS-d

BRUSSEL

D/2024/13.758/054

Versie oktober 2024

KATHOLIEK ONDERWIJS .VLAANDEREN

1 Inleiding

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

1.1 Het leerplanconcept: vijf uitgangspunten

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

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

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

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

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

1.2 De vormingscirkel – de opdracht van secundair onderwijs

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

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

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

- De kwetsbaarheid van leerlingen ernstig nemen betekent dat elke leerling **beloftevol** is en alle leerkansen verdient. Die leerling is **uniek als persoon** maar ook **verbonden** met de klas, de school en de bredere samenleving. Scholen zijn **gastvrije plaatsen** waar leerlingen en leraren elkaar ontmoeten in diverse contexten. De leraar vormt zijn leerlingen vanuit een **genereuze** attitude, hij geeft om zijn leerlingen en hij houdt van zijn vak. Hij durft af en toe de gebaande paden verlaten en stimuleert de **verbeelding en creativiteit** van leerlingen. Zo zaait hij door zijn onderwijs de kiemen van een hoopvolle, **meer duurzame en meer rechtvaardige wereld.**
- Leraren vormen leerlingen door middel van leerinhouden die we groeperen in negen **vormingscomponenten**. De aaneengesloten cirkel van vormingscomponenten wijst erop dat vorming een geheel is en zich niet in schijfjes laat verdelen. Je kan onmogelijk over taal spreken zonder over cultuur bezig te zijn; wetenschap en techniek hebben een band met economie, wiskunde, geschiedenis … 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 leerkansen te bieden is differentiëren van belang in alle leerlingengroepen. Leerlingen voor wie dit leerplan is bestemd, behoren immers wel tot dezelfde doelgroep, maar bevinden zich niet noodzakelijk in dezelfde beginsituatie. Zij hebben een niet te onderschatten – maar soms sterk verschillende – bagage mee vanuit de onderliggende graad, de thuissituatie en vormen van informeel leren. Het is belangrijk om zicht te krijgen op die aanwezige kennis en vaardigheden en vanuit dat gegeven, soms gedifferentieerd, verder te bouwen. Positief en planmatig omgaan met verschillen tussen leerlingen verhoogt de motivatie, het welbevinden en de leerwinst voor elke leerling.

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

Differentiatie door te verdiepen en te verbreden

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

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

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

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

Differentiatie door de leeromgeving aan te passen

Doordachte variatie in werkvormen (groepswerk, individueel, auditief, visueel, actief …) vergroot de kans dat leerdoelen worden gerealiseerd door alle leerlingen. Het helpt hen bovendien ontdekken welke manieren van leren en informatie verwerken best bij hen passen.

De ene leerling kan snel of zelfstandig werken, de andere heeft meer tijd of begeleiding nodig. Variëren in de mate van ondersteuning, gericht aanbieden van hulpmiddelen (voorbeelden, schrijfkaders, stappenplannen …) en meer of minder tijd geven, daagt leerlingen uit op hun niveau en tempo.

Leerlingen op hun niveau en vanuit eigen interesses laten werken kan door te differentiëren in product, bijvoorbeeld door leerlingen te laten kiezen tussen opdrachten die leiden tot verschillende eindproducten.

Het samenstellen van groepen kan een effectieve manier zijn om te differentiëren. Rekening houden met verschil in leerdoelen en leerlingenkenmerken laat leerlingen toe van en met elkaar te leren.

Technologie kan al die vormen van differentiatie ondersteunen. Zo kunnen leerlingen op hun maat werken met digitale leermiddelen zoals educatieve software of online oefenprogramma's.

Differentiatie in evaluatie

Tenslotte laten de leerplannen toe te differentiëren in evaluatie en feedback. Evalueren is beoordelen om te waarderen, krachtiger te maken en te sturen.

Na de afronding van een lessenreeks of na een langere periode gaan leraren door middel van summatieve evaluatie na waar leerlingen staan. De keuze van een evaluatie- en feedbackvorm is afhankelijk van de vooropgestelde doelen.

Formatieve evaluatie is geïntegreerd in het leerproces en gaat uit van een actieve betrokkenheid van leraar en leerling. Het zet leerlingen aan het denken over hun vorderingen en laat leraren toe om tijdens het leerproces effectieve feedback te geven. Door middel van formatieve evaluatie krijgen leraren een goed zicht op het leerproces van leerlingen zodat ze het verder gericht en waar nodig kunnen bijsturen. Het is bovendien een rijke bron voor leraren om te reflecteren over de eigen onderwijspraktijk en de eigen pedagogisch-didactische aanpak bij te sturen.

1.5 Opbouw van leerplannen

Elk leerplan is opgebouwd volgens een vaste structuur. Alle onderdelen maken inherent deel uit van het leerplan. Schoolbesturen van Katholiek Onderwijs Vlaanderen die de leerplannen gebruiken, verbinden zich tot de realisatie van het gehele leerplan.

De **inleiding** licht het leerplanconcept toe en gaat dieper in op de visie op vorming, de ruimte voor leraren(teams) en scholen en de mogelijkheden tot differentiatie.

De **situering** geeft aan waarop het leerplan is gebaseerd en beschrijft de samenhang binnen de graad en met de onderliggende graad, en de plaats in de lessentabel.

In de **pedagogisch-didactische duiding** komen de inbedding in het vormingsconcept, de krachtlijnen, de opbouw, de leerlijnen, de aandachtspunten met o.m. nieuwe accenten van het leerplan aan bod.

De **leerplandoelen** zijn helder geformuleerd en geven aan wat van leerlingen wordt verwacht. Waar relevant geeft een opsomming of een afbakening (⍰) aan wat bij de realisatie van het leerplandoel aan bod moet komen. Ook pop-ups bevatten informatie die noodzakelijk is bij de realisatie van het leerplandoel.
De leerplandoelen zijn gebaseerd op de minimumdoelen van de basisvorming, de 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

Het leerplan is gebaseerd op:

- minimumdoelen van de basisvorming Wetenschappen en STEM;
- cesuurdoelen Biologie, Chemie, Fysica en STEM.

2.1 Samenhang met de eerste graad

Het leerplan Natuurwetenschappen B+S (II-NatS-d) van de tweede graad D-finaliteit bouwt verder op het leerplan Natuurwetenschappen (I-Nat-a) en voor een aantal leerplandoelen 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-finaliteit. In de onderstaande tabel wordt aangegeven voor welke studierichtingen de leerplannen gelden. Bijkomende informatie kan je raadplegen op de leerplanpagina.

II-Nat-d	Architecturale en beeldende vorming; Bedrijfswetenschappen; Beeldende en audiovisuele vorming; Dans; Maatschappij- en welzijnswetenschappen; Muziek; Topsport-Economie; Woordkunst-drama
II-Nat'-d	Economische wetenschappen; Freinetpedagogie; Grieks-Latijn; Humane wetenschappen; Latijn; Moderne talen; Topsport-Natuurwetenschappen
II-NatS-d	**Natuurwetenschappen; Sportwetenschappen**
II-BiWe-d	Biotechnologische wetenschappen
II-BSW-d	Biotechnologische STEM-wetenschappen

Samenhang tussen basisvorming en specifieke vorming in leerplannen Natuurwetenschappen

Leerplannen	II-Nat-d	II-Nat'-d	II-BiWe-d	II-BSW-d	II-NatS-d
STEM	B	B'	B+S	B+S	B+S
Informaticawetenschappen				S	
Biologie	B	B+	B+S	B+S	B+S
Chemie	B	B+	B+S	B+S	B+S
Fysica	B	B+	B+S'	B+S	B+S

2.3 Plaats in de lessentabel

Het leerplan Natuurwetenschappen B+S is gericht op 11 graaduren waaronder 3 graaduren Biologie, 4 graaduren Chemie en 4 graaduren Fysica en is bestemd voor volgende studierichtingen:

- Natuurwetenschappen;
- Sportwetenschappen.

Het geheel van de algemene en specifieke vorming in elke studierichting vind je terug op de PRO-pagina met alle vakken en leerplannen die gelden per studierichting.

3 Pedagogisch-didactische duiding

3.1 Natuurwetenschappen en het vormingsconcept

Het leerplan Natuurwetenschappen is ingebed in het vormingsconcept van de katholieke dialoogschool. In het leerplan ligt de nadruk op de natuurwetenschappelijke vorming. De wegwijzers duurzaamheid en verbeelding maken er inherent deel van uit.

Natuurwetenschappelijke en technische vorming

Via de verschillende wetenschapsvakken verwerven jongeren op een methodische wijze betrouwbare kennis. Leerlingen stellen hun denkbeelden bij door ze te confronteren met denkbeelden van anderen en door samen te argumenteren. Door het inzetten van wetenschappelijke concepten leren leerlingen een fysische werkelijkheid of een natuurlijk fenomeen te vatten. Daarnaast leren ze om wetenschappelijke, technische en wiskundige inzichten in te zetten om complexe vragen of levensechte problemen op te lossen. Verwondering, het voeden van nieuwsgierigheid zijn een belangrijke motor om verschijnselen op een wetenschappelijke manier te beschrijven en te verklaren. Niet alleen de inhouden maar vooral de duurzaamheid van kennis en vaardigheden, het zelf denken en kritisch zijn, het zelf kunnen onderzoeken en ontwerpen zijn richtinggevend.

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

Een vlot gebruik van informaticatechnologieën in wetenschappen kan een sterk hulpmiddel zijn. Berekeningen die, handmatig uitgevoerd, langdurig en lastig zijn, kunnen in een oogwenk 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 dan ook een rol te spelen in het creëren van een samenleving waarin onderzoeks- en innovatiepraktijken streven naar duurzame, ethisch aanvaardbare en maatschappelijk gewenste resultaten. In de diverse wetenschapsvakken willen we de maatschappelijke betrokkenheid bij leerlingen bevorderen. Leerlingen moeten kunnen bijdragen aan en hun zegje doen over onderzoek en innovatie en kritisch reflecteren over de rol van de mens in het systeem aarde.

Duurzaamheid en verbeelding

Werken vanuit duurzaamheid legt sterk de nadruk op de intrinsieke verbondenheid van alle dingen en mensen en op het behoud en de verbetering van een duurzame wereld. Inhoudelijk gaat het ook om het belang van biodiversiteit en duurzaam omgaan met technologie met aandacht voor ecologie. Verbeelding in het leerplan geeft leraren en leerlingen zuurstof om uitdagingen, vragen en problemen niet op één bepaalde manier op te lossen of te beantwoorden en om vooropgestelde methodes niet slaafs te volgen. De wetenschappelijke praktijk heeft immers in essentie een creatief karakter.

Uit de vormingscomponenten en wegwijzers zijn de krachtlijnen van het leerplan ontstaan.

3.2 Krachtlijnen

Doorgedreven wetenschappelijke inzichten opbouwen voor de STEM-professional en burger en van morgen

Leerlingen leren concepten rond Biologie, Chemie en Fysica. Op vlak van Biologie komen eigenschappen van levende systemen aan bod. In Chemie staan inzichten in bouw, structuur en eigenschappen van materie centraal naast 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 methoden, denk- en werkwijzen en vaardigheden inzetten om meer autonoom betrouwbare kennis en aangepaste oplossingen te ontwikkelen

Leerlingen leren onderzoek voeren aan de hand van een wetenschappelijke methode. Ze leren meetinstrumenten gebruiken en omgaan met grootheden en eenheden. Daarnaast werken ze met materialen en stoffen. Leerlingen leren ook om een oplossing te ontwerpen voor een probleem.

Inzicht ontwikkelen in de verbanden tussen wetenschappen, wiskunde, technologie en 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 analyseren leerlingen interacties tussen STEM en samenleving.

3.3 Opbouw

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

Overzicht van onderdelen in het leerplan

STEM-doelen (met cesuur)	**Biologie (met cesuur)**	**Chemie (met cesuur)**	**Fysica (met cesuur)**
Onderzoek voeren aan de hand van een wetenschappelijke methode	Homeostase: • Feedbacksysteem • Coördinatie reacties op prikkels	Mengsels en zuivere stoffen Aspecten van een chemische reactie	Kracht en verandering van beweging Licht en straling

Meetinstrumenten en hulpmiddelen gebruiken Gegevens of meetwaarden gebruiken Werken met stoffen en organismen Een oplossing ontwerpen voor een probleem. STEM-interacties in de samenleving analyseren	Voortplanting: hormonale regeling van het voortplantingssysteem Biodiversiteit: • Driedomeinensysteem • Belang van micro-organismen • Structuur, metabolisme en voortplanting van micro-organismen Interactie tussen organismen Materie-en energiestromen in ecosystemen	Bouw en eigenschappen van atomen Chemische bindingen Indeling samengestelde stoffen Eigenschappen van stoffen op basis van hun structuur Kwantitatieve aspecten Reactiesoorten	Krachten en hun gevolgen: druk en statica van systemen Energieomzetting en vermogen Thermodynamica Elektrodynamica
11 graaduren			

3.4 Leerlijnen

3.4.1 Samenhang met de eerste graad

Biologie	**Eerste graad**	**Tweede graad** II-Nat'-d; II-NatS-d; II-BSW-d; II-BiWe-d
Structuur, functie en informatieverwerking KERNIDEE: levende wezens bestaan uit cellen met een gelijkaardige structuur	Organisatieniveaus Celstructuren	
		Virussen, bacteriën, schimmels Structuur, metabolisme, voortplanting van micro-organismen*
		Prikkelontvangst – en verwerking Homeostase Water en assimilatentransport
Materie en energie in organismen en ecosystemen KERNIDEE: in ecosystemen concurreren organismen om materie en energie	Biotoop	Gedrag van en interacties tussen organismen
	Stof- en energieomzetting Transport in een organisme	
	Fotosynthese	
		Materie- en energiestromen in ecosysteem
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	Driedomeinensysteem

* enkel voor II-NatS-d; II-BSW-d; II-BiWe-d

Chemie	**Eerste graad**	**Tweede graad**

		II-Nat'-d; II-NatS-d; II-BSW-d; II-BiWe-d; II-TeWe-d
Structuur en eigenschappen van de materie KERNIDEE: materie bestaat uit deeltjes	Mengsels, zuivere stoffen, verbindingen en atomen	Eigenschappen mengsels en zuivere stoffen Atoommodel PSE
		Enkelvoudige en samengestelde stoffen Chemische binding en eigenschappen Dissociatie en ionisatie Polariteit *
		Oxiden, basen, zuren, zouten, alkanen: classificatie en IUPAC-naamgeving
		pH Zuur-base indicator
	Stofomzetting versus verandering van aggregatietoestand (Fysica)	Materie- en energie-uitwisseling bij chemische reacties
Chemische reacties KERNIDEE: bij elk proces wordt energie omgezet van één vorm in een andere		Eenvoudige reactievergelijking opstellen Anorganische reactietypes*
		Concentratie Stofhoeveelheid

Fysica	**Eerste graad**	**Tweede graad** II-NatS-d; II-BSW-d II-Nat'-d; II-BiWe-d
Kracht en bewegings-verandering KERNIDEE: wijziging van beweging vereist interactie met een ander object	Constante snelheid	Rechtlijnige bewegingen
	Uitwerking van krachten	Kracht als vector Kracht en bewegingsverandering Druk; ideale gaswet Statica van systemen (niet in Nat'; keuze in BiWe).
Structuur en eigenschappen van materie KERNIDEE: materie bestaat uit deeltjes	Stofomzetting versus verandering van aggregatietoestand Massadichtheid Materialen (Techniek).	
Energie KERNIDEE: bij elk proces wordt energie omgezet van één vorm in een andere.	Energievormen	Energieomzettingen Vermogen en rendement
		Warmteleer

	Energiesystemen (Techniek)	Wet van Ohm Gemengde gelijkstroomkring (Keuze in: Nat' en BiWe) Elektrisch vermogen en Joule-effect
Straling KERNIDEE: straling is overal	Energie en veiligheid Fotosynthese.	Optica (alleen in NatS en BSW)

STEM Eerste graad	**Tweede graad**
Onderzoek voeren aan de hand van een wetenschappelijke methode	Onderzoek voeren aan de hand van een wetenschappelijke methode Interacties tussen onderzoeken en ontwerpen Labovaardigheden
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 inhouden.

Leerinhoud Wiskunde	**Leerinhoud Natuurwetenschappen B+S**
Fenomenen beschrijven uit de realiteit aan de hand van wiskundige concepten	De wisselwerking tussen wetenschappen, technologie, wiskunde en de maatschappij
Vraagstukken en problemen oplossen	Een oplossing ontwerpen
Bewerkingen met vectoren	Resulterende kracht
Eerstegraadsfuncties	Eenparig rechtlijnige beweging
Formules omvormen	Formules gebruiken bij fysische problemen Kwantitatieve aspecten in chemie

In het leerplan Wiskunde is er ook aandacht voor het toepassen van de stelling van Pythagoras, het gebruik van goniometrische getallen en het verband tussen numerieke grootheden met aandacht voor de trendlijn.

Leerinhoud Aardrijkskunde	**Leerinhoud Natuurwetenschappen B+S**
Kringlopen	Materie- en energiestromen
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 vertrekt dan van een eerder conceptuele dan wel contextuele structuur van de vorming.

In dit leerplan ligt de nadruk op een doorgedreven wetenschappelijke vorming voor de STEM-professional en de burger van morgen.

3.5.2 Samenhang tussen wetenschappen

Betekenisvol STEM-onderwijs doorbreekt de grenzen van traditionele disciplines en leert verbanden leggen tussen concepten, fenomenen en toepassingen. Die samenhang komt op 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 verbindingen 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 graad. Daarin staat het voeren van onderzoek en het probleemoplossend denken centraal.

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

Onderzoekend leren, leren onderzoeken en practicum

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

- leerlingen te motiveren vanuit hun verwondering bij het waarnemen van verschijnselen;
- geïnformeerd te leren werken met meetinstrumenten, hulpmiddelen en stoffen;

- ideeën over fenomenen en systemen experimenteel te toetsen en te reflecteren over het wetenschappelijk belang van het empirisch testen van die ideeën;
- onderzoeksvaardigheden en een onderzoekende houding te ontwikkelen: kritisch willen zijn, willen begrijpen, willen delen, willen vernieuwen, nauwkeurigheid, objectief waarnemen, planmatig werken ...

Vooral de eerste twee 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 bijbehorend 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 vanuit een bepaald perspectief te kijken naar het systeem. Via de STEM-concepten ontwikkelen leerlingen geleidelijk aan een breder en dieper inzicht in vakinhouden en ontdekken ze overeenkomsten met andere inhouden. Ze 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, professionaliseringen of lerarennetwerken, surf dan naar de leerplanpagina.

4 Leerplandoelen

4.1 STEM-doelen

Minimumdoelen, cesuurdoelen of doelen die leiden naar BK

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

1ste graad: onderzoek voeren (I-Nat-a LPD 1)

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

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

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

spreek- en of schrijfkaders.

Wenk: Leerlingen hoeven niet alle vaardigheden in te oefenen bij elk onderzoek. Ze kunnen ook aan bod komen bij demonstratie-experimenten of simulaties. Wetenschappelijk onderzoek mag niet worden voorgesteld als het toepassen van een uniforme wetenschappelijke methode die verloopt volgens een vast ritueel of recept.

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

1ste graad: meetinstrumenten en hulpmiddelen (I-Nat-a LPD 2)

Wenk: Hulpmiddelen en meetinstrumenten zoals weegschaal, pH-meter en -indicatoren, thermometer, maatbeker, pipet, gereedschappen, chronometer, dynamometer, manometer, (beweging)sensor, camera, fototoestel, ICT, microscoop.

LPD 3 S De leerlingen gebruiken gegevens of meetwaarden met de juiste symbolen voor grootheden en (SI-)eenheden).

★ Meetnauwkeurigheid
Beduidende cijfers
Notaties met machten van 10

1ste graad: grootheden en eenheden (I-Nat-a LPD 3)

Wenk: Je kan aandacht besteden aan het schatten van grootheden aan de hand referentiewaarden en aan het herleiden van courante eenheden.

Wenk: Je kan de lessen starten met een link naar het mathematische in fysica bijvoorbeeld aan de hand van een film over de machten van 10 en visualisaties van dimensies in de natuur: van atoom tot kosmos.

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

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

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

1ste graad: veilig en duurzaam werken (I-Nat-a LPD 4)

Wenk: Technische systemen zoals handwerkgereedschappen, glaswerk, meetinstrumenten, computers. 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: Voorbeelden van goede praktijken voor veilig en duurzaam werken:

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

Wenk: Je kan aandacht besteden aan geïnformeerd werken door gebruik van informatie zoals instructiekaarten voor technische systemen, H/P-zinnen, pictogrammen, symbolen, onderhoudsvoorschriften, 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 5 S 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-WisS-d LPD 2; II-WisS''-d LPD 2)

1ste graad: 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 leerplandoelen Biologie, Chemie of Fysica, of ook hanteren als introductie 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: Goed gekozen problemen kunnen spontaan aanleiding geven tot integratie van meerdere domeinen. Voorbeelden van problemen en uitdagingen waarvoor een relatief eenvoudige (model)oplossing kan worden ontwikkeld kan je vinden op de leerplanpagina.

Wenk: Je kan aandacht besteden aan keuzes die de leerling(en) maakte(n) bij het ontwerpen van een oplossing. Leerlingen kunnen die beargumenteren en hun denkproces illustreren: door foto's te nemen van deeloplossingen, documentatie te verzamelen, tekeningen, schema's, een eenvoudige berekening, een proefmodel samen te stellen …

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

LPD 6 S De leerlingen analyseren 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-WisS-d LPD 1; II-WisS''-d LPD 1)

1ste graad: 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 aanknoping vormen om de onderlinge wisselwerking met wetenschappen, technologie en wiskunde te bespreken.

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

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

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

4.2 Biologie

4.2.1 Homeostase

Minimumdoelen, cesuurdoelen of doelen die leiden naar BK

LPD 1 B De leerlingen tonen aan dat plantaardige en dierlijke organismen als systeem functioneren.

1ste graad: organisatieniveaus (I-Nat-a LPD 18)

Wenk: Je kan aan de hand van eenvoudige voorbeelden aantonen dat zowel planten als dieren op uitwendige en inwendige prikkels reageren. Het is niet de bedoeling om tot op celniveau te gaan. Voorbeelden bij planten: groeien naar licht, droogtestress, beweging bij aanraking. Voorbeelden bij dierlijke organismen: honger, dorst, licht, geluid, effecten van adrenaline bij stress, hormonale regeling van de voortplanting.

Wenk: Bij planten en dieren komt telkens de systematische samenhang receptor-conductor-effector aan bod. Systeem bij planten: tropie en nastie. Systeem bij dieren: beweging en kliersecretie.

Wenk: Je kan de begrippen prikkelfilter, prikkeldrempel en prikkelgewenning aan bod laten komen.

Wenk: Dit leerplandoel kan je behandelen in samenhang met STEM-concept: systeem en model. De vergelijking tussen een organisme als systeem en een technisch systeem kan aan bod komen. Als systeem wordt bedoeld: het opvangen, verwerken en reageren op prikkels.

Wenk: Mogelijke practica en onderzoeksonderwerpen in samenhang met STEM-doelen: waarnemen van prikkels bij verschillende zintuigen.

LPD 2 B De leerlingen illustreren dat plantaardige en dierlijke organismen homeostase hanteren met behulp van feedbacksystemen.

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 regeling van de lichaamstemperatuur of de bloedsuikerspiegel, positieve feedback om de verandering van een grootheid te versterken zoals bij de stijging van het hartritme bij stress.

Wenk: Dit leerplandoel hangt samen met de coördinerende rol van het endocriene stelsel en van plantenhormonen.

Wenk: Dit leerplandoel kan je behandelen in samenhang met het STEM-concept: oorzaak en gevolg, terugkoppeling. De vergelijking tussen een organisme als feedbacksysteem en een technisch feedbacksysteem kan aan bod komen. Je kan voorbeelden van feedbacksystemen behandelen als thermoregulatie (systeem van het organisme) en thermostatische regeling van de woonkamertemperatuur (technisch systeem). Dit leerplandoel kan je ook behandelen in samenhang met STEM-doelen.

LPD 3 B De leerlingen leggen uit hoe plantaardige en dierlijke organismen prikkels ontvangen.

Wenk: Je kan bij het ontvangen van prikkels aandacht besteden aan prikkelwaarneming door receptoren, reacties op prikkels.

Wenk: Dierlijke organismen: een zintuig met bijhorende receptor wordt in detail besproken. Het is de bedoeling dat elk zintuig exemplarisch wordt behandeld; het

mechanisme van opvangen en verwerken van prikkels door de receptoren wordt veralgemeend voor de andere zintuigen. Receptoren zoals staafjes en kegeltjes, haarcellen komen aan bod.
Het is belangrijk om te duiden dat de verwerking van prikkels een proces is dat in de hersenen tot stand komt.
Je kan voorbeelden geven van zintuiglijke stoornissen.

Wenk: Plantaardige organismen: je kan receptoren zoals fotoreceptoren, mechanoreceptoren aan bod laten komen.

Wenk: Dit leerplandoel kan je behandelen in samenhang met het STEM-concept: structuur en functie.

Wenk: Mogelijke practica en onderzoeksonderwerpen in verband met de bouw van het zintuig bv. oog, oor … en/of in verband met de werking van het zintuig bv. onderzoek van het oog (blinde vlek, functie staafjes en kegeltjes, pupilreflex, gezichtsveld bij dieren); onderzoek van het oor (geluid, vergelijken oorschelp bij verschillende dieren, lokaliseren geluid, resonantie, gehoortest). Je kan de link leggen met de STEM-doelen.

LPD 4 B De leerlingen lichten de overdracht van informatie via impulsgeleiding en impulsoverdracht in zenuwen toe.

1ste graad: organisatieniveaus (I-Nat-a LPD 18)

Wenk: In functie van het bespreken van de werking komt eerst het bouwplan van de zenuwcel aan bod als deel van het perifeer zenuwstelsel, naast de delen van het centraal zenuwstelsel.
Je kan aandacht besteden aan het verband tussen een zenuwcel (neuron) en een zenuw.

Wenk: Je kan het doorgeven van een impuls aan en tussen de zenuwcellen op een eenvoudige en schematische manier beschrijven en uitleggen. Het doorgeven van een impuls als de samenwerking tussen een elektrisch en chemisch proces komt best ook aan bod.

Wenk: Je kan bij het behandelen van de werking van en het onderscheid tussen een reflex en een gewilde beweging aandacht besteden aan de kniepeesreflex of de terugtrekreflex (reflexboog via het ruggenmerg).

Wenk: Je kan stoornissen in de werking van het zenuwstelsel toelichten.

Wenk: Dit leerplandoel kan je in samenhang behandelen met de STEM-concepten: structuur en functie, stabiliteit, verandering en verstoringen.

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

- onderzoek naar reactiesnelheid;
- microscopie (doorsnede zenuw, eindplaatjes, hersenen, ruggenmerg);
- onderzoek van hersenen;
- onderzoek naar snelheid van impulsgeleiding.

LPD 5 B De leerlingen illustreren het verschil in aansturing tussen gladde en dwarsgestreepte spieren.

1ste graad: organisatieniveaus (I-Nat-a LPD 18)

Wenk: Het verband wordt gelegd tussen de bouw en ligging van de spier(cel) enerzijds en de aansturing (al dan niet onder invloed van de wil, bewust en onbewust) anderzijds.
Je bespreekt de macroscopische en microscopische bouw van de gladde en dwarsgestreepte spieren. Ook de bouw van hartspierweefsel kan aan bod komen.

Wenk: De antagonistische werking van spieren kan worden behandeld, met aandacht voor de rol van beenderen en gewrichten bij beweging.
Spiercontractie wordt op macroscopisch niveau behandeld.

Wenk: Dit leerplandoel kan je behandelen in samenhang met het STEM-concept: structuur en functie en in samenhang met STEM-doelen.

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

- macroscopisch onderzoek van spierweefsel (kippenvleugel, ham, soepvlees);
- microscopie van spierweefsel (preparaten).

LPD 6 B De leerlingen vergelijken de bouw en werking van exocriene en endocriene klieren.

Wenk: De bouw van endo-en exocriene klieren kan worden beperkt tot de aan- of afwezigheid van een afvoerbuis.
Je behandelt minstens twee exocriene klieren zoals speekselklier, traanklier, zweetklier, melkklier of talgklier en minstens twee endocriene klieren zoals hypofyse, schildklier, thymus, bijnieren, pancreas, eierstokken of teelballen.

Wenk: Dit leerplandoel kan je behandelen in samenhang met STEM-doelen.

Wenk: Mogelijke practica en onderzoeksonderwerpen in samenhang met STEM-doelen: microscopie van exo- en endocriene klieren.

LPD 7 B De leerlingen leggen aan de hand van een voorbeeld uit hoe de coördinerende rol van het endocriene stelsel bij een reactie op een prikkel bijdraagt tot het functioneren van een dierlijk organisme.

Wenk: Je kan beklemtonen dat hormonen chemische verbindingen zijn, aangemaakt in de endocriene klieren en bedoeld om informatie doorheen het lichaam te sturen.
De begrippen sleutel-slotprincipe, doelwitcel en membraanreceptor komen aan bod.
Voorbeelden: regeling bloedsuikerspiegel, mechanisme om calciumconcentratie op peil te houden, regeling stresshormonen, werking schildklier (met de link met stofwisseling), regeling van het voortplantingssysteem in samenhang met LPD 10B waar de hormonale regeling aan bod komt.
Dit leerplandoel hangt samen met LPD 2B over biologische feedbacksystemen.

Wenk: Je kan stoornissen in de werking van het hormonaal stelsel toelichten.

Wenk: Dit leerplandoel kan je in samenhang behandelen met de STEM-concepten: terugkoppeling, stabiliteit en verandering en in samenhang met het STEM-doel over interactie STEM en maatschappij (maatschappelijke problematiek van zwaarlijvigheid).

LPD 8 B De leerlingen leggen transport van water en assimilaten uit in relatie tot de morfologie van de plant.

1ste graad: celonderdelen (I-Nat-a LPD 17); organisatieniveaus (I-Nat-a LPD 18); fotosynthese (I-Nat-a LPD 19)

Wenk: Je kan volgende plantenweefsels aan bod laten komen: meristeem, vaatbundel, epidermis, huidmondje, cortex … en plantenceltypen zoals houtvaten (xyleem), zeefvaten (floëem), parenchymcellen.

Wenk: Bij het transport van water kunnen volgende items worden behandeld: houtvaten (xyleem), worteldruk, rol huidmondjes met intercellulaire holtes en de transpiratiezuiging met verdamping, capillariteit, zuigkracht van bladeren. De transpiratiezuiging kan je toelichten aan de hand van watertransport bij snijbloemen.
Je kan aandacht besteden aan hoe de plant als systeem reageert op een tekort of op een overmaat aan water en koppelen aan het hanteren van homeostase.

Wenk: Bij het assimilatentransport kunnen volgende items aan bod komen: zeefvaten (floëem), transport van energierijke stoffen (suikers) uit de fotosynthese naar plaatsen waar ze nodig zijn (groei, vruchten, reserves, celademhaling).

Wenk: Dit leerplandoel kan je behandelen in samenhang met de STEM-concepten: structuur en functie, stromen.

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

- microscopisch onderzoek preparaten plantencellen en plantenweefsels;
- functieonderzoek van verschillende plantendelen in relatie tot watertransport.

LPD 9 B De leerlingen leggen aan de hand van een voorbeeld uit hoe de coördinerende rol van plantenhormonen bij een reactie op een prikkel bijdraagt tot het functioneren van de plant.

Wenk: Je kan plantenhormonen zoals auxine en ethyleen, de rol van ethyleen bij rijping, de rol van auxine als groeihormoon en de rol van auxine en ethyleen bij bladval aan bod laten komen.
Je kan aandacht schenken aan de rol van het plantenhormoon abscisinezuur (ABA) bij de werking van de huidmondjes.

Wenk: Dit leerplandoel kan je behandelen in samenhang met de STEM-concepten: terugkoppeling, stabiliteit en verandering.

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

- onderzoek naar invloed rijp fruit (appel, peer) op kieming zaden;
- onderzoek naar invloed auxine (IAA) op wortelgroei.

4.2.2 Voortplanting

Minimumdoelen, cesuurdoelen of doelen die leiden naar BK

LPD 10 B De leerlingen leggen de hormonale regeling van het voortplantingssysteem bij de mens uit.

1ste graad: voortplanting mens (I-Nat-a LPD 23, 24)

Wenk: Elementen zoals de menstruatiecyclus, zaadcel, zygote, embryo, foetus kunnen in een logisch verband worden gekoppeld.

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 LPD 2B 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 het onderscheid behandelen tussen hormonen vanuit de hypofyse en vanuit de gonaden en de link leggen met puberteit, menopauze ...

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.

4.2.3 Biodiversiteit

Minimumdoelen, cesuurdoelen of doelen die leiden naar BK

LPD 11 B De leerlingen situeren organismen in het driedomeinensysteem.

1ste graad: biodiversiteit (I-Nat-a LPD 8)

Wenk: Je kan vertrekken vanuit waarneming. Je kan focussen op de biodiversiteit en eerder niet op doorgedreven classificatie en gebruik maken van bestaande apps om te determineren.

Wenk: Het vijfrijkensysteem (planten, dieren, schimmels, protista, monera) wordt historisch gekaderd.
Je kan aandacht hebben voor het soortbegrip, voor onderscheid tussen pro-en eukaryoten (celtypes komen aan bod in de derde graad) ...
Verwantschap tussen soorten kan worden benaderd via de binominale naamgeving.

Wenk: Je kan de relatie van virussen tot het driedomeinensysteem behandelen en kaderen waarom virussen erbuiten vallen in samenhang met het leerplandoel

over eigenschappen van onder andere virussen en de rol in de natuur.

Wenk: *Tree of life* en 'biologische soort' komen aan bod in de derde graad in samenhang met natuurlijke selectie als evolutieproces. Via *Tree of life* duiden we de evolutie vanuit de oercel naar de huidige soortenrijkdom.

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

Wenk: Mogelijke practica en onderzoeksonderwerpen in samenhang met STEM-doelen: vergelijkende microscopie van enkele groepen uit *Tree of life*.

LPD 12 B De leerlingen leggen het verband tussen eigenschappen van virussen, bacteriën en schimmels en hun positieve en negatieve rol in de natuur.

★ Microbioom

1ste graad: biodiversiteit (I-Nat-a LPD 8)

Wenk: Om diversiteit te illustreren is er een waaier aan plaatsen van voorkomen: het microbioom, verschillende ecosystemen ...
Je kan de diversiteit ook illustreren op basis van eigenschappen in samenhang met LPD 13B over bouw, vermenigvuldiging of toepassing van micro-organismen.
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 microbioom 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 microbioom van verschillende mensen vrij goed op elkaar maar zijn er ook individuele verschillen bv. het darmmicrobioom. De samenstelling van het microbioom kan worden beïnvloed door bv. voeding, leeftijd, geslacht, medicatie.

Wenk: Je kan de eigenheid van een virus aan bod laten komen: een virus is in tegenstelling tot de andere micro-organismen een niet-levend wezen (gastheerafhankelijkheid).

Wenk: Je kan voorbeelden aan bod laten komen zoals bakkers- of brouwersgist als eencellige schimmel, melkzuur- en azijnzuurbacteriën, influenza (griepvirus), coronavirus.

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 infectieziektes kunnen zo worden voorkomen. Het immuunsysteem komt aan bod in de derde graad.

Wenk: Antibiotica bieden geen behandeling voor een virusinfectie.

De invloed van antibiotica op het darmmicrobioom kan aan bod komen.
Je kan inspelen op overheidscampagnes om het antibioticagebruik in de geneeskunde en de dierenteelt te beperken of gerichter 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 13 B De leerlingen leggen het voorkomen of een toepassing van micro-organismen uit aan de hand van structuur, metabolisme of voortplanting.

1ste graad: verband omgeving, structuur en overleven van organisme (I-Nat-a LPD 9); celonderdelen (I-Nat-a LPD 17); voortplantingswijzen (I-Nat-a LPD 22); biotechnische systemen (I-Tec-a LPD 11)

Wenk: Micro-organismen vormen een grote en heterogene groep. Je kan bacteriën, protozoa, eencellige algen, eencellige schimmels aan bod laten komen.

Wenk: Structuur, metabolisme en voortplanting hoeven niet van elk micro-organisme aan bod te komen; je kan focussen op het verband tussen hun voorkomen of toepassing.

Wenk: Structuur: aspecten van bouw van het micro-organisme zoals vorm, grootte, eencellig of meercellig, begrenzing, aan - of afwezigheid van celcompartimentering, kernomhulsel (prokaryoot, eukaryoot), veel of weinig celorganellen.
De submicroscopische structuur van cellen en de functie en bouw van het genetische materiaal komen aan bod in het specifieke leerplan natuurwetenschappen van de derde graad.
Voortplanting: je kan bij celdeling celsplitsing en knopvorming aan bod laten komen. Seksuele voortplanting kan je beperken tot de aanwezigheid van geslachtscellen. Mitose en meiose komen aan bod in het leerplan natuurwetenschappen van de derde graad.
Metabolisme: je kan aandacht besteden aan hoe het micro-organisme energie en voedingsstoffen verkrijgt om in leven te blijven en te reproduceren. Je kan de link leggen met de ecologische niche van het micro-organisme en/of met toepassingen.

Wenk: De verschillende groeifasen van bacteriën worden gekoppeld aan de groeivoorwaarden met aandacht voor endosporen- of cystevorming.
Gastheerafhankelijkheid kan je in verband brengen met preventiemaatregelen.
Besmettingswegen en de rol van dragers kunnen aan bod komen.
Je kan het verloop van een epidemie of pandemie en begrippen als symptomen en incubatietijd behandelen.

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

- ecologie: mycorrhiza, zelfzuiverende capaciteit van waterlopen, van bodems en zwemvijvers, waterzuivering via bacteriën, compostering … en ook negatieve effecten als algenbloei door eutrofiëring, ziekteverwekkers;

- geneeskunde: productie van vitamines of insuline door bacteriën, penicilline, microbioomtransplantaties, probiotica … en ook negatieve affecten als ziekteverwekkers;
- voedingstechnologie: gisten als eencellige schimmels, productie van schimmelkazen, productie van yoghurt, productie van alcoholische dranken … en ook negatieve effecten als bederf;
- biotechnologie: waterzuivering, poetsen met micro-organismen, plastic-etende bacteriën ...;
- industriële productie zoals van citroenzuur, constructiematerialen van schimmels, bacterieel leder.

Wenk: Dit leerplandoel kan je behandelen in samenhang met het STEM-concept: systemen en modellen ervan en met STEM-doelen (bv. waterzuivering, compostering).

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

- enkelvoudige kleuring van bacteriën (bijvoorbeeld in yoghurt);
- steriele voedingsbodems maken en enten;
- variëren met groeivoorwaarden voor micro-organismen.

4.2.4 Interacties tussen organismen

Minimumdoelen, cesuurdoelen of doelen die leiden naar BK

LPD 14 B De leerlingen analyseren het gedrag van en interacties tussen organismen van dezelfde soort en van verschillende soorten.

1ste graad: relaties in biotoop (I-Nat-a LPD 7); biodiversiteit (I-Nat-a LPD 8); voortplantingswijzen (I-Nat-a LPD 22)

Wenk: Soorten interacties tussen organismen: commensalisme, mutualisme, parasitisme, amensalisme (antibiose), zoönose …

Wenk: Interactie tussen organismen vormt een dynamisch evenwicht. Factoren die dit dynamisch evenwicht verstoren komen aan bod zoals gebruik van (breedspectrum)antibiotica, zeep, alcoholgel, strooizout. Je kan besmetting met een pathogeen aan bod laten komen als een onevenwichtige interactie tussen organismen.

Wenk: Je kan voorbeelden van gedrag van organismen aan bod laten komen bv. communicatie, gedrag in functie van taken, agressie, vluchten, verdediging, voortplanting, klassieke conditionering, mimicry …
Tijdens het bespreken van het gedrag kan er aandacht worden besteed aan soorten communicatie zoals chemische communicatie, visuele communicatie, auditieve communicatie en sensitieve communicatie.

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

- onderzoek naar samenstelling en vindplaats van korstmossen (kan in samenhang met STEM-doel over wisselwerking met de maatschappij);
- opstellen van een ethogram van dieren vanuit observatie (filmmateriaal, dierentuin) … ;

– onderzoek van eigen microbioom op de huid (in samenhang met LPD 13B over structuur, metabolisme, voortplanting van micro-organismen).

4.2.5 Materie- en energiestromen in ecosystemen

Minimumdoelen, cesuurdoelen of doelen die leiden naar BK

LPD 15 B De leerlingen leggen het verband tussen materie- en energiestromen in een ecosysteem.

Samenhang tweede graad: kringlopen (II-Aar-d LPD 1)

1ste graad: relaties in biotoop (I-Nat-a LPD 7); fotosynthese (I-Nat-a LPD 19)

Wenk: Je kan een ecosysteem omschrijven als het geheel van positieve en negatieve interacties tussen biotische en abiotische factoren. Voorbeelden van interacties zijn voedselrelatie, fotosynthese, betreding en bemesting.

Wenk: Energiestromen zoals fotosynthese en (cel)ademhaling en materiestromen zoals watercyclus, C-cyclus, N-cyclus komen aan bod.
Je beperkt je best tot het principe van de biologische cyclus in plaats van die chemisch te benaderen.

Wenk: Tijdens materiekringlopen kan je de continue omzetting aantonen van energie-arme naar energierijke stoffen en omgekeerd.
Je kan de rol van micro-organismen in de materie-omzetting linken aan LPD 12B in verband met de positieve rol van bacteriën en schimmels in de natuur en met LPD 13B over bouw, vermenigvuldiging of metabolisme.

Wenk: Dit leerplandoel kan je behandelen in samenhang met de STEM-concepten: stromen van energie en materie, oorzaak en gevolg en met STEM-doel over wisselwerking maatschappij (duurzame ontwikkelingsdoelen, cradle-to-cradle-filosofie (C2C)).

Wenk: Mogelijke practica en onderzoeksonderwerpen in samenhang met STEM-doelen: onderzoek van een percolaat van een wormenbak (invloed op groei kiemplanten erwten).

4.3 Chemie

4.3.1 Mengsels en zuivere stoffen

Minimumdoelen, cesuurdoelen of doelen die leiden naar BK

LPD 1 C De leerlingen onderzoeken zuivere stoffen en soorten mengsels in het dagelijkse leven aan de hand van eigenschappen en scheidingstechnieken.

★ Stofeigenschappen: massadichtheid, kookpunt, smeltpunt, deeltjesgrootte, oplosgedrag van stoffen

1ste graad: aggregatiestoestanden en faseovergangen (I-Nat-a LPD 10); mengsels en zuivere stoffen (I-Nat-a LPD 14); massadichtheid (I-Nat-a LPD 15)

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

Wenk: Mengsels met meerdere componenten kunnen aan de hand van scheidingsschema's aan bod komen zowel in oefeningen als in een onderzoekspracticum.

Wenk: Leerlingen voeren zelf slechts eenvoudige scheidingstechnieken uit zoals filtreren, decanteren, centrifugeren, destilleren, uitdampen of zeven. Je kan de link leggen met massadichtheid als scheidingsprincipe (Fysica).
Je kan principes van scheidingstechnieken aanbrengen zoals filtreren, decanteren, centrifugeren, destilleren, uitdampen, zeven.

Wenk: Dit leerplandoel kan je in samenhang behandelen met STEM-doelen.
Je kan een rioolwaterzuiveringsinstallatie bezoeken en de verschillende zuiveringsstappen bespreken of een bezoek brengen aan een suikerraffinaderij.

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

- bepaling kook-en smeltpunt van water;
- bepaling kook-en smelttraject van een water/zout-mengsel;
- enkelvoudige versus kolomdestillatie van wijn;
- onderlinge vergelijking naar efficiëntie van scheidingsmethoden: filtratie-centrifugatie – kristallisatie;
- extractie van vet uit chips/van kleurstof uit spinazie.

LPD 2 C De leerlingen geven de naam aan de formule van enkelvoudige stoffen en omgekeerd.

Wenk: Je kan aantonen dat verschillende enkelvoudige stoffen vanuit eenzelfde atoomsoort kunnen worden gevormd.
De naamgeving gebeurt op basis van de IUPAC-nomenclatuur.
Triviale namen komen aan bod: zuurstofgas, ozon, stikstofgas, waterstofgas …

Wenk: Je kan aandacht besteden aan het belang en voorkomen van enkelvoudige stoffen zoals ozon, stikstofgas, zuurstofgas of waterstofgas.
Je kan edelgassen en metalen behandelen.

LPD 3 C De leerlingen interpreteren de symbolische schrijfwijze van enkelvoudige en samengestelde stoffen.

1ste graad: 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: Molecuulmodellen (bolschil-, bolstaafmodel) kunnen aan bod komen via simulatie of via molecuulmodelbouwdozen waarbij de begrippen index en coëfficiënt worden ingeoefend.

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

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

4.3.2 Aspecten van een chemische reactie

Minimumdoelen, cesuurdoelen of doelen die leiden naar BK

LPD 4 C De leerlingen balanceren gegeven eenvoudige anorganische chemische reacties door gebruik te maken van de wet van behoud van massa.

1ste graad: 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.
Je kan via experimenten verschillende soorten reacties zoals neerslagvorming, gasvorming en kleurverandering aantonen.

Wenk: Het aanwenden van een stappenplan als oplossingsstrategie bij het balanceren van een chemische reactievergelijking kan aan bod komen.

Wenk: De wet van behoud van massa (wet van Lavoisier) kan je toelichten aan de hand van een experiment en dat kan in samenhang met STEM-doelen en met STEM-concept: modellen.

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

- samenvoegen van bakpoeder en tafelazijn;
- dehydratatie van gehydrateerd kopersulfaat.

LPD 5 C De leerlingen interpreteren bij een chemische reactie de energie-uitwisseling met de omgeving.

1ste graad: energieomzettingen (I-Nat-a LPD 16)

Wenk: Je behandelt dit leerplandoel bij voorkeur vanuit waarnemingen. Zowel exo-energetische als endo-energetische reacties kunnen aan bod komen.
Authentieke contexten die je kan behandelen: verbrandingsreactie, werking van een batterij, fotosynthese, explosie, coldpacks, verkleuren van textiel …

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 aan bod.

Wenk: Factoren die invloed hebben op aspecten van een energetische reactie of het optimaliseren van een reactie kunnen aan bod komen in een onderzoekspracticum. Mogelijke practica en onderzoeksonderwerpen in samenhang met STEM-doelen:

- energie-uitwisseling in stroomkring citroenen;
- verbranding Mg koppelen aan onderzoek $AgNO_3$;
- samenvoegen $Ba(OH)_2$ en NH_4Cl;
- chemoluminescentie: lightsticks en temperatuur.

LPD 6 + De leerlingen interpreteren een eenvoudige synthese- en analysereactie.

Wenk: Je kan dit leerplandoel behandelen in samenhang met het leerplandoel over de symbolische schrijfwijze van enkelvoudige en samengestelde stoffen.

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

- ontleden van samengestelde stoffen (aantonen van CO_2 in $CaCO_3$ door thermolyse);
- verbranden van Mg-lint.

4.3.3 Bouw en eigenschappen van atomen

Minimumdoelen, cesuurdoelen of doelen die leiden naar BK

LPD 7 C De leerlingen gebruiken een atoommodel om de structuur van atomen en ionen te beschrijven.

1ste graad: 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 aan bod in Fysica.

Wenk: Je kan de verschillende elementaire deeltjes kwantitatief bepalen vanuit A en Z met behulp van het PSE.
Je kan de structuur van ionen aan bod laten komen in samenhang met het afleiden van atoomeigenschappen vanuit het PSE en linken aan het opstellen van chemische bindingen.
Inhouden over elektrische ladingen komen in Fysica aan bod.

Wenk: Dit leerplandoel kan je behandelen in samenhang met de STEM-concepten: schaal en verhouding en modellen. Je kan aandacht besteden aan de link tussen experiment en model in de vorm van modelverfijning.

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

- vlamproeven;
- aantonen van elektrostatica.

LPD 8 C 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 ($1{,}66.10^{-27}$ kg) en dat terugkoppelen naar $1/12^{de}$ C-atoom.

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

LPD 9 C De leerlingen beschrijven het PSE als een rangschikking van elementen volgens toenemend atoomnummer voor elementen uit de a-groepen en de edelgassen.

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 het begrip overgangsmetalen (nevengroepen) kort aanhalen.
Je kan verwijzen naar de nummering van de groepen volgens IUPAC.

Wenk: Je kan dit leerplandoel behandelen in samenhang met de eigenschappen van atomen, met het STEM-concept: modellen en met het leerplandoel over het atoommodel.

Wenk: Mogelijke onderzoeksopdrachten: het onderzoek van elementen (Z=1 t.e.m.18) op basis van atoommassa, valentie-elektronen en diameter atoom.

LPD 10 C De leerlingen gebruiken het PSE om eigenschappen van atomen af te leiden.

★ Elektronegativiteit

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.
Je kan eigenschappen van metalen, niet-metalen en edelgassen bv. geleidbaarheid, inertheid, kookpunt, smeltpunt, warmtegeleiding, aggregatietoestand, vervormbaarheid in verband brengen met toepassingen.
Elektronegativiteit kan je linken aan ionvorming en het vormen van chemische bindingen.

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

4.3.4 Chemische bindingen

Minimumdoelen, cesuurdoelen of doelen die leiden naar BK

LPD 11 C De leerlingen stellen de ionbinding, de atoombinding en de metaalbinding op als streven van atomen naar de edelgasconfiguratie.

★ Lewisstructuur opstellen beperkt tot binaire stoffen
Ionrooster, molecuulrooster, atoomrooster, metaalrooster

Wenk: Bij ionvorming beperk je je best tot metalen en niet-metalen uit de hoofdgroepen Ia, IIa, IIIa, VIa en VIIa.
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.

Wenk: Dit leerplandoel kan je behandelen in samenhang met het STEM-concept: model als vereenvoudiging.

LPD 12 C De leerlingen stellen chemische formules op van binaire anorganische stoffen.

Wenk: Je kan het oxidatiegetal aanbrengen vanuit het PSE.

4.3.5 Indeling van samengestelde stoffen

Minimumdoelen, cesuurdoelen of doelen die leiden naar BK

LPD 13 C De leerlingen classificeren anorganische stoffen als zuren, basen, zouten of oxiden zowel op basis van een gegeven chemische formule als op basis van een naam.

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 aandacht besteden aan formule en naam van polyatomische ionen.

Wenk: Je kan het onderscheid maken tussen organische en anorganische stoffen.

Wenk: Als chemische formule komen de brutoformule en de formule-eenheid aan bod.

Wenk: Dit leerplandoel kan je best samen behandelen met het leerplandoel over formule- en naamvorming vanuit IUPAC en met het leerplandoel over opstellen van chemische formules.

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

Wenk: Mogelijke practica en onderzoeksonderwerpen in samenhang met STEM-doelen: onderzoek van stofklassen met behulp van indicatoren.

LPD 14 C De leerlingen vormen vanuit de IUPAC-naamgeving van anorganische zuren, basen, zouten, oxiden met gegeven formule de naam en omgekeerd.

Wenk: Afhankelijk van de doelgroep kan je gebruik maken van stappenplannen en tabellen met de relevante gegevens van de behandelde stoffen.
Je kan gebruik maken van courante triviale namen van stoffen: zoutzuur, ammoniak, salpeterzuur, zwavelzuur, soda, koolzuur …

Wenk: 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: Voor elementen uit de hoofdgroepen Ia, IIa, IIIa, VIa en VIIa kan je het oxidatiegetal afleiden via het periodiek systeem. In de andere gevallen wordt het oxidatiegetal gegeven.

Wenk: Je kan anorganische stoffen in verband brengen met toepassingen en biologische en chemische processen in het dagelijks leven bv. metaaloxiden in glas, zuren en basen in batterijen, zouten in sportdranken, fosforzuur in cola (roest).

Wenk: De namen en symbolen van chemische elementen worden in de media en dagelijkse omgang vaak gebruikt én om zuivere stoffen te vermelden én om de

aanwezigheid van deze atoomsoorten in bepaalde componenten van mengsels aan te duiden. Voorbeelden zijn: het 'ijzer'-gehalte in het bloed, 'zware metalen' in de grond, 'fosfor' en 'stikstof' in de meststoffen, 'chloor' in het zwembadwater. Dergelijke uitdrukkingen geven enkel de aanwezigheid van bepaalde atoomsoorten weer, maar doen geen uitspraak over de samenstelling van de zuivere stoffen of mengsels waarin deze atoomsoorten voorkomen.

LPD 15 + De leerlingen stellen chemische formules op van anorganische samengestelde stoffen met behulp van het PSE.

Wenk: Voor elementen uit de hoofdgroepen Ia, Iia, IIIa, Via en VIIa kan je het oxidatiegetal afleiden via het periodiek systeem. Voor elementen waar het oxidatiegetal niet kan worden afgeleid uit het PSE, wordt het oxidatiegetal gegeven.

LPD 16 C De leerlingen classificeren 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 komen aan bod in de derde graad.

Wenk: Je kan een tabel van de stofklassen met stam en verschillende achtervoegsels aanbieden in voorbereiding op de derde graad.
Je kan aandacht besteden aan de triviale namen.
Je kan het begrip 'skeletnotatie' aanbrengen.

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

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

LPD 17 C De leerlingen vormen van de laagste 10 n-alkanen met gegeven formule de naam en omgekeerd.

Wenk: Enkel de onvertakte n-alkanen worden behandeld.

LPD 18 C De leerlingen identificeren anorganische reactietypes.

★ Metalen en niet-metalen met dizuurstof
Niet-metaaloxide en metaaloxide in water

Wenk: Je kan vertrekken vanuit voorbeelden uit het dagelijkse leven: verbrandingsreactie, roesten fiets, kalkwater, CO_2 in water …

Wenk: Mogelijke practica en onderzoeksonderwerpen in samenhang met STEM-doelen: bereiden van MO/nMO vanuit de enkelvoudige stoffen M/nM en O_2 (bijvoorbeeld Mg verbranden).

4.3.6 Eigenschappen van stoffen op basis van hun structuur

Minimumdoelen, cesuurdoelen of doelen die leiden naar BK

LPD 19 C De leerlingen onderscheiden polaire en apolaire stoffen op basis van elektronegativiteit en gegeven geometrie van een molecule.

Wenk: Je kan eenvoudige moleculen behandelen: moleculen met één centraal atoom, alkanen zoals n-pentaan en n-heptaan.

Wenk: Je kan elektronegativiteit behandelen als verschil in EN-waarde tussen de bindingsatomen om een polaire van een apolaire binding te onderscheiden.
Er zijn stoffen met polaire bindingen maar die toch een apolaire verbinding zijn vanuit de geometrie (zoals CO_2).

Wenk: Alkanen zijn apolaire moleculen waarin de koolstofatomen aan elkaar gebonden zijn door enkelvoudige atoombindingen. Ze hebben lage smelt- en kookpunten en zijn weinig oplosbaar in water (polair oplosmiddel) en zijn ook weinig reactief.

Wenk: Mogelijke practica en onderzoeksonderwerpen in samenhang met STEM-doelen: onderzoek naar afbuiging van vloeistofstralen.

LPD 20 C De leerlingen leggen het verband uit tussen bindingstype en oplosbaarheid.

Wenk: Je kan stoffen onderscheiden op basis van oplosbaarheid in apolair en polair oplosmiddel en dat linken aan water als dipoolmolecule.

LPD 21 C De leerlingen brengen het oplossen van stoffen in water in verband met het dissociëren van ionaire verbindingen en het ioniseren van polaire moleculaire verbindingen.

Wenk: Het is belangrijk dat je de leerlingen wijst op het duidelijk verschil tussen het vrijkomen van ionen (dissociatie)en het vormen van ionen (ionisatie).
Je kan bij oplossen in water hydratatie en ion-dipoolkrachten behandelen.
Je kan ionisatie- en dissociatievergelijkingen in waterig midden aan bod laten komen in voorbereiding op behandelen van reacties met ionenuitwisseling.

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

- onderzoek naar mogelijke hydratatie, dissociatie en ionisatie bij oplossen van ionverbindingen (o.a. kristalwater in hydraten, warmte-effect bij oplossen);
- onderzoek naar mogelijke hydratatie, dissociatie en ionisatie bij oplossen van polaire en apolaire atoomverbindingen (o.a. kristalwater in hydraten, warmte-effect bij oplossen).

LPD 22 + De leerlingen leggen het verband tussen de chemische structuur en de fysische eigenschappen van stoffen.

Wenk: Je kan fysische eigenschappen behandelen zoals smeltpunt, kookpunt, oplosbaarheid.
Je kan de invloed van bindings-en roostertype op de fysische eigenschappen behandelen; bindings- en roostertypen komen eerder in dit leerplan bij de

chemische bindingen aan bod.
Intermoleculaire krachten bv. dipoolkrachten, waterstofbruggen … komen aan bod in de derde graad.

Wenk: Bij het warmte-effect bij ionisatie, dissociatie en hydratatie kan worden verwezen naar het leerplandoel over energie-uitwisseling bij de chemische reactie.

LPD 23 C De leerlingen leggen het verband uit tussen het bindingstype en het geleidingsvermogen.

★ Elektrolyten

Wenk: Je kan het principe van elektrische geleiding en begrippen als geleider en isolator aan bod laten komen. Inhouden over geleiders en isolatoren komen in Fysica aan bod.
Je behandelt het onderscheid tussen elektrolyten en niet-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.

Wenk: Onderzoek van geleidingsvermogen in waterige oplossingen wordt uitgevoerd met gedestilleerd water. Je kan de leerlingen wijzen op het onderscheid tussen chemisch zuiver water en allerlei watersoorten uit het dagelijks leven.

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

- bepalen van het geleidingsvermogen van samengestelde stoffen;
- oplosbaarheid van polaire en apolaire stoffen onderzoeken in verschillende oplosmiddelen ($CuCl_2$ in heptaan/water - HCl in heptaan/water) op basis van geleidbaarheid;
- invloed van keukenzoutgehalte op de geleidbaarheid.

4.3.7 Kwantitatieve aspecten

Minimumdoelen, cesuurdoelen of doelen die leiden naar BK

LPD 24 C De leerlingen interpreteren massaconcentratie en molaire concentratie.

Wenk: Je kan vanuit massaconcentratie de link leggen met molaire concentratie.

LPD 25 C De leerlingen leggen kwantitatief het verband tussen stofhoeveelheid enerzijds en molaire massa, molaire concentratie en molair volume anderzijds.

Samenhang tweede graad: formules omvormen (II-WisS-d LPD 20; II-WisS''-d LPD 20)

Wenk: Het is niet de bedoeling om de ideale gaswet aan bod te laten komen. Je kan wel aandacht besteden aan de invloed van omstandigheden zoals temperatuur en druk op het gasvolume. Het is de bedoeling om de gaswet enkel kwalitatief te gebruiken binnen een gegeven context in de tweede graad: berekeningen van het molair gasvolume vanuit de algemene gaswet komen aan bod in de derde graad.

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

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

- bepalen en vergelijken van de stofhoeveelheid en aantal atomen in Cu en Mg;
- bereiden van oplossingen met een welbepaalde concentratie;
- verdunnen van oplossingen. Principes van verdunnen komen aan bod in de derde graad bij concentratieberekeningen- en omzettingen.

4.3.8 Reactiesoorten

Minimumdoelen, cesuurdoelen of doelen die leiden naar BK

LPD 26 C De leerlingen stellen de reactievergelijking op van een eenvoudige neerslagreactie, een gasontwikkelingsreactie en een neutralisatiereactie.

Wenk: Toepassingen zoals waterontkalker, waterzuiveringsinstallatie, maagzuur, bakpoeder, bruistablet, kalkaanslag op verwarmingsweerstand.

Wenk: Je kan een stappenplan aanwenden als oplossingsstrategie en gebruik maken van gegevenstabellen (oplosbaarheidstabel). Je kan via een oplosbaarheidstabel laten afleiden of het samenbrengen van ionencombinaties al dan niet leidt tot de vorming van een oplosbare stof.
Bij het opstellen van de neutralisatiereactie besteed je aandacht aan de combinatie van waterstofionen met hydroxide-ionen waarbij water wordt gevormd.
Het opstellen van de ionisatie- en dissociatievergelijking van de samenvoegende stoffen en van de essentiële ionenreactie komen aan bod.
Bij het opstellen van de stoffenreactievergelijking kan je de nadruk leggen op het inoefenen van de systematiek.
Je kan de link leggen met naam- en formulevorming van anorganische stoffen.

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

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

- de oplosbaarheidstabel kwalitatief onderzoeken (druppelreacties);
- visueel neerslagreacties waarnemen;
- volgen van een neerslagreactie (titratie) m.b.v. een geleidbaarheidsmeter;
- volgen van een neutralisatiereactie (titratie) m.b.v. pH-meter / geleidbaarheidsmeter / enkelvoudige indicatoren;
- gasvormingsreacties aantonen m.b.v. UI-papier.

LPD 27 C De leerlingen brengen 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: Het in verband brengen van de pH met waterstofionenconcentratie en hydroxide-ionenconcentratie wordt geïllustreerd met oplossingen van sterke zuren en sterke basen (hydroxiden).
Vanuit het opstellen van neutralisatiereacties kan je neutralisatie linken aan gelijke concentraties van waterstofionen en hydroxide-ionen. Van daaruit geeft een hogere waterstofionenconcentratie een pH lager dan 7 en omgekeerd een

hogere hydroxide-ionenconcentratie een pH hoger dan 7.

Wenk: Mogelijke practica en onderzoeksonderwerpen in samenhang met STEM-doelen: het onderzoek naar het zuur, basisch of neutraal karakter met behulp van UI-papier/ indicatoren …

LPD 28 C De leerlingen stellen eenvoudige redoxreactievergelijkingen tussen enkelvoudige stoffen op.

Wenk: Bij dit leerplandoel worden zowel reagentia als reactieproducten gegeven.
Een stappenplan als oplossingsstrategie kan aan bod komen.
De leerlingen bepalen de oxidatiegetallen in enkelvoudige stoffen en samengestelde stoffen aan de hand van een stappenplan. Het is niet de bedoeling dat de oxidatiegetallen uit het hoofd worden geleerd.

Wenk: Contexten zoals de brandstofcel, de verbranding, synthese- en analysereacties (LPD 6+), roestvorming, schilderen van boten, bleekwater, vuurwerk, elektrolyse.

Wenk: Mogelijke practica en onderzoeksonderwerpen in samenhang met STEM-doelen: onderzoek naar de spanningsreeks van de metalen.

4.4 Fysica

Minimumdoelen, cesuurdoelen of doelen die leiden naar BK

LPD 1 F De leerlingen lossen fysische problemen met en zonder formularium op.

Samenhang tweede graad: formules omvormen (II-WisS-d LPD 20; II-WisS''-d LPD 20)

Wenk: Het is belangrijk dat leerlingen een formularium leren gebruiken om fysische problemen op te lossen. Daarnaast kan parate kennis van basisformules helpen om vlot problemen op te lossen. Je kan afspraken maken over te kennen basisformules en een formularium laten groeien doorheen de lespraktijk. Je kan leerlingen ook betrekken bij het opstellen van een formularium.

Wenk: In het kader van een onderzoeksproject (biologie, chemie, fysica) of een STEM-project kan je een formularium aanreiken en verwachtingen formuleren over te kennen basisformules.

Wenk: Je kan redeneringen onderbouwen op basis van verbanden tussen grootheden en ze linken aan formules die al dan niet in een formularium kunnen worden opgenomen.

4.4.1 Krachten en hun gevolgen: bewegingsverandering

Minimumdoelen, cesuurdoelen of doelen die leiden naar BK

LPD 2 F De leerlingen interpreteren rechtlijnige bewegingen grafisch en eenparig rechtlijnige bewegingen kwantitatief.

Samenhang tweede graad: eerstegraadsfuncties (II-WisS-d LPD 24; II-WisS''-d LPD 24)

1ste graad: verband tussen constante snelheid, verplaatsing en tijdsduur (I-Tec-a LPD 8)

Wenk: Bij een eenparig rechtlijnige beweging is de resulterende kracht op een lichaam gelijk aan nul.

Wenk: Mogelijke experimenten over het meten van (gemiddelde) snelheid: een biljartbal, cilindervormige magneet laten rollen in een U-profielvormig aluminiumgootje, luchtkussenbaan, curlingbaan uit speelgoedbaan, luchtbelproef, speelgoedauto op batterij.

Wenk: Je kan aandacht besteden aan het verschil tussen afgelegde weg en verplaatsing.

Wenk: Je kan leerlingen voor een eenparig rechtlijnige beweging de snelheid laten berekenen en een x(t)- en v(t)-grafiek laten maken en interpreteren. Je kan de oppervlakte onder de snelheidsgrafiek interpreteren als de afgelegde weg. De formule voor de gemiddelde snelheid kan je in verband brengen met het begrip differentiequotiënt uit Wiskunde.

Wenk: Je kan het onderscheid tussen scalaire en vectoriële grootheden aangeven.

Wenk: Je kan de snelheid als vector laten tekenen bij verschillende bewegingstoestanden: in rust, bij eenparig rechtlijnige beweging, bij versnellen, vertragen, van richting veranderen.

Wenk: Je kan aandacht besteden aan modeldenken: de ERB als idealisering van een rechtlijnige beweging.

Wenk: Inhaal- en kruisingsproblemen kunnen grafisch en wiskundig worden benaderd.

LPD 3 F De leerlingen stellen krachten vectorieel voor en leggen het verband tussen de verandering van bewegingstoestand van een lichaam en de resulterende kracht.

★ Dynamische effecten van een resulterende kracht: versnellen, vertragen, van richting veranderen
Zwaartekracht, verschil massa en gewicht
Normaalkracht, veerkracht

Samenhang tweede graad: bewerkingen met vectoren (II-WisS-d LPD 13; II-WisS''-d LPD 13)

1ste graad: krachten en hun uitwerking (I-Nat-a LPD 21)

Wenk: Je kan krachten definiëren als mogelijke oorzaak van vormverandering of verandering van de bewegingstoestand.

Wenk: Het is zinvol om de vectoriële krachtensom in één dimensie te tekenen. Als de resultante van de inwerkende krachten gelijk is aan nul blijft de bewegingstoestand behouden. Het voorwerp blijft in rust of de snelheid zal onveranderd blijven: zowel grootte als richting van de snelheid blijven constant. Dit is het traagheidsbeginsel.

Wenk: Je kan een link leggen naar het historische gedachtenexperiment van Galileo Galilei rond het traagheidsbeginsel: waarnemen van een bal die de wrijvingsloos hellingen af- en oprolt. Wat gebeurt er als de helling overgaat in een plat vlak? Je kan dit ook koppelen aan een eenvoudig experiment.

Wenk: Je kan voorbeelden geven van verandering van de bewegingstoestand om aan te sluiten bij de eerste graad: botsen van een bal (veranderen van zin), een bocht

nemen (verandering van richting), versnellen of vertragen (verandering van grootte).

Wenk: Je kan de snelheid als vector voorstellen en kwalitatief aangeven hoe de vector verandert bij de bewegingsverandering.

Wenk: Je kan aangeven dat de bewegingstoestand van een vallend voorwerp verandert: het versnelt. Dus moet er een kracht aanwezig zijn. De zwaartekracht is een veldkracht.

Wenk: Gewicht is de kracht op een ondersteuning of ophanging. Een vallend lichaam is niet onderhevig aan een ondersteuning of ophanging en is dus gewichtloos.

Wenk: Je kan ingaan op het recht evenredig verband tussen zwaartekracht en massa. Je kan dit experimenteel vaststellen met een dynamometer. Je kan de link leggen met de STEM-doelen en het verband tussen de grootte van de zwaartekracht en de massa laten onderzoeken met ICT.

Wenk: Je kan ingaan op het recht evenredig verband tussen veerkracht en verlenging. Je kan dit experimenteel vaststellen in het lineair werkingsgebied van een veer. Je kan de link leggen met het STEM-concept 'systemen en hun modellen': de idealisering geldt slechts voor een beperkt gebied.

Wenk: De zwaartekracht per eenheid van massa is de zwaarteveldsterkte g. Andere hemellichamen hebben een andere zwaarteveldsterkte. Je kan dit tonen met beeldmateriaal van maanwandelaars.

Wenk: Je kan concrete voorbeelden van veldkrachten geven: zwaartekracht, elektrische kracht, magnetische kracht. Je kan aangeven dat contactkrachten ook veldkrachten zijn op moleculaire schaal. Je kan de link leggen naar elektrische krachten tussen de moleculen. In het geval van aantrekking noemen we ze cohesie- en adhesiekrachten. Je kan dit verschijnsel verbinden met veerkracht.

Wenk: Je kan de link leggen met het STEM-concept verhouding bij zwaartekracht en veerkracht.

4.4.2 Licht en straling

Minimumdoelen, cesuurdoelen of doelen die leiden naar BK

LPD 4 F De leerlingen beschrijven de fenomenen breking, weerkaatsing en schaduwvorming aan de hand van het stralenmodel van licht.

★ Diffuse en regelmatige weerkaatsing

Wenk: Bij het stralenmodel van licht kan je aandacht besteden aan de rechtlijnige voortplanting van licht en de omkeerbaarheid van de stralengang.

Wenk: Je kan gebruik maken van de begrippen normaal, invalshoek, weerkaatsingshoek en brekingshoek.

Wenk: Je kan schaduwvorming bespreken in relatie tot rechtlijnige voortplanting van licht en ingaan op verduisteringen van zon en maan.

Wenk: Voorbeelden van fenomenen en toepassingen: reflectoren, reflecterende lagen in superisolerend glas, schaduwvorming in vormgeving, gebruik van (gebogen) spiegels, waarneming van kleuren aan de hand van weerkaatsing door

oppervlakken, verstrooiing en glansgraad van oppervlakken.

LPD 5 F De leerlingen bepalen eigenschappen van het beeld van een voorwerp bij vlakke spiegels en dunne bolle lenzen via constructie.

Wenk: Bij een dunne bolle lens kan je het optisch middelpunt, de optische as en de brandpunten bespreken. Bij de constructie van het beeld kan je gebruik maken van de hoofdstralen en de eigenschappen van de lens.

Wenk: Eigenschappen van het beeld die kunnen worden bepaald zijn reëel of virtueel, rechtopstaand of omgekeerd, vergrotingsfactor en positie.

Wenk: De lenzenformule hoeft niet aan bod te komen. De vergrotingsfactor kan worden afgeleid uit de constructie van karakteristieke stralen (de gelijkvormigheid van driehoeken).

Wenk: Je kan de link leggen met de STEM-concepten systemen en modellen (optische systemen en hun geometrisch model), verhouding (de vergrotingsfactor).

4.4.3 Krachten en hun gevolgen: druk en statica van systemen

Minimumdoelen, cesuurdoelen of doelen die leiden naar BK

LPD 6 F De leerlingen verklaren fenomenen of toepassingen uit het dagelijks leven aan de hand van het concept druk bij vaste stoffen, vloeistoffen en gassen.

★ Druk als grootte van de kracht per oppervlakte
Invloedsfactoren op de totale druk in een vloeistof

1ste graad: analyse van materialen (bv. drukspanning) (I-Tec-a LPD 7)

Wenk: Bij het definiëren van druk als grootte van kracht per oppervlakte kan je ingaan op het omgekeerd evenredig verband tussen druk en oppervlakte.

Wenk: De totale druk in een vloeistof is de som van de hydrostatische druk en de atmosferische druk.

Wenk: Je kan het deeltjesmodel gebruiken om de invloed van temperatuur op gasdruk en het verschijnsel absoluut nulpunt te verklaren.

Wenk: Je kan aandacht besteden aan toepassingen zoals bloeddruk, onderdruk en overdruk in een vat of een leiding, hoogtemeters die werken op basis van luchtdrukmeting, de invloed van luchtdrukbeïnvloeding in een vliegtuig op de constructiewijze, het gevaar voor caissonziekte bij het duiken, de invloed van de temperatuur op de luchtdruk in banden, de hydraulische pers als toepassing van het beginsel van Pascal.

Wenk: Je kan de link leggen met fenomenen zoals luchtdrukdaling in functie van de hoogte, druk en drukverschillen in de atmosfeer, wind.

Wenk: Je kan via een experiment het bestaan van het absoluut nulpunt aannemelijk maken door extrapolatie van een druk-temperatuur grafiek.

LPD 7 F De leerlingen stellen een krachtenbalans op van een systeem om het effect van de resultante te bepalen.

★ Archimedeskracht
Wrijvingskracht met inbegrip van statische wrijvingscoëfficiënt
Samenstellen en ontbinden van vectoren

Samenhang tweede graad: bewerkingen met vectoren (II-WisS-d LPD 14; II-WisS''-d LPD 14)

1ste graad: krachten en hun uitwerking. (I-Nat-a LPD 21)

Wenk: Je kan volgende concrete situaties behandelen:

- een voorwerp op een tafel (normaalkracht), een voorwerp hangt aan een kabel (spankracht);
- een voorwerp dat een eenparig rechtlijnige beweging uitvoert (zie leerplandoel over het verband tussen een eenparig rechtlijnige beweging en evenwicht van krachten bij inwerking van aandrijfkracht en wrijvingskracht);
- het effect van een resulterende kracht in een context met de wet van Archimedes: dalen/zinken, zweven, stijgen/drijven.

Wenk: Je kan de maximale statische wrijvingscoëfficiënt bepalen bij een lichaam op een variabele helling.

Wenk: Het is niet de bedoeling om complexe systemen te analyseren. Het oplossen van eenvoudige vraagstukken komt aan bod op grafische manier en via berekening. Je kan berekeningen beperken tot krachten die volgens dezelfde richting werken of loodrecht op elkaar staan.

Wenk: Om een krachtenbalans op te stellen moet je soms het lichaam vrijmaken. De invloed van de omgeving wordt vervangen door een kracht. Bij het benoemen van deze krachten kan je de notatie FAB gebruiken: de kracht van object A op object B.

Wenk: Je kan de wet van Archimedes theoretisch afleiden vanuit de hydrostatische druk of je kan deze experimenteel aantonen. Je kan de wet van Archimedes ook bij gassen beschouwen zoals bij een luchtballon.

Wenk: Als de resulterende kracht nul is kunnen we spreken van een translatie-evenwicht.

LPD 8 F De leerlingen analyseren de statica van een systeem aan de hand van de krachtmomentenbalans: grafisch en via berekening.

Wenk: Je kan de uitwerking van een resulterend krachtmoment aantonen in een hefboom, bij het aandraaien van een schroef, een deur, gewrichten, kraan met tegengewicht ...

Wenk: Je kan in aansluiting bij LPD F2 het verband tussen een eenparig rechtlijnige beweging en evenwicht van krachten behandelen. De uitwerking van een kracht op een draaibaar lichaam wordt niet alleen bepaald door de kracht, maar ook door de krachtarm. Je kan aandacht besteden aan de STEM-concepten 'structuur en functie' door aan te geven hoe de afstand tot het rotatiepunt in de constructie van een systeem belangrijk kan zijn.

Wenk: Een resulterend krachtmoment zorgt voor een verandering van de rotatiebeweging. Als de momenten in balans zijn is er een rotatie-evenwicht. De totale evenwichtsvoorwaarde voor een statisch evenwicht (geen translatie en geen rotatie) vraagt dat zowel de vectoriële som van de krachten als de

algebraïsche som van de momenten gelijk zijn aan nul.

4.4.4 Energieomzetting en vermogen

Minimumdoelen, cesuurdoelen of doelen die leiden naar BK

LPD 9 F De leerlingen stellen de energiebalans van energieomzettingen op aan de hand van de wet van behoud van energie.

1ste graad: energieomvormingen (I-Nat-a LPD 16)

Wenk: Om dit leerplandoel te bereiken volstaat een kwalitatieve energiebalans. Je kan omzetting van gravitationele energie, elastische energie, kinetische energie, chemische energie, thermische energie, stralingsenergie, kernenergie en elektrische energie aan bod laten komen. Je kan de link leggen naar energie-uitwisseling bij chemische reacties.

Wenk: Je kan aangeven dat velden energie (potentiële energie) bevatten zoals het zwaarteveld, een magnetisch veld.

Wenk: Je kan de link leggen met duurzame energieproductie. Productie betekent hier een energie-omzetting naar een door de mens bruikbare vorm. Je kan de link leggen naar het STEM-doel over interacties met de samenleving.

Wenk: Je kan gebruik maken van de STEM-concepten systemen en hun modellen en stromen van energie door de aanvoer en uitvoer van energie aan te geven in een blokschema. Op die manier verduidelijk je de energiebalans op een kwalitatieve manier. Je kan de uitgevoerde energie ook classificeren in voor de mens bruikbare en niet-bruikbare energiesoorten (STEM-concept ‘patronen’).

LPD 10 F De leerlingen kwantificeren arbeid en energieomzettingen tussen kinetische, gravitationele en elastische energie.

★ Energiedissipatie

Samenhang tweede graad: formules omvormen (II-WisS-d LPD 20; II-WisS’’-d LPD 20)

Wenk: Je kan vertrekken van betekenisvolle probleemstellingen. Je kan aangeven dat leerlingen met de wet van behoud van energie voorspellingen kunnen doen. Je kan het rekenwerk beperken door gebruik te maken van ICT.

Wenk: Formules kunnen eerst worden geduid. Bij arbeid kunnen de kracht en de verplaatsing een verschillende richting hebben.

Wenk: Je kan arbeid definiëren als een verandering van energie.
Onder invloed van een resulterende kracht zal de snelheid veranderen waardoor de kinetische energie toeneemt. Deze toename is gelijk aan de arbeid verricht door die kracht. Dit is het arbeid-energietheorema.

Wenk: Het is de bedoeling dat leerlingen kwantitatieve problemen oplossen. Je kan de link leggen met duurzame energieproductie.

Wenk: Je kan de link leggen naar het STEM-concept stromen en behoud van energie. De energiebalans krijgt hier een kwantitatieve invulling.

LPD 11 F De leerlingen voeren berekeningen uit in verband met vermogen en rendement bij energieomzettingen in systemen.

Wenk: Je kan een link leggen met duurzame/hernieuwbare energieproductie.

Wenk: Je kan het begrip het begrip rendement verbinden met het begrip energiedissipatie bij open en geïsoleerde systemen (en zo aandacht te besteden aan leerlingendenkbeelden over energieverlies). Je kan energiedissipatie verduidelijken als omzetting van een bruikbare geordende energievorm in een minder bruikbare ongeordende energievorm. In gewone omgangstaal spreken we over het verbruiken van energie terwijl het strikt genomen gaat over omzetting van energie.

Wenk: Je kan aangeven dat we - afhankelijk van de context - in het dagelijks leven meer betekenisvolle niet-SI eenheden gebruiken: kWh en kcal.

4.4.5 Thermodynamica

Minimumdoelen, cesuurdoelen of doelen die leiden naar BK

LPD 12 F De leerlingen kwantificeren druk, volume, temperatuur en stofhoeveelheid aan de hand van de ideale gaswet.

Wenk: Je kan ervoor opteren om de ideale gaswet op te bouwen vanuit de afzonderlijke gaswetten. Je kan de nadruk leggen op recht- en omgekeerd evenredige verbanden. Je kan het molaire volume afleiden door de ideale gaswet toe te passen in norm-omstandigheden.

Wenk: De ideale gaswet geldt voor ideale gassen en is een goede benadering voor reële gassen. Je kan aan de hand van het deeltjesmodel de reikwijdte van het fysisch-mathematische model toelichten door aan te geven dat bij hoge druk of nabij het condensatiepunt de moleculen dichter bij elkaar komen en cohesiekrachten tussen de moleculen niet meer verwaarloosbaar zijn (gebruik van modellen). Dan wordt het reële gasvolume lager dan de ideale gaswet aangeeft.

LPD 13 F De leerlingen verklaren het energietransport bij temperatuursveranderingen van stoffen aan de hand van het deeltjesmodel.

★ Absolute temperatuur

1ste graad: thermische uitzetting of krimp; deeltjesmodel (I-Nat-a LPD 11)

Wenk: Je kan temperatuur duiden als maat voor de gemiddelde snelheid van de deeltjes in een stof en zo ook het begrip absolute temperatuur duiden.

Wenk: Je kan geleiding en convectie/stroming als transportmogelijkheden van thermische energie verklaren met het deeltjesmodel. Ook straling kan je duiden als een vorm van energietransport; bv. opgenomen warmtestraling doet deeltjes in materie harder trillen.

Wenk: Warmte is net zoals arbeid een overdrachtsvorm van energie. Je kan warmte definiëren als vorm van energietransport ten gevolge van een

temperatuurverschil.

Wenk: Thermisch evenwicht ontstaat als twee objecten of systemen dezelfde temperatuur bereiken.

Wenk: Je kan de link leggen met praktische gevolgen van de grote specifieke warmtecapaciteit van water: de invloed van de zee op het klimaat, invloed van de grote hoeveelheid water in het menselijk lichaam op het constant houden van de lichaamstemperatuur

Wenk: Je kan warmtecapaciteit C van een systeem duiden als de capaciteit om een hoeveelheid warmte op te nemen per Kelvin.

Wenk: Je kan de link leggen met de STEM-doelen en het verband onderzoeken tussen de temperatuursverandering, de massa en de warmtehoeveelheid. Je kan dit doel ook koppelen aan het STEM-doel over interacties met de samenleving en ingaan op het maatschappelijk belang van thermische isolatie.

LPD 14 F De leerlingen verklaren het energietransport bij faseovergangen van stoffen aan de hand van het deeltjesmodel.

1ste graad: aggregatietoestanden en faseovergangen; deeltjesmodel (I-Nat-a LPD 10)

Wenk: Je kan aangeven dat warmte kan zorgen voor een temperatuursverandering: merkbare warmte of voor een faseovergang: latente warmte. Je kan dat verduidelijken met grafieken.

Wenk: In Chemie komen smelt- en kookpunt aan bod als stofeigenschap.

Wenk: Je kan aangeven dat de toegevoegde energie tijdens de faseovergang wordt gebruikt om de potentiële energie te laten toenemen en dus de cohesiekrachten te overwinnen. Dit geldt zowel bij smelten als bij koken. Cohesiekrachten zijn op moleculair niveau elektrische krachten.

Wenk: Via tabellen kunnen leerlingen zich verwonderen over de grootteorde van de latente warmte en de specifieke warmtecapaciteit van water. Je kan de beïnvloedende grootheden aangeven aan de hand van de formules voor latente en merkbare warmte.

Wenk: Je kan de link leggen met praktische gevolgen van latente warmte: afkoeling van het lichaam door verdamping van transpiratievocht of speeksel (hijgen van honden), benutten van condensatie-energie in een condensatieketel ...

LPD 15 F De leerlingen kwantificeren de warmtebalans bij temperatuursveranderingen en faseovergangen.

Wenk: Faseovergangen: verdampen, condenseren, smelten en stollen …

Wenk: Niet elke kwantitatieve warmtebalans hoeft noodzakelijkerwijze te worden uitgerekend. Je kan ICT gebruiken om het rekenwerk te beperken en voldoende nadruk te leggen op het fysisch inzicht.

4.4.6 Elektrodynamica

Minimumdoelen, cesuurdoelen of doelen die leiden naar BK

LPD 16 F De leerlingen analyseren en kwantificeren verbanden tussen stroomsterkte, spanning en weerstand in een gelijkstroomkring met de wet van Ohm.

1ste graad: analyse van energiesystemen (I-Tec-a LPD 9)

Wenk: Je kan de link leggen met het STEM-concept systemen en hun modellen. Als model kan je het 'stroommodel van vloeistoffen' gebruiken.

Wenk: Je kan de link leggen met het begrip lading en het atoommodel uit Chemie. Je geeft aan dat Coulomb de eenheid van elektrische lading is. Geleiders en isolatoren kan je ook koppelen aan het concept bindingstype uit Chemie.

Wenk: Je kan de conventionele elektrische stroom beschouwen als positieve ladingen die een 'energieberg' aflopen en zo de link maken met de gravitationele potentiële energie. In die zin kan je het 'waterstroommodel' als analogie gebruiken.

Wenk: Elektrische energie is een vorm van potentiële energie van het elektrisch veld naar analogie met de potentiële energie van het zwaarteveld.

Wenk: De spanning is het verschil in elektrische potentiële energie per eenheid van lading. Of anders gezegd: de spanning over een kring is de hoeveelheid potentiële energie die een lading van + 1C verliest bij het doorlopen van de stroomkring. De lading ontvangt die potentiële energie in de spanningsbron.

Wenk: Je kan de nadruk leggen op het verschilkarakter van spanning (als elektrisch potentiaalverschil); denk aan het belang ervan in veiligheidssystemen zoals een massaverbinding, een aarding of een equipotentiaalverbinding.

Wenk: Je kan het verband tussen spanning en stroom I=f(U) onderzoeken door dit leerplandoel te koppelen aan het STEM- doel over onderzoek. Je kan dan vanuit de trendlijn een wiskundig model opstellen voor een gegeven weerstand. Het omgekeerde van de weerstand manifesteert zich als richtingscoëfficiënt in het lineair verband tussen spanning en stroom bij constante temperatuur.

Wenk: In het Nederlands heeft men één woord voor concept en fysieke component daar waar andere talen dat verschil in naamgeving wel maken zoals bijvoorbeeld in het Engels: resistance (concept) versus resistor (fysieke component).

Wenk: Je kan de formules ook hanteren om eenvoudige numerieke vraagstukken op te lossen.

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

LPD 17 F De leerlingen gebruiken de grootheid vermogen en het Joule-effect om fenomenen in elektrische systemen te verklaren.

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: Je kan vanuit het kwadratisch verband met de grootte van de stroom wijzen op het belang van hoogspanning om verliezen door joule-effect te beperken bij het transport van een gegeven vermogen.

Wenk: Elektrische zekeringen beveiligen een kring tegen te hoge stromen bij overbelasting of kortsluiting.

Wenk: Je kan toepassingen van het joule-effect bespreken, bv. de bliksem, elektrische toestellen. Soms is het joule-effect gewenst (bv. bij verwarmingstoestellen), soms is het ongewenst (bv. bij verlichtingstoestellen, computers, elektrische leidingen in bijvoorbeeld een huisinstallatie).

LPD 18 F De leerlingen kwantificeren grootheden in serie-, parallel- en gemengde elektrische gelijkstroomkringen met twee of drie weerstanden.

Wenk: Je kan leerlingen laten redeneren met schema's en 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 de eigenschappen van een serie- en parallelschakeling met elkaar vergelijken en in verband brengen met toepassingen in het dagelijks leven. Je kan benadrukken dat we in elektrische huisinstallaties overwegend parallelschakelingen van verbruikers terugvinden.

Wenk: Leerlingen hoeven geen problemen met een kunstmatige complexiteit op te lossen.

LPD 19 F + Leerlingen verklaren de werking en het belang van veiligheidssystemen in een elektrische installatie.

Wenk: Voor de risico's elektrocutie, brand door kortsluiting en overbelasting is het aangewezen om in te gaan 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 (bv. in de auto, bij speelgoed ...).

Wenk: Je kan dit koppelen aan het STEM-concept oorzaak-gevolg.

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

Risicoanalyses voor chemicaliën en voor infrastructuur

Om leerlingen veilig te laten omgaan met chemicaliën en daarbij de nodige preventiemaatregelen te voorzien, wordt er binnen de lessen natuurwetenschappen eerst de COS-brochure geraadpleegd en indien nodig een risicoanalyse uitgevoerd. Als hulpmiddel voor het opstellen van 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 leerlingenexperimenten;
- met een demonstratietafel, waar zowel water als elektriciteit voorhanden zijn;
- met de nodige werktafels, lestafels, voldoende opbergruimte, een wasbak en nutsvoorzieningen;
- met voorzieningen voor correct afvalbeheer;
- dat voldoende ruim is om eventueel flexibele klasopstellingen mogelijk te maken.

Toegang tot (mobile) devices voor leerlingen.

5.2 Materiaal, toestellen, machines en gereedschappen

Om aan onderzoeksgericht onderwijs in natuurwetenschappen te doen is per vakgebied basismateriaal nodig zoals glaswerk, (meet)toestellen, sensoren, 2D- en 3D-modellen, preparaten, chemicaliën, tabellen ... Dit basismateriaal is afgestemd op de realisatie van de leerplandoelen. De beschikbaarheid van opstellingen om experimenten uit te voeren kan de lessen vlotter laten verlopen. Er worden persoonlijke en collectieve beschermingsmiddelen voorzien in functie van het uit te voeren onderzoek.

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

6 Glossarium

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

Handelingswerkwoord	Synoniem	Toelichting
Analyseren		Verbanden zoeken tussen gegeven data en een (eigen) besluit trekken
Beargumenteren	Verklaren	Motiveren, uitleggen waarom
Beoordelen	Evalueren	Een gemotiveerd waardeoordeel geven
Berekenen	Berekeningen uitvoeren	
Berekeningen uitvoeren	Berekenen	
Beschrijven	Toelichten, uitleggen	
Betekenis geven aan	Interpreteren	
Een (…) cyclus doorlopen	Een (…) proces doorlopen	Via verschillende fasen tot een (deel)resultaat komen of een doel bereiken
Een (…) proces doorlopen	Een (…) cyclus doorlopen	Via verschillende fasen tot een (deel)resultaat komen of een doel bereiken
Evalueren	Beoordelen	
Gebruiken	Hanteren, inzetten, toepassen	
Hanteren	Gebruiken, inzetten, toepassen	
Identificeren		Benoemen; aangeven met woorden, beelden …
Illustreren		Beschrijven (toelichten, uitleggen) aan de hand van voorbeelden
In dialoog gaan over	In interactie gaan over	
In interactie gaan over	In dialoog gaan over	
Interpreteren	Betekenis geven aan	
Inzetten	Gebruiken, hanteren, toepassen	
Kritisch omgaan met	Kritisch gebruiken	
Kwantificeren		Beredeneren door gebruik te maken van verbanden, formules, vergelijkingen …
Onderzoeken	Onderzoek voeren	Verbanden zoeken tussen zelf verzamelde data en een (eigen) besluit trekken

Onderzoek voeren	Onderzoeken	Verbanden zoeken tussen zelf verzamelde data en een (eigen) besluit trekken
Reflecteren over		Kritisch nadenken over en argumenten afwegen zoals in een dialoog, een gedachtewisseling, een paper
Testen	Toetsen	
Toelichten	Beschrijven, uitleggen	
Toepassen	Gebruiken, hanteren, inzetten	
Toetsen	Testen	
Uitleggen	Beschrijven, toelichten	
Verklaren	Beargumenteren	Motiveren, uitleggen waarom

7 Concordantie

7.1 Concordantietabel

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

Leerplandoel	Minimumdoelen of cesuurdoelen
1S	MD 06.51
2S	CD 12.02.01
3S	CD 12.02.01
4S	MD 6.50
5S	MD 06.52
6S	MD 06.53
1B	MD 06.24; MD 06.25
2B	MD 06.25; MD 06.27
3B	MD 06.24
4B	MD 06.25
5B	MD 06.26
6B	MD 06.25
7B	MD 06.25; MD 06.26

8B	CD 08.08.01
9B	MD 06.25; MD 06.26
10B	MD 06.28
11B	CD 08.01.02
12B	MD 06.29
13B	CD 08.01.04
14B	MD 06.30; CD 08.01.03
15B	MD 06.31
1C	MD 06.32
2C	MD 06.35; CD 09.01.06
3C	MD 06.35
4C	MD 06.37
5C	MD 06.37
6+	-
7C	MD 06.33
8C	CD 09.01.03
9C	MD 06.34
10C	MD 06.34; CD 09.01.06
11C	CD 09.01.06
12C	CD 09.01.06
13C	MD 06.35; MD 06.36; CD 09.01.04
14C	CD 09.01.05
15+	-
16C	MD 06.35; CD 09.01.04
17C	CD 09.01.05
18C	CD 09.01.09

19C	MD 06.36; CD 09.01.07
20C	MD 06.36; CD 09.01.07
21C	CD 09.01.01
22+	-
23C	MD 06.36; CD 09.01.01
24C	MD 06.39
25C	CD 09.01.03
26C	CD 09.01.02; CD 09.01.08
27C	MD 06.38
28C	CD 09.01.02; CD 09.01.08
F1	MD 06.40
F2	MD 06.41
F3	MD 06.42
F4	CD 11.01.06 (pakket 1)
F5	CD 11.01.07 (pakket 1)
F6	MD 06.43
F7	CD 11.01.01 (pakket 1)
F8	CD 11.01.01 (pakket 1)
F9	MD 06.44
F10	MD 06.45; CD 11.01.04 (pakket 1)
F11	MD 06.46
F12	CD 11.01.02 (pakket 1)
F13	MD 06.47
F14	MD 06.47
F15	CD 11.01.03 (pakket 1)
F16	MD 06.48; CD 11.01.05 (pakket 1)

F17	MD 09.49
F18	CD 11.01.05 (pakket 1)
F19+	-

7.2 Minimumdoelen basisvorming

06.24 De leerlingen leggen uit hoe plantaardige en dierlijke organismen prikkels ontvangen.

06.25 De leerlingen leggen uit hoe bij plantaardige en dierlijke organismen een prikkel verwerkt wordt.

Onderliggende (kennis)elementen:

- Zenuwstelsel
- Hormonen

06.26 De leerlingen lichten het onderscheid toe tussen reacties op een prikkel bij plantaardige en dierlijke organismen.

06.27 De leerlingen leggen uit dat plantaardige en dierlijke organismen zich kunnen handhaven dankzij homeostase.

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

06.29 De leerlingen leggen het verband tussen eigenschappen van virussen, bacteriën en schimmels en hun positieve en negatieve rol in de natuur.

Onderliggende (kennis)elementen:

- Microbioom

06.30 De leerlingen illustreren interacties tussen organismen van dezelfde soort en van verschillende soorten.

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

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

Onderliggende (kennis)elementen:

- Stofeigenschappen: massadichtheid, kookpunt, smeltpunt, deeltjesgrootte, oplosgedrag van stoffen

06.33 De leerlingen gebruiken een atoommodel om de structuur van atomen en ionen te beschrijven.

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

06.35 De leerlingen interpreteren de naam en symbolische schrijfwijze van enkelvoudige en samengestelde stoffen.

06.36 De leerlingen leggen het verband tussen de chemische binding en de eigenschappen van een stof.

Onderliggende (kennis)elementen:

- Oxiden, basen, zuren, zouten en alkanen

06.37 De leerlingen balanceren gegeven eenvoudige chemische reacties en interpreteren ze in termen van materie- en energie-uitwisseling.

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

06.39 De leerlingen interpreteren massaconcentratie en molaire concentratie.

06.40 De leerlingen lossen fysische problemen met en zonder formularium op.

Voetnoot:

Rekening houdend met concepten van de tweede graad.

06.41 De leerlingen interpreteren rechtlijnige bewegingen grafisch en eenparig rechtlijnige bewegingen kwantitatief.

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

Onderliggende (kennis)elementen:

- Zwaartekracht, gewicht, normaalkracht, veerkracht
- Dynamische effecten van een resulterende kracht: versnellen, vertragen, van richting veranderen
- Verschil massa en gewicht

06.43 De leerlingen verklaren fenomenen of toepassingen uit het dagelijkse leven aan de hand van het concept druk bij vaste stoffen, gassen en vloeistoffen.

Onderliggende (kennis)elementen:

- Druk als grootte van de kracht per oppervlakte
- Invloedsfactoren op de totale druk in een vloeistof

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

06.45 De leerlingen stellen kwantitatief de energiebalans op van energieomzettingen tussen kinetische, gravitationele of elastische energie in eenvoudige situaties.

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

06.47 De leerlingen verklaren het energietransport bij faseovergangen en bij temperatuursveranderingen van stoffen aan de hand van het deeltjesmodel.

Onderliggende (kennis)elementen:

- Absolute temperatuur

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

06.49 De leerlingen gebruiken de grootheid vermogen en het Joule-effect om fenomenen in elektrische systemen te verklaren.

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

06.51 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.

06.52 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.

06.53 De leerlingen analyseren 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

08.01.01 De leerlingen beschrijven transport van water en assimilaten in relatie tot de morfologie van de plant.

08.01.02 De leerlingen situeren organismen in het driedomeinensysteem.

08.01.03 De leerlingen analyseren het gedrag van en interacties tussen organismen van dezelfde soort en van verschillende soorten.

08.01.04 De leerlingen leggen het voorkomen of een toepassing van micro-organismen uit aan de hand van structuur, metabolisme of voortplanting.

09.01.01 De leerlingen brengen het oplossen van stoffen in water in verband met het dissociëren van ionaire verbindingen en het ioniseren van polaire moleculaire verbindingen.

- Elektrolyten

09.01.02 De leerlingen stellen de reactievergelijking op van een eenvoudige reactie.

09.01.03 De leerlingen leggen kwantitatief het verband tussen stofhoeveelheid en molaire grootheden en concentraties.

09.01.04 De leerlingen classificeren stoffen zowel op basis van een gegeven chemische formule als op basis van een naam.

- Anorganische zuren, basen, zouten, oxiden
- Alkanen

09.01.05 De leerlingen hanteren de IUPAC-naamgeving voor alkanen en anorganische zuren, basen, zouten en oxiden.

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

- Roostermodel
- Lewisstructuur
- Ionbinding, atoombinding, metaalbinding
- Elektronegativiteit

09.01.07 De leerlingen leggen het verband tussen polariteit en de eigenschappen van stoffen.

09.01.08 De leerlingen stellen de reactievergelijking op van een eenvoudige reactie met ionenuitwisseling en met elektronenoverdracht.

09.01.09 De leerlingen identificeren anorganische reactietypes.

- Metalen en niet-metalen met dizuurstof

- Niet-metaaloxide en metaaloxide in water

11.01.01 De leerlingen analyseren en kwantificeren de statica van systemen.

- Wrijvingskracht met inbegrip van statische wrijvingscoëfficiënt
- Archimedeskracht
- Samenstellen en ontbinden van vectoren
- Krachten- en krachtmomentenbalans

11.01.02 De leerlingen kwantificeren druk, volume, temperatuur en stofhoeveelheid aan de hand van de ideale gaswet.

11.01.03 De leerlingen kwantificeren de warmtebalans bij temperatuursveranderingen en faseovergangen.

11.01.04 De leerlingen kwantificeren arbeid en energieomzettingen tussen kinetische, gravitationele en elastische energie.

- Energiedissipatie

11.01.05 De leerlingen kwantificeren grootheden in serie-, parallel- en gemengde elektrische gelijkstroomkringen met twee of drie weerstanden.

- De wet van Ohm, het Joule-effect

11.01.06 De leerlingen beschrijven de fenomenen breking, weerkaatsing en schaduwvorming aan de hand van het stralenmodel van licht.

- Diffuse en regelmatige weerkaatsing

11.01.07 De leerlingen bepalen eigenschappen van het beeld van een voorwerp bij vlakke spiegels en dunne bolle lenzen via constructie.

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

- Gegevens/meetwaarden met de juiste symbolen voor grootheden en (SI-)eenheden
- Beduidende cijfers
- Meetnauwkeurigheid
- Notaties met machten van 10

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 5

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 12

3.5 Aandachtspunten 13

3.5.1 Oriëntatie van het leerplan 13

3.5.2 Samenhang tussen wetenschappen 13

3.5.3 Dissecties als werkvorm 14

3.6 Leerplanpagina 15

4 Leerplandoelen 15

4.1 STEM-doelen 15

4.2 Biologie 18

4.2.1 Homeostase 18

4.2.2 Voortplanting 22

4.2.3 Biodiversiteit 23

4.2.4 Interacties tussen organismen 26

4.2.5 Materie- en energiestromen in ecosystemen 27

4.3 Chemie 27

4.3.1 Mengsels en zuivere stoffen 27

4.3.2 Aspecten van een chemische reactie 29

4.3.3 Bouw en eigenschappen van atomen 30
4.3.4 Chemische bindingen 31
4.3.5 Indeling van samengestelde stoffen 32
4.3.6 Eigenschappen van stoffen op basis van hun structuur 34
4.3.7 Kwantitatieve aspecten 35
4.3.8 Reactiesoorten 36
4.4 Fysica 37
4.4.1 Krachten en hun gevolgen: bewegingsverandering 37
4.4.2 Licht en straling 39
4.4.3 Krachten en hun gevolgen: druk en statica van systemen 40
4.4.4 Energieomzetting en vermogen 42
4.4.5 Thermodynamica 43
4.4.6 Elektrodynamica 44

5 Basisuitrusting 46
5.1 Infrastructuur 47
5.2 Materiaal, toestellen, machines en gereedschappen 47

6 Glossarium 48

7 Concordantie 49
7.1 Concordantietabel 49
7.2 Minimumdoelen basisvorming 52
7.3 Cesuurdoelen 54