

Biotechnieken B+S

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

BRUSSEL

D/2024/13.758/073

Versie november 2025

1 Inleiding

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

1.1 Het leerplanconcept: vijf uitgangspunten

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

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

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

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

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

1.2 De vormingscirkel – de opdracht van secundair onderwijs

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

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



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

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



1.3 Ruimte voor leraren(teams) en scholen

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

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

1.4 Differentiatie

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

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

Differentiatie door te verdiepen en te verbreden

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

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

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

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

Differentiatie door de leeromgeving aan te passen

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

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

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

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

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

Differentiatie in evaluatie

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

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



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

1.5 Opbouw van leerplannen

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

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

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

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

De **leerplandoelen** zijn helder geformuleerd en geven aan wat van leerlingen wordt verwacht. Waar relevant geeft een opsomming of een afbakening (★) aan wat bij de realisatie van het leerplandoel aan bod moet komen. Ook pop-ups bevatten informatie die noodzakelijk is bij de realisatie van het leerplandoel. De leerplandoelen zijn gebaseerd op de minimumdoelen van de basisvorming, de cesuurdoelen of de doelen die leiden naar een beroepskwalificatie. Indien een leerplandoel verder gaat, vind je een '+' bij het nummer van het leerplandoel. Al die leerplandoelen zijn verplicht te realiseren. In een aantal gevallen zijn keuzedoelen opgenomen; die leerplandoelen zijn weergegeven in een grijze kleur en het nummer van het leerplandoel wordt voorafgegaan door 'K'.

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

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

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

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

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

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

2 Situering

2.1 Samenhang met de eerste graad

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

2.2 Samenhang in de tweede graad

Er zijn verschillende leerplannen Natuurwetenschappen voor de studierichtingen van de tweede graad D/A-finaliteit. In de onderstaande tabel wordt aangegeven voor welke studierichtingen de leerplannen gelden.

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

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

Samenhang tussen basisvorming en specifieke vorming in leerplannen Natuurwetenschappen

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

2.3 Plaats in de lessentabel

Het leerplan Biotechnieken B+S is gebaseerd op minimumdoelen van de basisvorming, cesuurdoelen en doelen die leiden naar volgende beroepskwalificatie(s): Labotechnisch medewerker en Operator voedings-, chemische en farmaceutische industrie.

Het leerplan is gericht op 20 graaduren en is bestemd voor de studierichting Biotechnieken.

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



3 Pedagogisch-didactische duiding

3.1 Natuurwetenschappen en het vormingsconcept

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

Natuurwetenschappelijke en technische vorming

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

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

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

Wiskundige vorming

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

Maatschappelijke vorming

Wetenschappen vervullen een cruciale rol in onze samenleving. De ontwikkelingen in de geneeskunde, telecommunicatie, biotechnologie ... hebben een grote impact op het welzijn van mensen. Wetenschappen hebben 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

Wetenschappelijke inzichten opbouwen voor de STEM-professional en burger van morgen

Leerlingen leren concepten uit Biologie, Chemie, Fysica, Labo- en productietechnieken. 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 betrouwbare kennis en aangepaste oplossingen te ontwikkelen

Leerlingen leren wetenschappelijke methoden toepassen. Vooral labo- en productietechnieken komen aan bod. Ze leren meetinstrumenten gebruiken en omgaan met grootheden en eenheden. Daarbij leren ze ook om te werken met materialen en stoffen. Leerlingen leren geïntegreerde STEM-problemen oplossen aan de hand van natuurwetenschappen, technologie en wiskunde.

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

STEM kan niet los worden gezien van de samenleving. Ideeën die worden ontwikkeld over natuur, (bio-)techniek of wiskunde en de concrete inzet van deze ideeën in menselijke activiteiten, technische systemen en (veranderings)processen beïnvloeden maatschappelijke denkbeelden en vice versa. Daartoe illustreren leerlingen interacties tussen STEM en samenleving.

3.3 Opbouw

Het leerplan is opgebouwd uit discipline-overschrijdende STEM-doelen, doelen Biologie + labo, Chemie + labo en Fysica + labo. Daarnaast is er nog een leerplanonderdeel 'Labo & productietechnieken' dat bestaat uit drie onderdelen:

- Eerder biologisch en chemisch georiënteerd:
 - 'Analysetechnieken en milieutechnologie'
 - 'Biochemische productietechnieken'
- Eerder fysisch en elektromechanisch georiënteerd:
 - 'Productiesystemen';
- 'Labo- en productiebeheer', een meer organisatorisch luik.



Het is niet de bedoeling om STEM-doelen als een apart gegeven te benaderen. Een lerarenteam heeft de vrijheid en de verantwoordelijkheid om deze doelen strategisch in te zetten bij het werken bij de doelen Biologie, Chemie, Fysica, Labo- en productietechnieken. In de wenken bij de leerplandoelen vind je hiertoe suggesties.

De verschillende leerplanonderdelen kunnen via een aangepaste didactiek en evaluatiemethoden benaderd worden. Zo is het aangewezen om in het onderdeel ‘Labo & productietechnieken’ meer aandacht te besteden aan projectwerk en coöperatieve werkvormen.

De STEM-doelen verbinden de verschillende leerplanonderdelen inhoudelijk en methodisch met elkaar en komen expliciet aan bod in de onderdelen labo, labotechnieken, productiesystemen.

Gezien de vele mogelijkheden tot samenhang is het belangrijk om met het betrokken lerarenteam samen een jaar- en graadplan op te stellen rekening houdend met de context van de school.

Onderdelen in het leerplan

STEM-doelen (basis + cesuur + BK)	Biologie (basis) + labo (BK)	Chemie (basis + cesuur) + labo (BK)	Fysica (basis + BK) + labo (BK)	Labo & Productietechnieken (BK)
- Onderzoek voeren - Meetinstrumenten en hulpmiddelen gebruiken - Gegevens of meetwaarden gebruiken - Veilig en duurzaam werken - Labotechnieken toepassen - Een oplossing ontwikkelen door STEM-integratie - STEM-interacties in de samenleving	- Biologische feedback - Rol van micro-organismen - Voortplanting - Microscopie, labo micro-biologie en voedings-technologie	- Mengsels en zuivere stoffen - Aspecten van een chemische reactie - Bouw van atomen - Chemische bindingen - Indeling samengestelde stoffen en identificeren reactietypes - Eigenschappen van stoffen - Kwantitatieve aspecten - Reactiesoorten	- Kracht en verandering van beweging; ERB; debiet - Statica: krachten- en momentenbalans - Druk - Elektrodynamica: elektrische kring, wet van ohm; serie & parallelschakeling - Thermodynamica: ideale gaswet Warmte en temperatuur - Energieomzetting en vermogen - Eenparig cirkelvormige beweging	Analysetechnieken en milieutechnologie (°) Biochemische productietechnieken (°) (°): Deze inhouden zijn eerder gerelateerd aan Biologie en Chemie Productiesystemen Deze inhouden zijn eerder gerelateerd aan Fysica - energiekringen - soorten processen - sturen, meten en regelen Labo- en productiebeheer: veiligheid, milieu, kwaliteit, organisatie
Geïntegreerd	4 Graaduren	5 Graaduren	4 Graaduren	7 Graaduren (*)
20 Graaduren				

(*) kan opgesplitst of verdeeld worden

3.4 Leerlijnen

3.4.1 Samenhang met de eerste graad

Biologie	Eerste graad	Tweede graad
II-NatS-da; II-Bio-da Structuur, functie en informatieverwerking KERNIDEE:	Organisatieniveaus Celstructuren	Biologische feedback

levende wezens bestaan uit cellen met een gelijkaardige structuur		Virussen, bacteriën, schimmels
Materie en energie in organismen en ecosystemen KERNIDEE: in ecosystemen concurreren organismen om materie en energie	Biotoop	
	Stof- en energieomzetting Transport in een organisme	
	Fotosynthese	
Groei, ontwikkeling en reproductie van organismen	Aseksuele en seksuele voortplanting	Voortplanting bij de mens: hormonale regeling
	Voortplanting bij de mens	
Natuurlijke selectie en evolutie KERNIDEE: organismen evolueren door overerving, variatie en selectie van kenmerken	Biodiversiteit Verband organisme en omgeving	

Chemie	Eerste graad	Tweede graad II-NatS-da; II-Bio-da
Structuur en eigenschappen van de materie KERNIDEE: materie bestaat uit deeltjes	Mengsels, zuivere stoffen, verbindingen en atomen	Eigenschappen mengsels en zuivere stoffen Atoommodel Atomen en PSE
		Chemische binding
		Oxiden, basen, zuren, zouten, alkanen:
		pH Zuur-base indicator
		Oplosbaarheid en elektrische geleiding:
		Stofhoeveelheid en molaire grootheden
Chemische reacties KERNIDEE: bij elk proces wordt energie omgezet van één vorm in een andere	Verschil tussen stofomzetting en verandering van aggregatietoestand	Materie- en energieaspecten van een chemische reactie
		Reacties met ionenuitwisseling

Fysica	Eerste graad	Tweede graad II-Bio-da
Kracht en bewegingsverandering KERNIDEE: wijziging van beweging vereist interactie met een ander object	Uitwerking van krachten	Kracht als vector Kracht en bewegingsverandering
	Constante snelheid	EVRB, ECB Debiet
		Statica
Structuur en eigenschappen van materie KERNIDEE: materie bestaat uit deeltjes	Stofomzetting versus verandering van aggregatietoestand	Druk
	Massadichtheid	Ideale gaswet



	Materialen (Techniek)	
Energie KERNIDEE: bij elk proces wordt energie omgezet van één vorm in een andere	Energievormen	Energieomzettingen
	Energiesystemen (Techniek)	Vermogen en rendement
		Warmteleer
		Wet van Ohm; serie- en parallelschakeling
		Elektrisch vermogen Joule-effect
Straling KERNIDEE: straling is overal	Energie en veiligheid	
	Fotosynthese	

Labo- en productietechnieken	Eerste graad Techniek	Tweede graad II-Bio-da
Productietechnieken	Productieproces	Analysetechnieken en milieutechnologie
	Materialen	Scheidingstechnieken
	Biotechnische systemen	Biochemische productietechnieken
Productiesystemen	Informatiesystemen	Opbouw
	Energiesystemen	Sturingen
	Transportsystemen	Processen
		Sensoren en actuatoren
		Regelaars
Labo- en productiebeheer	Productieproces	Veiligheid, kwaliteit, voedselveiligheid, organisatie
	Veilig werken	

STEM Eerste graad	Tweede graad
Onderzoek voeren aan de hand van een wetenschappelijke methode	
Meetinstrumenten gebruiken, grootheden en eenheden	
Veilig en duurzaam werken	
Een oplossing ontwerpen voor een probleem	Een oplossing ontwikkelen voor een probleem
	Interacties tussen onderzoeken en ontwikkelen
De wisselwerking tussen wetenschappen, technologie, wiskunde en de maatschappij	

3.4.2 Samenhang in de tweede graad

In het leerplan Biotechnieken 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 Biotechnieken
Fenomenen beschrijven uit de realiteit aan de hand van wiskundige concepten	De wisselwerking wetenschappen, technologie, wiskunde en de maatschappij
Vraagstukken en problemen oplossen	Een oplossing ontwerpen
Bewerkingen met vectoren	Resulterende kracht

Formules omvormen	Formules gebruiken Kwantitatieve aspecten in chemie
Eerstegraadsfuncties	Eenparig rechtlijnige beweging

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

3.5 Aandachtspunten

3.5.1 Oriëntatie van het leerplan

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

In dit leerplan ligt de nadruk op wetenschappelijke vorming voor de professional van morgen.

Voor leerplandoelen die leiden naar een beroepskwalificatie gaan we in de tweede graad uit van eenvoudige situaties of situaties waarin leerlingen vaardigheden volgens richtlijnen en onder begeleiding toepassen.

3.5.2 Samenhang in wetenschappen

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

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

Die drie manieren om meer samenhang en betekenisgeving in het STEM-onderwijs te verkrijgen overschrijden de grenzen van dit leerplan want ze komen in meerdere vakken en over de graden en finaliteiten heen aan bod. Een lerarenteam kan de samenhang tussen S, T, E en M via de geschetste drie manieren nastreven en op die manier werken aan STEM op niveau van het leerplan en 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 en de tweede graad. Daarin staat het voeren van onderzoek en het probleemoplossend denken centraal.

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

Onderzoekend leren, leren onderzoeken en practicum

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

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

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

Mogelijke leerlijnen in practicum:

- Via autonomie: de graad van begeleiding varieert van gesloten naar open practicum om gericht te werken aan toenemende aandacht voor kwaliteit van onderzoek.
- Via complexiteit: de nadruk ligt op zo zelfstandig mogelijk werken vanuit eenvoudige practica naar practica met toenemende complexiteit.

Het is weinig zinvol om een minimaal aantal experimenten te omschrijven die leerlingen dienen uit te voeren in een labo. Zo kunnen onderzoeksvaardigheden en begripsontwikkeling ook via meer aanbiedende werkvormen aan bod komen. Ook demo-experimenten, filmmateriaal, concept cartoons ... kunnen een belangrijke rol spelen. Vanuit dat perspectief hoeft een doelgericht practicum niet altijd een volledig lesuur te duren.

Samenhang vanuit het gebruik van STEM-concepten

STEM-professionals hanteren STEM-concepten als 'typische denkwijzen' die kennis uit verschillende disciplines met elkaar verbinden. De STEM-concepten kunnen een hulpmiddel en leidraad zijn om fenomenen of systemen te analyseren of te beschrijven. Ze helpen om in een les vanuit een bepaald perspectief te kijken naar het systeem. Via al dan niet aangereikte STEM-concepten ontwikkelen leerlingen geleidelijk aan een breder en dieper inzicht in vakinhouden en ontdekken ze overeenkomsten met andere inhoud. De concepten kunnen apart of gecombineerd worden ingezet.

STEM-concepten:

- systemen en modellen ervan;
- patronen herkennen;
- relatie tussen structuur en functie;
- stromen en behoud van energie, materie en informatie;

- oorzaak en gevolg, terugkoppeling;
- stabiliteit, verandering en verstoringen;
- invloed van verhouding en hoeveelheid.

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

3.5.3 Dissecties als werkvorm

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

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

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

3.6 Leerplanpagina

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



4 Leerplandoelen

4.1 STEM-doelen

Minimumdoelen, cesuurdoelen of doelen die leiden naar BK

LPD 1 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 aangereikte 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 vaardigheden daar kunnen toe bijdragen door die zelf uit te voeren in onderzoeksactiviteiten. Ze kunnen beperkt worden in complexiteit of kunnen sterk begeleid worden. Zo kan je ook taalsteun geven bijv. aan de hand van spreek- en of schrijfkaders.

Wenk: Het is niet de bedoeling alle vaardigheden in te oefenen bij elk onderzoek. Ze kunnen ook aan bod komen bij demonstratie-experimenten of simulaties. De meer talige onderzoeksvaardigheden kunnen bijvoorbeeld ook aan bod komen in een onderwijsleergesprek. Data hoeven niet altijd in eigen experimenteel onderzoek verzameld te worden. Er kan ook gebruik gemaakt worden van gegeven data. Wetenschappelijk onderzoek mag niet worden voorgesteld als het toepassen van een uniforme wetenschappelijke methode die verloopt volgens een vast ritueel of recept.

Wenk: Mogelijke voorbeelden van onderzoeksopdrachten die aansluiten bij leerplandoelen: scheiden van mengsels, verband tussen massa en volume, wet van behoud van massa, endo- en exotherme reacties, weerkaatsing en breking van licht, stralengang bij een spiegel, invloed hygiëne en temperatuur op groei van micro-organismen, rendement vergelijken van toestellen, verband tussen druk en oppervlakte, waarnemen hartslag bij inspanning ...

Wenk: In wetenschappelijk onderzoek is er altijd wisselwerking tussen de creatieve menselijke ideeënwereld (hypothesen, modellen, theorieën) en data uit waarnemingen (observatie, experiment, meting, test) om betrouwbare verklaringen en oplossingen te ontwikkelen. In die wisselwerking staat kritische argumentatie centraal. Daarom is het van belang dat leerlingen lezen, schrijven en discussiëren over wetenschappelijke ideeën en die confronteren met waarnemingen.

Wenk: 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 en voeren er basisonderhoud aan uit.

- ★ Kalibratie van meetinstrumenten
Gebruiksprocedures, onderhoudsvoorschriften
Werkingsprincipes van laboratoriummateriaal
Hulpmiddelen voor staalname

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

Wenk: Voorbeelden van hulpmiddelen en meetinstrumenten: balans, pH-meter en -

indicatoren, thermometer, glaswerk, pipet, gereedschappen, chronometer (gsm), dynamometer, manometer, sensor, camera, fototoestel, ICT, microscoop, decibelmeter (gsm) ...

Wenk: Voorbeelden van natuurwetenschappelijke contexten:

- meten van het geluidsniveau met een applet;
- waarnemen van schimmels, bacteriënkolonies met een microscoop;
- gebruik van indicatoren.

Wenk: Voorbeelden van technologische en STEM contexten: energiegebruik van huishoudelijke toestellen, snelheidsmeter op een fiets, drukmeting bij oppompen fietsband ...

Wenk: Je kan aandacht besteden aan de nauwkeurigheid en het meetbereik van een meetinstrument in functie van de uit te voeren meting.

Wenk: Je besteedt best aandacht aan het correct gebruik en onderhoud van de microscoop. Ook het correct gebruik van een multimeter kan aan bod komen.

Wenk: Je kan aandacht besteden aan het kalibreren van een balans, pH-meter, dynamometer, het onderhoud van glaswerk en bunsenbrander.

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

- ★ Gebruik van richt- en referentiewaarden
Tolerantie
Meetnauwkeurigheid
Herleiden van courante eenheden
Beduidende cijfers
Notaties met machten van 10

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

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 geduid worden.

Wenk: In Wiskunde gebruiken leerlingen meetwaarden, grootheden en eenheden in wiskundige contexten.

Wenk: Tolerantie is een grootheid die typisch is voor constructie- en productieprocessen. Het is het verschil tussen de bovenste en onderste grensmaat, dus tussen de maximale en de minimale waarde.

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

- ★ Persoonlijke beschermingsmiddelen
Laboreglement voor hantering, veilige bewaring en opslag van gevaarlijke stoffen
Veiligheidsinstructies bij gebruik van onderhoudsproducten
Veiligheidspictogrammen, etikettering en productidentificatie



Eigenschappen van stoffen en materialen

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

Wenk: Technische systemen zoals glaswerk, meetinstrumenten, computers, handgereedschappen.

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

Wenk: Duurzaam omgaan met organismen bv. bacteriën, dieren, planten, schimmels: streven naar vervanging of vermindering waar mogelijk, geschikte bewaringstechnieken gebruiken; zorgen voor optimale voeding of voedingsregime, voor aangepaste huisvesting of omgeving (ook na gebruik in de klas), correct omgaan met biologisch afval.

Wenk: Goede praktijken voor veilig en duurzaam werken zoals:

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

Wenk: Geïnformeerd werken door gebruik van informatie zoals instructiekaarten voor technische systemen, (veiligheids)pictogrammen, H/P-zinnen, 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. Je kan best een databank voor gevaarlijke stoffen raadplegen bij het gebruik van stoffen (www.gevaarlijkestoffen.be).

LPD 5 S De leerlingen passen goede labopraktijken en -technieken toe.

- ★ Staalname: procedures, registratie- en bewaringstechnieken
- Keuze reagentia en labomaterieel in functie van analyses
- Meet- en testtechnieken
- Evalueren van meetresultaten
- Gebruik van informaticatoepassingen
- Gepaste reacties bij onverwachte storingen van materieel of bij situaties
- Mondelinge of schriftelijke rapportage aan medeleerlingen en leraar

Wenk: Bij onverwachte storingen van materieel of situaties tijdens het uitvoeren van een practicum is het belangrijk om aandacht te hebben voor adequate reacties van leerlingen.

Wenk: Informaticatoepassingen worden ingezet voor de opvolging van practica en labo-activiteiten.

Wenk: Je kan staalname, staalregistratie en –bewaring beschouwen als goede labopraktijk. Registratietechnieken zoals traceerbare nummering, gebruik van codering. Procedures voor staalname zoals representatieve staalname,

doelgerichte staalname, spreiding in tijd en van locatie ... Bewaringstechnieken voor stalen rekening houden met invloeden van temperatuur, licht, contaminatie, zuurstof ...

Wenk: Je kan reflecteren over het belang van reproduceerbaarheid van metingen.

LPD 6 S De leerlingen ontwikkelen een oplossing voor een probleem door STEM-disciplines geïntegreerd toe te passen.

- ★ Interactie tussen onderzoeken en ontwikkelen
Modelleren

Samenhang tweede graad: vraagstukken en problemen oplossen (II-WisS-da 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 inhoudelijke leerplandoelen.

Wenk: Om gefundeerde beslissingen te nemen bij het probleemoplossen kunnen leerlingen onderzoek voeren aan de hand van een wetenschappelijke methode. Dit leerplandoel wordt dan gecombineerd met LPD 1S.

Wenk: Je kan bij het ontwikkelen van een oplossing aandacht besteden aan de beschikbaarheid van hulpmiddelen zoals gereedschappen, machines, robots, computers, grondstoffen, materialen, biologische en chemische agentia, energie, informatie, menselijke inzet, geldmiddelen, tijd.

Wenk: Het is zinvol om scherp te stellen op de probleemstelling door bepalen van criteria zoals behoeften, duurzaamheid, klimaat, ecologie, veiligheid, ergonomie.

Wenk: Je kan verschillende modellen inzetten om ontwerpconcepten of ontwerpresultaten te communiceren en te presenteren. Je kan modellen gebruiken zoals:

- technologische modellen: schetsen, schema's, flowcharts, werktekeningen en recepten, schaalmodellen, (digitale) 2D- en 3D-modellen, prototypes ...
- natuurwetenschappelijke zoals deeltjesmodel, anatomisch model ...
- wiskundige modellen zoals grafieken, tabellen, formules ...

Wenk: Voorbeelden van problemen die leerlingen kunnen oplossen:

- ontwikkelen van een scheidingsmethode om een mengsel te scheiden in fracties;
- ontwikkelen van een zuiveringsmethode van water, lucht of bodem;
- ontwikkelen van een bereidingsmethode van een voedingsmiddel;
- ontwikkelen van een procedure van een labo;
- voorbeelden in het kader van veiligheid en gezondheid: ontwikkelen van een oplossing om een veiligheidsrisico te verminderen.

Wenk: Een oplossing kan zijn: een nieuwe of aangepaste werkwijze, een interventie, een technisch systeem.



Wenk: Om dit leerplandoel te bereiken wordt vertrokken van een specifieke context of situatie waarin kennis en vaardigheden op een creatieve manier ingezet worden. Leerlingen wegen verschillende oplossingen tegenover elkaar af en maken keuzes. Stappenplannen en zoekstrategieën kunnen dit proces ondersteunen maar vervangen het creatief denken niet.

Wenk: In het technisch proces ligt de nadruk op het ontwerpproces. De materiële uitwerking van het ontwerp is geen doel op zich. Het oplossen van problemen met een algoritme komt aan bod in LPD 7L en 8L over het opstellen van een algoritme en het bepalen van een sturing binnen het leerplanonderdeel 'Labo- en productietechnieken'. Je kan bij het ontwikkelen van een oplossing voor een technisch probleem algoritmen gebruiken zoals geconcretiseerd in een diagram (flowchart/stroomschema) van een werkwijze of een proces.

Wenk: Je kan de ontwikkelopdracht in leerlingenteams laten realiseren om het creatief denken te stimuleren. Ook sociale en communicatieve vaardigheden krijgen dan oefenkansen.

LPD 7 S De leerlingen illustreren de wisselwerking tussen wetenschappen, technologie, wiskunde en de maatschappij aan de hand van maatschappelijke uitdagingen.

Samenhang tweede graad: fenomenen beschrijven uit de realiteit aan de hand van wiskundige concepten (II-WisS-da 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 aanknopingspunt vormen om de onderlinge wisselwerking met natuurwetenschappen, technologie en wiskunde te bespreken.

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

Wenk: Een historische ontwikkeling als voorbeeld kan de (interdisciplinaire) wisselwerking tussen Wiskunde, Wetenschappen en Technologie verhelderen en deze laten zien als culturele ontwikkeling.

Wenk: Ook een bezoek aan een bedrijf, onderzoeksinstituut of vereniging kan een aanleiding zijn voor een concreet casusonderzoek en veel relaties tussen de samenleving en 'onderzoek en ontwikkeling' verhelderen.

Wenk: Illustreren van een concrete maatschappelijke uitdaging kan gebeuren vanuit meerdere invalshoeken (multiperspectiviteit). Het is zinvol om aandacht te besteden aan de duurzame ontwikkelingsdoelen van de Verenigde Naties (SDGs- Sustainable Development Goals).

4.2 Biologie

4.2.1 Biologische feedback

Minimumdoelen, cesuurdoelen of doelen die leiden naar BK

LPD 1 B De leerlingen leggen aan de hand van een voorbeeld uit dat organismen zich kunnen handhaven dankzij biologische feedback.

★ Functie van hormonen

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

- Wenk: Je kan focussen op het globale principe van feedback in samenhang met STEM-concept: terugkoppeling, zonder in te gaan op gedetailleerde fysiologische processen.
- Je kan de parallel trekken met de regelende werking van een technisch systeem uit de leefwereld zoals een verwarming met thermostaat, verlichtingssturing met lichtsensor, alarmsysteem met bewegingssensor.
- De rol van organen in de regelende werking van een (biologisch/technisch) systeem kan je vergelijkend behandelen : organen die een grootte meten (receptor/sensor), organen die de grootte bijsturen (effector/actuator), organen die instaan voor de regeling (hersenen/stuursysteem), signaaloverdracht tussen organen (elektrisch via zenuwbanen, chemisch via hormonen).
- Wenk: Je kan positieve en negatieve feedback behandelen.
- Negatieve feedback om de verandering van een grootte af te remmen en zo de waarde stabiel te houden zoals bij de lichaamstemperatuur, bloedsuikerspiegel.
- Positieve feedback om de verandering van een grootte te versterken zoals bij de stijging van het hartritme bij stress.
- Wenk: Voorbeelden van feedbacksystemen bij de mens: regeling van het voortplantingssysteem bij man en vrouw, regeling van de bloedsuikerspiegel, regeling van epo in het bloed, regeling van de lichaamstemperatuur, regeling van de bloeddruk, regeling van stress.
- Wenk: Feedbacksystemen bij planten: waterhuishouding, reactie op prikkels zoals fotonastie, thermonastie, fototropie of heliotropie.
- Wenk: Je kan bij de functie van hormonen een aantal specifieke voorbeelden binnen bestudeerde feedbacksystemen aan bod laten komen.

4.2.2 Rol van micro-organismen

Minimumdoelen, cesuurdoelen of doelen die leiden naar BK

LPD 2 B De leerlingen leggen aan de hand van voorbeelden de diversiteit van virussen, bacteriën en schimmels uit.

★ 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 diversiteit ook illustreren op basis van bouw (vorm, grootte, ééncellig/meercellig), manier van vermenigvuldiging, voedingswijze. Een virus is in tegenstelling tot de andere micro-organismen een niet-levend wezen.
Het is niet de bedoeling om uitgebreide classificaties te doen.
- Wenk: Het menselijk lichaam herbergt miljarden micro-organismen waarvan hoofdzakelijk bacteriën. Het overgrote deel van het 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 darmmicrobiom. De samenstelling van het microbiom kan worden beïnvloed door bv. voeding, leeftijd, geslacht, medicatie.
- Wenk: Voorbeelden van micro-organismen: bakkers- of brouwersgist als eencellige schimmel, melkzuur- en azijnzuurbacteriën, influenza (griepvirus), coronavirus.

LPD 3 B De leerlingen leggen de negatieve rol uit van virussen, bacteriën en schimmels in de natuur en in toepassingen voor de mens.

- Wenk: Je kan aandacht besteden aan hygiënemaatregelen zoals handen wassen, ontsmetten, gedragsregels bij niezen en hoesten, begroeten, zwemmen en aan hygiënemaatregelen in geneeskunde zoals afscherming, steriliseren. De problematiek van overmatige hygiëne die de goede werking van het immuunsysteem kan verstoren kan hier ook aan bod komen.
- Wenk: Vaccinatie is een methode in de geneeskunde om bij dierlijke organismen immuniteit te ontwikkelen tegen infectieziekten veroorzaakt door gevaarlijke virussen en bacteriën. De mens of het dier bouwt afweer op zonder eerst ziek te worden. Bepaalde infectieziekten kunnen zo worden voorkomen.
- Wenk: Antibiotica bieden geen behandeling voor een virusinfectie.
De invloed van antibiotica op het darmmicrobiom kan aan bod komen.
Je kan inspelen op overheids campagnes om het antibioticagebruik in de geneeskunde en de dierenteelt te beperken of gericht in te zetten.
Ziekenhuisbacteriën zijn voorbeelden van bacteriën die resistent zijn voor antibiotica. Je kan dit linken aan het STEM-doel over interactie STEM met de samenleving.
Antimycotica werken in op schimmels.
- Wenk: Bewaringstechnieken in de voeding om bederf te vertragen: koelen, drogen, roken, pasteuriseren, steriliseren, opleggen in zuur, suiker, alcohol of zout ...

LPD 4 B De leerlingen leggen de positieve rol uit van virussen, bacteriën en schimmels in de natuur en in toepassingen voor de mens.

1ste graad: biotechnische systemen (I-Tec-a LPD 11)

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

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

4.2.3 Voortplanting

Minimumdoelen, cesuurdoelen of doelen die leiden naar BK

LPD 5 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: Voortplantingssysteem bij de mens: elementen zoals de menstruatiecyclus, zaadcel, zygote, embryo, foetus kunnen in een logisch verband gekoppeld worden.

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

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

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

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

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

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

4.3 Labo biologie

Minimumdoelen, cesuurdoelen of doelen die leiden naar BK



4.3.1 Microscopie

LPD 6 B De leerlingen maken preparaten voor microscopisch onderzoek.

Wenk: Mogelijkheden van zelfgemaakte preparaten van plantencellen- en weefsels: de opperhuid van (rode) ui, prei en sla, waterpest of mos, tomaat ...
Cellen en weefsels kunnen gekleurd worden met methyleenblauw (celwand, kern), eosine (vacuole), lugol (zetmeelkorrels), safranine en astra-blauw (plantendoorsneden) ...

Wenk: Alternatieven voor preparaten:

- meeldraden en pollen, sporen ...;
- textielvezels (wol, katoen, nylon) herkennen aan de hand van de structuur;
- onderzoek van kristallen (zouten, suiker, ..) en korrels (zetmeelsoorten ...);
- vleugel en/of poot van een vlieg onderzoeken;
- vergelijken van blond, bruin, zwart, steil of krullend haar.

Wenk: Kwaliteitscriteria voor een preparaat: contrast, afwezigheid van luchtbellens, voldoende kleuring, waarneembaarheid van cellen of weefsel ...

Wenk: Je kan dit leerplandoel linken aan STEM-doelen en aandacht besteden aan de registratie van het preparaat met aandacht voor bv. herkomstgegevens, datum van staalname, uitvoerder.

LPD 7 B De leerlingen onderzoeken preparaten met de microscoop.

1ste graad: celonderdelen (I-Nat-a LPD 17)

Wenk: Het is belangrijk dat de leerlingen vaardig worden in het correct gebruiken van de microscoop. Aan de hand van verschillende laboratoriumoefeningen leren ze de microscoop op een efficiënte wijze gebruiken. Je kan dit leerplandoel realiseren in samenhang met LPD 2S over het gebruik van meetinstrumenten en hulpmiddelen. Besteed aandacht aan het onderhoud van de microscoop.

Wenk: Je kan de plantencellen vergelijken met een zelfgemaakt preparaat van wangslimvliescellen van de mens. Je kan de leerlingen ook (aangekochte) preparaten laten bestuderen van weefsels (spier-, zenuw-, (kraak)been- ...). In de derde graad worden de verschillende soorten weefsels gedetailleerd behandeld.

Wenk: Door tekeningen te maken leren de leerlingen nauwkeurig observeren. Het vastleggen van het beeld kan o.a. via een camera (smartphone). De bekomen beelden kan je vergelijken met bestaande lichtmicroscopische afbeeldingen in het kader van kwaliteitscontrole en identificatie. Voorbeelden: vergelijking van soorten vezels in kleding, vergelijking van soorten bacteriën, vergelijking van zetmeelsoorten.

Wenk: Je kan de link leggen met het STEM-concept: structuur en functie, en de relatie tussen de aanwezigheid van verschillende structuren in de cel en hun functie onderzoeken: bv. bladgroenkorrels in groene cellen, zetmeelkorrels in cellen met een reservefunctie.

4.3.2 Labo microbiologie

LPD 8 B De leerlingen gieten op aseptische wijze zelfbereide voedingsbodems.

Wenk: Bij het bereiden en steriliseren van een voedingsbodem leren de leerlingen consequent de principes van het kweken van micro-organismen in de praktijk toepassen. Je kan hier wijzen op het gevaar van pathogenen.
Je kan vanuit de werking van een autoclaaf linken naar het fysisch begrip 'druk'.

Wenk: Je kan de leerlingen kennis laten maken met verschillende soorten selectieve voedingsbodems bv. TSA, PCA en met vloeibare media.
Identificatietechnieken van voedingsbodems focussen op soort voedingsbodem, datum van aanmaak ...

Wenk: Je kan vanuit goede labopraktijken de link leggen naar kwaliteitszorg en aandacht besteden aan interne en externe kwaliteitscriteria.

LPD 9 B De leerlingen beënten steriele voedingsbodems met micro-organismen aan de hand van verschillende technieken.

★ Enten als vorm van staalname

Wenk: Je kan dit leerplandoel realiseren in samenhang met het STEM-doel over goede labopraktijken. Besteed aandacht aan registratietechnieken (labelen) om voedingsbodems en preparaten van elkaar te kunnen onderscheiden bij een specifieke onderzoeksmethode. Dat is een werkwijze die je ook in ander onderzoek aan bod kan laten komen, bijvoorbeeld bij het onderzoek van voedingsmiddelen.
Je kan de registratie van de voedingsbodem koppelen aan bv. herkomstgegevens, datum van staalname, uitvoerder, tijd en temperatuur in broedstoof, eventuele identificatie van broedstoof.

Wenk: Je kan bacteriën uit de omgeving (lucht, grond, voorwerpen, rauwe voeding) uitplaten en de kolonies (aantal, vorm, kleur) bestuderen.
Mogelijke enttechnieken: spiraalenten, streepenten bij reïncultuur of bij een verdunningsreeks.
Je kan convectie van warme lucht bij bunsenbranders om besmetting te voorkomen linken met fysische principes.

Wenk: Correcte afvalverwerking komt aan bod.

LPD 10 B De leerlingen voeren kleuringen uit om bacteriën te onderscheiden.

1ste graad: biodiversiteit (I-Nat-a LPD 8); celonderdelen (I-Nat-a LPD 17)

Wenk: Je benadert dit leerplandoel best vanuit de submicroscopische bouw van de bacteriële cel en vanuit de diversiteit van micro-organismen.
Je kan de structuur van het celmembraan schematisch benaderen; in de derde graad komt de chemische structuur gedetailleerd aan bod.

Wenk: Bij bacteriën uit de omgeving (opgehoopt op voedingsbodems) is de variatie meestal groot genoeg om zowel bolvormige als staafvormige bacteriën te onderscheiden. In goede (levende) yoghurt zijn zowel lactobacillen als



streptococcon waarneembaar. Bij onderzoek van tandflora kan je (met een negatieve kleuring) soms spirillen waarnemen. Je kan ook hooiculturen of gevriesdroogde bacteriën onderzoeken.

Wenk: Mogelijke kleuringen:

- enkelvoudige kleuring (met methyleenblauw, kristalviolet ...);
- Gram-kleuring;
- negatieve kleuring (met nigrosine of Oost-Indische inkt).

LPD 11 B De leerlingen onderzoeken de invloed van verschillende factoren op de groei van bacteriën.

Samenhang tweede graad: grafiek van een functie (II-WisS-da LPD 15)

Wenk: De diverse fasen van een groeicurve van een komen aan bod. Je kan dat koppelen aan STEM-vaardigheden waaronder het interpreteren van een grafiek.

Wenk: Factoren die de groei kunnen beïnvloeden: temperatuur, pH, osmotische druk, zuurstofbeschikbaarheid. Je kan werken met sensoren (Arduino, Pasco, Vernier ...).

Je kan de link leggen met de leerplandoelen in de rubriek 'Biochemische productietechnieken'.

Wenk: Je kan het effect van pasteuriseren en UHT-behandeling van melk aan bod laten komen en de gevolgen ervan voor smaakverandering.

Het gevaar van voedselbederf kan hier aan bod komen. Sporenvorming in de voeding (bv. bij het terug invriezen van ontdooid voedsel) komt hier best ook ter sprake.

Wenk: Je kan een microbiologische vergelijking maken tussen steriel water, leiding- en slootwater, het (aëroob) kiemgetal bepalen of een vergelijkend onderzoek van gebruikte keukensponsjes in verschillende omstandigheden uitvoeren.

Je kan verschillende vormen van steriliseren vergelijken.

Het effect van verschillende technieken bij reinigen of desinfecteren kan je onderzoeken op voedingsbodems met uitgeplate bacteriën.

Wenk: De invloed van bacterieremmende middelen kan je aantonen met een antibiogram.

Je kan de problematiek van antibioticaresistentie en verantwoord antibioticagebruik linken aan het STEM-doel over interacties met de samenleving en het leerplandoel over de negatieve rol van micro-organismen.

4.3.3 Biotechnische productie

LPD K1 De leerlingen onderzoeken de invloed van abiotische factoren op de ontwikkeling en groei van planten.

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

Wenk: Abiotische factoren: bv. lichtintensiteit, lichtkleur, belichtingsduur, temperatuur (bijvoorbeeld invloed van vernalisatie), toegediende voedingsstoffen en water. Je kan werken met sensoren (Arduino, Pasco, Vernier ...) bv. bij het meten van het

O₂- en CO₂-gehalte bij de groei van waterpest.

Je kan de link leggen met de fotosynthese.

Je kan ook de invloed van abiotische factoren bv. temperatuur, licht, pH, zout op de kieming van verschillende soorten zaden onderzoeken en de koppeling maken met het belang van automatisering door sturen en regelen.

Wenk: Ook de invloed van biotische factoren kan aan bod komen bv. het onderzoeken van de invloed van appel of tomaat op kiemende zaden.

De invloed van bv. strooizout, overbemesting, bodemsoort op organismen in het milieu kan worden besproken.

Je kan aandacht besteden aan kwaliteitskenmerken van planten als grondstof in de voedingsindustrie bv. suikergehalte in fruit en groenten, zetmeelgehalte in aardappelen en het belang van het controleren van plantengroei in functie van biotechnische productie.

Wenk: Je gebruikt registratietechnieken om de verschillende beïnvloedingsfactoren op het staal (plantenmateriaal) op te volgen en koppelt dit aan het leerplandoel over goede labopraktijken.

Je kan de link leggen met het STEM-doel over het gebruik van wetenschappelijke methoden en aandacht besteden aan het rapporteren van bevindingen aan medeleerlingen en leraar.

4.3.4 Voedingsstoffen en voedingsmiddelentechnologie

LPD 12 B De leerlingen testen de aanwezigheid van voedingsstoffen in voedingsmiddelen.

1ste graad: stof- en energieuitwisseling, energieomzetting (I-Nat-a LDP 20)

Wenk: Je kan voedingsstoffen (kwalitatief) aantonen met indicatoren bv. water, zetmeel, suikers, vetten, eiwitten, mineralen, vitamine C.

Je kan het water-, drogestof- en asgehalte en het gehalte aan organische stoffen in voedingsmiddelen bepalen.

Met de zetmeeltest wordt de rijpheid van fruit bepaald.

Wenk: Eigenschappen van voedingsstoffen kunnen worden vastgesteld bv. hydrolyse van suikers en zetmeel, coagulatie van proteïnen, eigenschappen van gluten en vetten

...

De werking van additieven bv. ascorbinezuur, nitriet kan aan bod komen.

Kleurstoffen of pigmenten kan je afscheiden door middel van chromatografie in samenhang met LPD 1C over scheidingstechnieken.

LPD K2 De leerlingen onderzoeken de werking van een enzym.

Wenk: Het belang van enzymen voor het katalyseren van biochemische reacties wordt toegelicht. In de derde graad wordt er ingegaan op de cellulaire processen bij afbraak en synthese van moleculen.

De sleutel-slotwerking van een enzym kan hier worden toegelicht.

Je kan aantonen dat enzymen eiwitten bevatten.

Wenk: Factoren die de werking van enzymen beïnvloeden: temperatuur, zuurgraad, concentratie van enzym en/of substraat en de specificiteit van enzymen, inhibitor. Je kan de reactiviteit van enzymen meten met sensoren bv. met een



geleidbaarheidselektrode, verandering van kleur met een colorimeter en de invloed van de temperatuur op enzymwerking linken aan het belang van regeltechniek.

Wenk: Voorbeelden van enzymwerking: aantonen van amylase in speeksel om zetmeel af te breken, de invloed van ethyleen op de productie van rijpingsenzymen in fruit en de bereiding van voedingsmiddelen (onderzoek naar werking van pectinase bij de productie van appelsap, naar werking van lactase bij bereiden van lactose-arme melk (lactose-intolerantie).

Wenk: Je kan dit leerplandoel koppelen aan LPD K6 uit de rubriek 'Biochemische productietechnieken' over zelf een voedingsmiddel maken .

LPD K3 De leerlingen onderzoeken de werking van gisten in aerobe en anaerobe reacties.

1ste graad: stof- en energieuitwisseling, energieomzetting (I-Nat-a LDP 20)

Wenk: De bouw van gist als een ééncellige schimmel wordt hier toegelicht; je kan dat linken aan LPD 2B over diversiteit van micro-organismen. Je kan (ongekleurde) gist microscopisch onderzoeken, knopvorming aantonen en de vitaliteit van gist bepalen met een methyleenblauwkleuring.

Wenk: In aerobe en anaerobe reacties gebeuren energie- en stofomzettingen. Voorbeelden van productieprocessen : alcoholproductie, rijzen van deeg. Je kan de gasproductie van de gist bestuderen in functie van de tijd, temperatuur, hoeveelheid en soort van de toegediende voedingsstoffen ... Je kan de invloed van ingrediënten en temperatuur op de gistwerking en rijscapaciteit van een deeg onderzoeken. Door verschillende soorten gisten te gebruiken kan je hun specifieke eigenschappen aantonen bv. bij diverse biertypes.

Wenk: De productie van alcohol door gist kan worden vergeleken met de melkzuurfermentatie door melkzuurbacteriën. Voorbeelden: onderzoek van de pH-verandering bij yoghurtvorming, toelichten van de melkzuurfermentatie bij bereiden van kaas, vorming van azijn door aerobe fermentatie van alcohol door bacteriën van het geslacht Acetobacter, het gebruik van schimmels in de voedingsindustrie (bv. schimmelkaas).

Wenk: Je kan dit leerplandoel koppelen aan LPD K6 uit de rubriek 'Biochemische productietechnieken' over zelf een voedingsmiddel maken .

4.4 Chemie

4.4.1 Mengsels en zuivere stoffen

Minimumdoelen, cesuurdoelen of doelen die leiden naar BK

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

★ Stofeigenschappen

1ste graad: aggregatiestostanden en faseovergangen (I-Nat-a LPD 10); mengsels en zuivere

stoffen (I-Nat-a LPD 14); massadichtheid (I-Nat-a LPD 15)

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

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

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

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

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

LPD 2 C De leerlingen stellen de naam en formule van enkelvoudige stoffen op.

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

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

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

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

4.4.2 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.

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

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

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

LPD 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, voorbeeld-reacties uit het dagelijks leven en een aantal experimenten. Focus op zowel exo-energetische als endo-energetische reacties.

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

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

Wenk: Het gebruik en de interpretatie van een grafiek kunnen aan bod komen. Je laat een energiediagram aan bod komen waarbij je kan focussen op het verschil tussen de energie van de beginproducten en de energie van de eindproducten.

Wenk: Inhouden over energie en warmte komen in Fysica (Thermodynamica) aan bod.

Wenk: Dit leerplandoel kan je behandelen in samenhang met STEM-doelen over wetenschappelijke methoden en over veilig werken met materialen en stoffen.

4.4.3 Bouw en eigenschappen van atomen

Minimumdoelen, cesuurdoelen of doelen die leiden naar BK

LPD 6 C De leerlingen gebruiken een atoommodel om de structuur van atomen 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 in Fysica (Elektrodynamica) aan bod.

Wenk: Je kan de verschillende elementaire deeltjes kwantitatief bepalen vanuit A en Z met behulp van het PSE.

Wenk: Je kan dit leerplandoel behandelen in samenhang met de STEM-concepten : schaal en verhouding, modellen. Je kan via een simulatie of schaalmodel een beeld geven van verhoudingen in de opbouw van een atoom.

LPD 7 C De leerlingen beschrijven het PSE als een rangschikking van elementen volgens toenemend atoomnummer.

Wenk: Je kan het verband aangeven tussen de elektronenconfiguratie enerzijds en het periodenummer en groepsnummer van de hoofdgroepen anderzijds, met speciale aandacht voor de stabiele edelgasconfiguratie. Je kan verwijzen naar de nummering van de groepen volgens IUPAC.

Wenk: Je kan dit leerplandoel behandelen in samenhang met de eigenschappen van atomen en met het STEM-concept: modellen. Je kan het PSE linken met het STEM-concept: patronen.

LPD 8 C De leerlingen gebruiken het PSE om eigenschappen van atomen af te leiden voor de elementen uit de a-groepen en de edelgassen.

Wenk: Je kan bij eigenschappen van atomen focussen op metaal-en niet-metaalkarakter en op elektronegativiteit. Je kan aandacht besteden aan het reactievermogen van alkali- en aardalkalimetalen. Elementen die behoren tot een groep vertonen vaak gelijkaardige eigenschappen bv. halogenen. Elektronegativiteit kan je linken aan ionvorming en het vormen van chemische bindingen.

Wenk: Je kan de begrippen absolute en relatieve atoommassa behandelen in samenhang met LPD 9C en daarop verder bouwen bij chemisch rekenen (leerplanonderdeel 'Kwantitatieve aspecten').

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

LPD 9 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 ($1,66 \cdot 10^{-27}$ kg) en dat terugkoppelen naar $1/12^{\text{de}}$ C-atoom.

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



4.4.4 Chemische bindingen

Minimumdoelen, cesuurdoelen of doelen die leiden naar BK

LPD 10 C De leerlingen stellen de ionbinding, de atoombinding en de metaalbinding op als het streven van atomen naar de edelgasconfiguratie.

- ★ Opstellen van de Lewisstructuur
Roostermodel

Wenk: Bij het opstellen van de lewisstructuur voor anorganische verbindingen kan je je beperken tot binaire stoffen.

Over de finaliteiten heen opteren we voor het hanteren van de term 'atoombinding'.

Wenk: Bij ionvorming beperk je je best tot metalen en niet-metalen uit de hoofdgroepen Ia, IIa, IIIa, VIa en VIIa en in samenhang met het leerplandoel over afleiden van eigenschappen van atomen (ionen) vanuit het PSE.

Je kan volgende vuistregel hanteren: een ionbinding wordt gevormd tussen metalen en niet-metalen, een atoombinding (covalente binding) tussen niet-metalen en een metaalbinding tussen metalen, omdat de regel op basis van het verschil in elektronegatieve waarde niet altijd klopt.

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

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

LPD 11 C De leerlingen stellen chemische formules op van binaire anorganische stoffen.

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

4.4.5 Indeling van samengestelde stoffen

Minimumdoelen, cesuurdoelen of doelen die leiden naar BK

LPD 12 C De leerlingen classificeren vanuit de IUPAC-naamgeving anorganische stoffen als zuren, basen, oxiden of zouten zowel op basis van een gegeven formule als op basis van een naam.

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

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

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

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

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

LPD 13 C + De leerlingen vormen van anorganische stoffen met gegeven formule de naam en omgekeerd.

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

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

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

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

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

LPD 14 C + De leerlingen identificeren anorganische reactietypes:

- **metalen en niet-metalen met dizuurstof,**
- **niet-metaaloxide en metaaloxide in water.**

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



LPD 15 C De leerlingen classificeren vanuit de IUPAC-naamgeving alkanen in hun stofklasse zowel op basis van een gegeven formule als op basis van een naam.

- Wenk: Je kan verwijzen naar de regels van de IUPAC-naamgeving; de nadruk wordt gelegd op het gebruik van achtervoegsels bij de karakterisering van de functionele groep. Uitgebreide principes van de naamgeving bij organische stoffen komen aan bod in de derde graad.
- Je kan de naamgeving van de tien laagste n-alkanen aan bod laten komen als basis voor de derde graad.
- Wenk: Alkanen in toepassingen en biologische en chemische processen in het dagelijks leven bv. aardgas, methaangas.
- Wenk: Fysische eigenschappen kan je aanbrengen via tabellen met kookpunt en smeltpunt en/of door een aantal stoffen te tonen. Zo kan je ook de aggregatietoestand bij kamertemperatuur duiden.
- Wenk: Je kan kleurencodes hanteren voor atomen (C: zwart, metalen: grijs; H: wit, O: rood, N: blauw, halogenen: groen).
- Wenk: Dit leerplandoel kan je behandelen in samenhang met het STEM-concept: patronen.

4.4.6 Eigenschappen van stoffen

Minimumdoelen, cesuurdoelen of doelen die leiden naar BK

LPD 16 C De leerlingen onderscheiden polaire en apolaire stoffen op basis van hun oplosbaarheid in water.

★ Elektronegativiteit

- Wenk: Je kan elektronegativiteit behandelen als verschil in EN-waarde tussen de bindingsatomen om een polaire van een apolaire binding te onderscheiden.
- Je kan aangeven dat er stoffen zijn met polaire bindingen maar toch een apolaire verbinding zijn vanuit de geometrie (zoals CO₂).

LPD 17 C De leerlingen leggen het verband uit tussen bindingstype en oplosbaarheid in water.

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

LPD 18 C De leerlingen leggen het verband uit tussen het bindingstype en het geleidingsvermogen.

★ Elektrolyten

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

van oplossingen behandelen.

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

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

4.4.7 Kwantitatieve aspecten

Minimumdoelen, cesuurdoelen of doelen die leiden naar BK

LPD 19 C De leerlingen leggen het verband tussen stofhoeveelheid, molaire massa en molaire concentratie.

Samenhang tweede graad: formules omvormen (II-WisS-da LPD 14)

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

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

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

4.4.8 Reactiesoorten

Minimumdoelen, cesuurdoelen of doelen die leiden naar BK

LPD 20 C De leerlingen stellen met gegeven reagentia de vergelijking van een eenvoudige neerslag- en neutralisatiereactie op.

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

Wenk: Vanuit een oplosbaarheidstabel leiden leerlingen af of het samenbrengen van ionencombinaties al dan niet leidt tot de vorming van een neerslag. Pas daarna komt het opstellen en balanceren van de reactievergelijking aan bod waarbij ook de notatie van aggregatietoestanden wordt belicht.
Je kan een stappenplan aanwenden als oplossingsstrategie: het opstellen van de ionisatie- en dissociatievergelijking van de samenvoegende stoffen, het opstellen van de essentiële ionenreactie, het opstellen van de stoffenreactievergelijking.

Wenk: Dit leerplandoel kan je behandelen in samenhang met LPD 4C over balanceren van een chemische reactie en wet van behoud van massa.



LPD 21 C De leerlingen brengen de pH in verband met het zuur, basisch of neutraal karakter van een waterige oplossing en lichten de functie van een zuur-base-indicator toe.

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

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

LPD 22 C + De leerlingen stellen de vergelijking van een eenvoudige redoxreactie tussen enkelvoudige stoffen op.

Wenk: Je kan reagentia en reactieproducten aanreiken.
Je kan een stappenplan als oplossingsstrategie aan bod laten komen waarbij minstens oxidator, reductor, oxidatie en reductie en elektronenoverdracht worden onderscheiden.

Wenk: Je kan dit leerplandoel behandelen in samenhang met balanceren van een reactie en de wet van behoud van massa (LPD 4C).
Je kan reactietypes aan bod laten komen zoals verbranding, synthese, analyse ... in samenhang met LPD 14C+ over identificeren van anorganische reactietypes.

4.5 Fysica

Minimumdoelen, cesuurdoelen of doelen die leiden naar BK

4.5.1 Kracht en verandering van beweging

LPD 1 F De leerlingen stellen krachten vectorieel voor en leggen het verband tussen de verandering van de bewegingstoestand van een lichaam en de resulterende kracht.

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

Samenhang tweede graad: bewerkingen met vectoren (II-WisS-da LPD 12)

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

Wenk: Je kan het vectormodel gebruiken om krachten voor te stellen in verschillende contexten:

- Krachten die aan bod kunnen komen: zwaartekracht, wrijvingskracht, normaalkracht, elektrische kracht, magnetische kracht, Archimedeskracht, centripetale kracht.
- Het is belangrijk om bij de vectorvoorstelling aandacht te hebben voor de grootte, richting, zin en het aangrijpingspunt.
- Je kan ingaan op het concept gewicht als kracht op een ondersteuning of ophanging. Een vallend lichaam is niet onderhevig aan een ondersteuning/ophanging en is dus gewichtloos.

- Krachten worden hier gedefinieerd als mogelijke oorzaak van vormverandering of verandering van de bewegingstoestand.
- Je kan de nood aan een centripetale kracht aangeven in voorbeelden zoals trekken met een touw aan een balletje om het van richting te laten veranderen, wrijvingskracht op de banden om een bocht te nemen, trekken aan een fietsstuur om een bocht te nemen.
- Je kan de link leggen met het STEM-concept ‘systemen en modellen ervan’: de krachtwerking op een puntmassa aan de hand van het vectormodel.
- Om misconcepten te vermijden spreek je bij krachten best altijd over de kracht van lichaam A op lichaam B: bijvoorbeeld “zwaartekracht is de kracht die de aarde uitoefent op een lichaam.”
- Je kan bij de Archimedeskracht het effect van de resulterende kracht bespreken: dalen/zinken, zweven, stijgen/drijven.
- 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.
- De bewegingstoestand van een vallend voorwerp verandert: het versnelt. Dus moet er een kracht aanwezig zijn. Je kan aangeven dat de zwaartekracht een veldkracht is.
- 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 modeldenken: de idealisering geldt slechts voor een beperkt gebied.
- Je kan de link leggen met het STEM-concept verhouding bij zwaartekracht en veerkracht.

Wenk: Je kan verschillende soorten bewegingstoestanden waarnemen: rust of constante snelheid (bij een resulterende kracht gelijk aan nul), versnellen, vertragen, van richting veranderen als dynamische effecten van een resulterende kracht.

Wenk: Je kan de inwerking van krachten laten waarnemen in herkenbare situaties waarbij de complexiteit geleidelijk toeneemt (vertrekken vanuit al gekende krachten, meerdere krachten ...).

Wenk: Als de resulterende kracht nul is dan is het voorwerp eenparig rechtlijnig aan het bewegen of is het in rust. Je kan de link leggen met het STEM-concept ‘stabiliteit en verandering’: er is nood aan een kracht om de bewegingstoestand te veranderen.

Wenk: Je kan het traagheidsbeginsel (eerste wet van Newton) met eenvoudige proefjes en voorbeelden aantonen zoals het wegtrekken van een tafellaken onder een voorwerp, whiplash bij een auto-ongeval ... Alle lichamen behouden van nature hun bewegingstoestand en hebben een resulterende kracht nodig om die te veranderen.

Wenk: Je kan de invloed van de massa aangeven op de verandering van de snelheid bij een gegeven kracht (tweede wet van Newton).

LPD 2 F De leerlingen bepalen het verloop van eenparig rechtlijnige bewegingen door het verband te leggen tussen positie, tijdstip en snelheid.



Samenhang tweede graad: eerstegraadsfuncties (II-WisS-da LPD 18)

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

Wenk: Een resulterende kracht met grootte 0N geeft aanleiding tot behoud van de bewegingstoestand: rust of eenparig rechtlijnige beweging.

Wenk: Mogelijke experimenten over het meten van (gemiddelde) snelheid: een biljartbal, cilindervormige magneet laten rollen in een U-profielvormig aluminiumgootje, luchtkussenbaan, curlingbaan uit speelgoedbaan, luchtbel in buis met glycerol ...

Wenk: Je kan hierbij sensoren gebruiken.

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. Er bestaat een lineair verband tussen afstand en tijd. In de wiskunde spreekt men van een recht evenredig verband als de rechte door de oorsprong gaat.

Wenk: Je kan het onderscheid aangeven tussen scalaire en vectoriële grootheden. Je kan ook ingaan op het verschil tussen afgelegde weg en verplaatsing.

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

LPD 3 F De leerlingen bepalen het debiet van vloeistofstromen in toepassingen.

Wenk: Link met snelheid: $Q=A \cdot v$

Wenk: Grootheden bij vloeistofstromen: debiet, volume, tijd, oppervlakte en snelheid, opsplitsen in meerdere stromen ...

Wenk: Met bepalen wordt hier bedoeld: grootheden berekenen in eenvoudige voorbeelden, gebruiken van grafieken ...

Wenk: Je kan de link leggen met het STEM-concept 'stromen en behoud van materie'.

Wenk: Je kan de continuïteitsregel van Castelli gebruiken om de invloed van de diameter op de stroomsnelheid aan te geven. Continuïteitsregel van Castelli: $A_1 \cdot v_1 = A_2 \cdot v_2$.

LPD 4 F De leerlingen gebruiken concepten met betrekking tot kracht en beweging om veiligheidstoepassingen en -maatregelen toe te lichten.

Wenk: Je kan aandacht besteden aan gevolgen van krachten in het verkeer in situaties zoals botsingen, versnellen, vertragen, bocht nemen, hellingen op- en afrijden ...

Wenk: Je kan het gebruik van veiligheidsgordels aangeven om lichamen te beschermen tegen effecten van het traagheidsbeginsel. Je kan de rol van oppervlakte-eigenschappen van banden en wegdek aangeven in functie van wrijvingskrachten.

Wenk: Je kan de link leggen met het STEM-concept oorzaak en gevolg: reactietijd en reactieafstand en de invloed op veilig afstand houden in het verkeer.

Wenk: Je kan het verband tussen snelheid en stopafstand kwalitatief bespreken.

Wenk: Je kan ingaan op het gebruik van persoonlijke bescherming (helm, veiligheidsschoenen ...).

Wenk: Resulterende krachten kunnen ook vervorming veroorzaken: denk aan het belang van kreukelzones die de veiligheid van voertuigen verhogen. Bij een aanrijding neemt deze zone door vervorming het grootste deel van de botsingsenergie op. Zo wordt minder kracht uitgeoefend op de inzittenden.

Wenk: Je kan de link leggen met regelgeving of aanbevelingen die de maximumsnelheid verlagen bij weersomstandigheden die de wrijvingskracht doen dalen.

4.5.2 Statica van systemen

LPD 5 F De leerlingen verklaren de stabiliteit van systemen aan de hand van een krachtenbalans.

Samenhang tweede graad: bewerkingen met vectoren (II-WisS-da LPD 12)

Wenk: Je kan aandacht besteden aan labiel, stabiel en onverschillig evenwicht.

Wenk: Stabiliteit als de resulterende kracht door het grondvlak gaat en het zwaartepunt verlaagd wordt. Je kan hier de link leggen naar het STEM-concept 'stabiliteit en verandering'.

Wenk: Je kan de link leggen naar de Archimedeskracht als principe van zinken/zweven/drijven in een debietmeter (vadometer), vlotters in niveaumeters, densimeter.

Wenk: Je kan de krachtenbalans in een overdrukventiel in beschouwing nemen.

LPD 6 F De leerlingen lichten het effect van een kracht toe aan de hand van het krachtmoment.

Wenk: Effecten van een moment: rotatie, buiging.

Wenk: Je kan aangeven dat er geen verandering van rotatie optreedt als er geen resulterend krachtmoment is. Het traagheidsbeginsel bij translatie wordt hier uitgebreid naar rotatie (behoud van hoeveelheid van draaibeweging).

Wenk: Je kan statische systemen beschouwen als systemen die hun bewegingstoestand behouden. Je kan hier de link leggen naar het STEM-concept 'stabiliteit en verandering'.

Wenk: 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.

4.5.3 Druk

LPD 7 F De leerlingen verklaren fenomenen of toepassingen uit het dagelijks leven aan de hand van het concept druk.

★ Druk als grootte van de kracht per oppervlakte

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

Wenk: Je kan aandacht besteden aan veiligheidsaspecten waar druk een belangrijke rol



speelt: overdrukbeveiliging van een boiler, verlagen of verhogen van de druk op een ondergrond om het effect van de kracht aan te passen zoals bij het plaatsen van een ladder, het perforeren van materiaal, druk op het trommelvlies bij het duiken of vliegen. Hierbij kan je ook het STEM-concept 'oorzaak en gevolg' aanwenden. Je kan aangeven dat de hydrostatische druk veroorzaakt wordt door de zwaartekracht op de massa van de bovenliggende deeltjes en afhangt van de hoogte van de bovenliggende lagen.

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

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

Wenk: Voorbeelden van toepassingen: opzuigen van stoffen, rondpompen van vloeistoffen in verwarmingssystemen, ademhaling, watertoren, weersfenomenen, onderdruk en overdruk in een vat of een leiding, de hydraulische pers als toepassing van het beginsel van Pascal ...

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

LPD 8 F De leerlingen omschrijven in concrete toepassingen de invloed van druk op veranderingen van aggregatietoestand.

Wenk: Concrete toepassingen zoals koken onder hoge druk, vacuümdrogen ...

Wenk: Je kan het deeltjesmodel gebruiken bij de verklaring.

4.5.4 Elektrodynamica

LPD 9 F De leerlingen analyseren verbanden tussen stroomsterkte, spanning en weerstand in een enkelvoudige gelijkstroomkring, een parallel- en serieschakeling.

Samenhang tweede graad: formules omvormen (II-WisS-da LPD 14)

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

Wenk: Je kan de conventionele elektrische stroom benaderd beschouwen als een gerichte beweging van geladen deeltjes (elektronen). Je kan spanning beschouwen als een maat voor het verschil in elektrische energie. Net zoals water op een berg meer gravitationele potentiële energie heeft dan in het dal. Je kan elektrische weerstand begrijpen vanuit de hinder die de geladen deeltjes ondervinden tijdens transport door de stof.

Wenk: Je kan gebruik maken van een hydraulisch analogiemodel:

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

- de analogie tussen stromingsweerstand en elektrische weerstand.

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

Wenk: Je kan de eigenschappen van een serie- en parallelschakeling met elkaar vergelijken en in verband brengen met toepassingen in het dagelijks leven. Gemengde schakelingen hoeven niet aan bod te komen.

Wenk: Je kan het verband tussen spanning en stroom onderzoeken door dit leerplandoel te koppelen aan het STEM-doel over het voeren van onderzoek aan de hand van een wetenschappelijke methode. Je kan dan een wiskundig model opstellen voor een gegeven weerstand en zo de link leggen met het STEM-concept systemen en modellen.

Wenk: Je kan duiden dat niet alle weerstanden lineair zijn (ohms) zoals een gloeilamp.

Wenk: Je kan aangeven dat geleidbaarheid omgekeerd evenredig is met weerstand. Geleidbaarheid is een vaak gebruikte grootheid om aanwezigheid van ionen aan te duiden (bijvoorbeeld bij waterkwaliteit, voedingsstoffen in een bodem ...).

Extra: Je kan redeneeropdrachten geven op eenvoudige gemengde schakelingen.

4.5.5 Thermodynamica

LPD 10 F De leerlingen gebruiken de ideale gaswet om toestandsgrootheden te bepalen.

Samenhang tweede graad: formules omvormen (II-WisS-da LPD 14)

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

Wenk: Je kan aangeven dat druk kan gemeten worden met een manometer. Het is belangrijk om het verschil tussen absolute druk in 'bara' en relatieve druk in 'barg' te duiden want deze aanduidingen worden courant gebruikt in de procesindustrie.

Wenk: Voorbeelden van toepassingen: opzuigen van stoffen, werken met vacuüm, 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, gevaar van verhitte spuitbus ...

Wenk: Je kan aangeven dat temperatuur geen bovengrens heeft, maar wel een ondergrens: het absolute nulpunt.

Wenk: Je kan de link leggen met recht- en omgekeerd evenredige verbanden. Je kan de link maken met STEM-concepten en de gaswet duiden als een wiskundig model dat het verband beschrijft tussen vier variabele grootheden.

Wenk: Je kan het deeltjesmodel gebruiken om de betrokken fenomenen te verklaren.

Wenk: Het is niet noodzakelijk om te vertrekken van de afzonderlijke gaswetten.

LPD 11 F De leerlingen verklaren het energietransport bij temperatuursveranderingen van stoffen kwalitatief aan de hand van het deeltjesmodel.



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

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

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

Wenk: Je kan geleiding en convectorie verklaren met het deeltjesmodel. Straling kan je duiden als een vorm van energietransport. Bijvoorbeeld warmtestraling van de zon doet deeltjes in materie harder trillen.

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

Wenk: Het is aangewezen om aandacht te hebben voor veiligheidsaspecten zoals isolatie om te beschermen tegen hoge temperatuur, koelvinnen en ventilatoren om oververhitting te vermijden ...

Wenk: Je kan dit leerplandoel koppelen aan het STEM-doel over interacties met de samenleving en ingaan op het maatschappelijk belang van thermische isolatie.

LPD 12 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 de toegevoegde energie tijdens de faseovergang gebruikt wordt 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: Je kan gebruik maken van tabellen om de leerlingen te verwonderen over de grootte-orde 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. Je kan hier aangeven dat er in de procesindustrie veel gebruik gemaakt wordt van stoom omwille van de grote specifieke warmtecapaciteit en de specifieke verdampingswarmte.

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

Wenk: Je kan faseovergangen in verband brengen met scheidingstechnieken (LPD 1C).

4.5.6 Energie-omzettingen en vermogen

LPD 13 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 met omzetting van gravitationele energie, elastische energie, kinetische energie, chemische energie, thermische energie, stralingsenergie, kernenergie en elektrische energie.

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

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

Wenk: Je kan hier ook de link leggen naar het STEM-doel over wisselwerking met de samenleving.

Wenk: Omzettingen tussen eenheden voor energie hoeven niet aan bod te komen.

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

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

Wenk: STEM-concepten 'systemen en hun modellen' en 'stromen van energie' kunnen aan bod komen door de aanvoer en uitvoer van energie aan te geven in een blokschema. Je kan de uitgevoerde energie ook classificeren in voor de mens bruikbare en niet-bruikbare energiesoorten.

LPD K4 De leerlingen kwantificeren arbeid en energieomzettingen tussen kinetische, gravitationele of elastische energie in eenvoudige situaties.

Wenk: Formules kunnen eerst geduid worden.

Wenk: Je kan arbeid hier beschouwen als overdrachtsvorm van energie: bij omzetting van de ene energiesoort naar de andere wordt arbeid verricht. Bijvoorbeeld: de zwaartekracht verricht arbeid op een vallend voorwerp waarbij gravitationele potentiële energie omgezet wordt in kinetische energie.

Wenk: Je kan je beperken tot de arbeid van krachten met een werklijn die parallel loopt met de richting van de verplaatsing.

LPD 14 F De leerlingen voeren berekeningen uit in verband met vermogen en rendement bij energieomzettingen in systemen.

Samenhang tweede graad: formules omvormen (II-WisS-da LPD 14)



- Wenk: Je kan aandacht besteden aan het belang van een goed systeemrendement (energielabel), thermische isolatie van gebouwen en aan noodzakelijke koeling van systemen die energie dissiperen.
- Wenk: Het is belangrijk om in te spelen op leerlingendenkbeelden over 'energieverlies' door gebruik te maken van het concept energiedissipatie bij open en geïsoleerde systemen.
- Wenk: Met een energiemeter kan je op een eenvoudige manier het energiegebruik van een toestel meten. Ook het energiegebruik van een systeem berekenen aan de hand van gegevens over het vermogen en de kostprijs bepalen behoren tot de mogelijkheden.
- Wenk: Je kan aandacht besteden aan de STEM-concepten 'oorzaak en gevolg' en 'structuur en functie' door aan te geven hoe systemen thermische energie beter kunnen behouden of afgeven. Afgifte wordt bevorderd door aangepaste vormgeving: koelvinnen, verhoogd oppervlak, koelvloeistof ... Afgifte wordt tegengegaan door gebruik van isolatiematerialen, vermijden van warmtelekken ... Je kan dit leerplandoel ook koppelen aan het STEM-doel over interacties met de samenleving en ingaan op het belang van duurzame energieproductie.

LPD 15 F De leerlingen gebruiken de grootheden elektrische energie, elektrisch vermogen in eenvoudige elektrische stroomkringen en leggen het joule-effect uit aan de hand van toepassingen.

- Wenk: Je kan het joule-effect verklaren met het deeltjesmodel: bijvoorbeeld de stroom van elektronen in een geleider veroorzaakt meer botsingen met de roosterionen waardoor ze meer gaan trillen. Je legt dan de link naar het STEM-concept 'systemen en hun modellen'.
- Wenk: Je kan de formules voor het joule-effect en het vermogen poneren en duiden.
- Wenk: Je kan toepassingen van het joule-effect bespreken, bv. de bliksem, elektrische toestellen. Soms is het joule-effect gewenst (bv. bij verwarmings toestellen), soms is het ongewenst (bv. bij verlichtingstoestellen, elektrische leidingen en computers).
- Wenk: Je kan wijzen op het belang van hoogspanning om verliezen door joule-effect te beperken: om eenzelfde vermogen over te brengen is een lagere stroom nodig. Je kan dan wijzen op de kwadratische invloed van de stroom op het joule-effect.

LPD 16 F Leerlingen verklaren de werking en het belang van veiligheidssystemen in een elektrische installatie.

- Wenk: Relevante risico's: elektrocutie, brand door kortsluiting en overbelasting.
- Wenk: Veiligheidssystemen die best aan bod komen: zekering, verliesstroomschakelaar, aarding, elektrische isolatie.
- Wenk: Je kan wijzen op het belang van veiligheidsspanning om eventuele stromen door het menselijk lichaam te beperken in gevaarsituaties (bijv. in de auto, speelgoed ...). Je kan dit koppelen aan het STEM-concept 'oorzaak-gevolg'.

4.5.7 Eenparig cirkelvormige beweging

LPD 17 F De leerlingen gebruiken grootheden van de eenparig cirkelvormige beweging om de werking van technische systemen te beschrijven.

Wenk: Relevante technische systemen zijn overbrengingen. Je kan aandacht besteden aan het begrip overbrengingsverhouding. Je kan ook het belang van de ECB aangeven voor motoren en generatoren.

Wenk: Het wiskundig verband tussen omwentelingsfrequentie/toerental en baansnelheid/omtreksnelheid is relevant in technische toepassingen.

Extra: Het begrip “hoeksnelheid” kan je eventueel buiten beschouwing laten want vereist kennis van het begrip radiaal.

Extra: Je kan omzettingen van cirkelvormige (ECB) naar rechtlijnige bewegingen (ERB) zoals een takel aanbrengen.

4.6 Labo- en productietechnieken

4.6.1 Analysetechnieken en milieutechnologie

Minimumdoelen, cesuurdoelen of doelen die leiden naar BK

LPD 1 L De leerlingen passen analysetechnieken toe om de aanwezigheid van stoffen in mengsels aan te tonen.

Wenk: Je kan vetten, koolhydraten en eiwitten laten identificeren in voedingsmiddelen. Je maakt dan de combinatie met het leerplandoel LPD 12B in het onderdeel ‘Labo biologie’.

Wenk: Je kan testkits gebruiken of identificatiereagentia.

Wenk: Je kan analyses doen op water of bodem en de link maken met het leerplandoel over zuivering van lucht, water of bodem (LPD 3L). Dat is een geschikte context voor het aanwenden van registratietechnieken.

Wenk: Je kan opteren voor papierchromatografie.

Wenk: Je kan met behulp van indicatorpapier aantonen of een oplossing zuur of basisch is.

Wenk: Door onoplosbare zouten te vormen (neerslagreacties) kan je metaalionen aantonen. Dit kan je behandelen in samenhang met het opstellen van neerslagreacties (LPD 20C).

Wenk: Je kan dit leerplandoel behandelen in samenhang met STEM-doelen met aandacht voor goede labopraktijken, staalname en registratietechnieken. Bovendien kan je dit leerplandoel combineren met het STEM-doel over wisselwerking met de samenleving en het maatschappelijk belang van correcte analysetechnieken aangeven in voorbeelden uit de leefwereld zoals bloedonderzoek, doping, bodem, water ...



LPD 2 L De leerlingen passen een combinatie van scheidingstechnieken toe om mengsels te scheiden in fracties.

Wenk: Je bouwt hier verder op scheidingstechnieken die aan bod komen in het leerplanonderdeel Chemie: filtreren, decanteren, centrifugeren, zeven ... Je kan ook adsorptie aan bod laten komen.

Wenk: Je kan vertrekken vanuit bijvoorbeeld een emmer zand opgeschept in een zandbak, op een strand ... vervuild met metaalresten (waaronder magnetische en niet-magnetische), PMD, glas, organisch materiaal ...

Wenk: Je kan een bodemstaal scheiden in verschillende fracties zoals keien, zand, leem, klei ...

Wenk: Door onoplosbare zouten te vormen kan je metalen uit een oplossing isoleren als neerslag. Dit kan je behandelen in samenhang met het opstellen van neerslagreacties (LPD 20C).

Wenk: Je kan combinaties van scheidingstechnieken zoals actieve kool gebruiken om bijvoorbeeld rode wijn te ontkleuren en deze daarna te destilleren.

Wenk: Je dan dit leerplandoel combineren met STEM-doelen en linken aan STEM-concepten: in scheidingstechnieken kan je goed materiestromen en behoud van materie waarnemen. Je kan het scheidingsproces modelleren aan de hand van een blokschema om de materiestromen aan te geven.

Wenk: Je kan dit leerplandoel combineren met het STEM-doel over geïntegreerd probleem oplossen. De leerlingen kunnen dan bijvoorbeeld een systeem ontwikkelen voor de zuivering van afvalwater, lucht of bodem:

- Eigenschappen van stoffen en materialen die leerlingen mogelijk kennen: dichtheid, oplosbaarheid, geleidbaarheid, magnetische eigenschappen, smeltpunt, kookpunt, aggregatietoestand, deeltjesgrootte.
- Het is bedoeling dat leerlingen zelf een stappenschema uitwerken.
- Je kan de efficiëntie van het systeem of het proces testen door gebruik te maken van analysetechnieken. Je kan de link maken met leerplanonderdeel Chemie.

LPD K5 De leerlingen illustreren de link tussen aangeleerde scheidingstechnieken en verschillende toepassingsgebieden.

Wenk: Voorbeelden van toepassingsgebieden: chemische industrie, papierindustrie, landbouw, voeding, afvalverwerking, waterzuivering, zoutwinning, forensisch onderzoek.

Wenk: Het is voldoende om de link tussen de schoolse labo-context en de industriële context te illustreren zonder industriële installaties te bestuderen.

Wenk: Het STEM-concept dat hier aan bod kan komen: verschillen en gelijkenissen in structuur en functie en verhouding (schaalgrootte) wanneer de schoolse labocontext vergeleken wordt met de professionele STEM-context. Je kan hier ook de link leggen met het STEM-doel over wisselwerking met de samenleving.

LPD 3 L De leerlingen leggen met behulp van visualisatiemethoden het principe uit van zuivering van afvalwater, lucht of bodem.

Wenk: Het is de bedoeling om het globale zuiveringsproces uit te leggen zonder in te gaan op doorgedreven natuurwetenschappelijke verklaringen van alle deelprocessen.

Wenk: Mogelijke visualisatiemethoden: blokschema, stroomdiagram.

Wenk: Voorbeelden van zuiveringsprincipes: filters, vermijden van contaminatie (ruimte op over- of onderdruk, afsluiten ...), scheiden.

Wenk: Je kan aandacht besteden aan het gebruik van filters in auto's (olie, pollen), mondkmaskers, dampkap, stofzuiger, luchtbehandelingstoestellen ...

Wenk: Je kan aandacht besteden aan systemen zoals zuivering van zwembijvers en van een openluchtzwembad, aan rioolwaterzuiveringsinstallatie ...

Wenk: Productie van drinkwater kan aan bod komen. Ook een bezoek aan een zuiveringsinstallatie kan een meerwaarde zijn.

4.6.2 Biochemische productietechnieken

Minimumdoelen, cesuurdoelen of doelen die leiden naar BK

LPD 4 L De leerlingen lichten de bereidingstechnologie van een voedingsmiddel toe.

- ★ Eigenschappen van grondstoffen, tussenproducten en eindproducten in functie van het productieproces

Wenk: Voorbeelden van thermische bereidingstechnologie: koken, bakken, braden, stoven, pocheren, stomen, roosteren, au bain-marie, roken.

Wenk: Voorbeelden van biotechnologische bereidingstechnologieën: fermenteren, gebruik van enzymen, schimmels.

Wenk: Voorbeelden van eindproducten: chocolade, (cafeïnevrije) koffie, kaas, yoghurt, bier, wijn, brood.

Wenk: Je kan rekening houden met factoren die het proces positief of negatief beïnvloeden.

LPD K6 De leerlingen maken zelf een voedingsmiddel op basis van een bereidingstechnologie.

Wenk: Het is de bedoeling dat leerlingen met behulp van een procedure een systematische aanpak hanteren.

Wenk: Voorbeelden van voedingsmiddelen die leerlingen kunnen maken: kaas, yoghurt, bier, wijn, brood.

Wenk: Je kan aandacht besteden aan bv. hygiënemaatregelen en HACCP (koppeling met LPD 18L).

Wenk: Je kan dit leerplandoel combineren met analysetechnieken om grondstoffen, tussenproducten en eindproducten te testen (LPD 1L, 2L, 3L) en met STEM-doelen.



LPD 5 L De leerlingen lichten principes van bewaringstechnieken van stalen toe.

- Wenk: Mogelijke principes van bewaringstechnieken: thermische interventie (bv. koelen, pasteuriseren, steriliseren), gasbewaring, doorstralen, opleggen in zout of zuur ...
- Wenk: Je kan ingaan op het belang van verpakkingen in functie van bewaring bv. gekleurd glas voor dranken, gasdichte folies.
- Wenk: In de derde graad analyseren leerlingen informatie op product- en materiaallabels op het vlak van veiligheid, gezondheid en leefmilieu.
- Wenk: Je kan de link leggen met het STEM-doel over goede labopraktijken en -technieken.

4.7 Productiesystemen

Minimumdoelen, cesuurdoelen of doelen die leiden naar BK

4.7.1 Opbouw en samenhang van productiesystemen

LPD 6 L De leerlingen interpreteren de opbouw en functies van energiekeringen en hun componenten in systemen uit hun leefwereld aan de hand van een blokschema.

1ste graad: analyseren van een energiesysteem (I-Tec-a LPD 9)

- Wenk: Elementen die best aan bod komen zijn:
- schema's, tekeningen, documentatie van systemen;
 - stuur- en vermogenskring; regelketen en procesketen;
 - stromen van energie, materie en informatie;
 - blokschema als model van een systeem.
- Wenk: Je kan leerlingen systemen uit hun leefwereld laten observeren zoals een frietketel, koelkast, een (centraal) verwarmingssysteem, een verbrandingsmotor uit een vervoersmiddel, een oven ...
- Wenk: Hierbij raadplegen de leerlingen schema's, tekeningen, documentatie van systemen. Ze herkennen stromen van energie, materie en informatie en proberen stuur/regelkring en vermogens/proceskring te onderscheiden.
- Wenk: Leerlingen kunnen in een blokschema functies van deelsystemen en componenten benoemen en de stroom van energie, materie en informatie weergeven. Leerlingen kunnen ook in- en uitgangen van een systeem identificeren.
- Wenk: Energiekeringen kunnen elektrisch, pneumatisch of hydraulisch zijn.
- Wenk: STEM-concepten die hier aan bod kunnen komen:
- structuur en functie;
 - oorzaak en gevolg, terugkoppeling;
 - systemen en hun modellen;
 - stromen van materie, energie en informatie;
 - patronen.

4.7.2 Sturingen

LPD 7 L De leerlingen bepalen een sturing met logische functies om een eenvoudig proces te automatiseren.

★ Testtechnieken

1ste graad: analyse van een informatiesysteem (I-Tec-a LPD 10)

Wenk: Logische functies (operatoren) die best aan bod komen: NIET, (N)AND, (N)OR. Je kan gebruik maken van een waarheidstabel en een logische vergelijking om het gedrag van deze functies te beschrijven.

Wenk: Je kan bijvoorbeeld een niveausturing laten bedenken, of een poortsturing, temperatuurregeling van een serre ... Op basis van een zelf opgesteld (zie LPD L8) of een aangereikt algoritme dat het te automatiseren proces beschrijft, bepalen de leerlingen de digitale sturing.

Wenk: Tijdens het testen simuleren en debuggen leerlingen de sturing en interpreteren ze eventuele fouten of foutmeldingen. Je kan leerlingen leren om de aangeboden helpmogelijkheden te raadplegen.

Wenk: Je kan ook tellers en timers laten inzetten.

Wenk: Elementen van programmeertalen die aan bod kunnen komen: operatoren, variabelen, datatypes. Voorbeelden van variabelen: ingang, uitgang, geheugeninhoud, geheugenplaats. Voorbeelden van datatypes: boolean, karakter (char), integer. Eenvoudige gegevensstructuren zoals functies en werking van een digitaal geheugen.

Wenk: Je maakt gebruik van een programmeerbare stuureenheid die aansluit bij de studierichting zoals een micro-PLC (zoals LOGO) of een microcontroller (zoals Arduino).

Wenk: Je kan aandacht besteden aan betrouwbaarheid van verbindingen met sensoren en actuatoren zoals het gebruik van omgekeerde logica waarbij een logische "1" staat voor afwezigheid van signaal/alarm.

Wenk: Je kan ook de werking van een aangereikte sturing/programma/algoritme laten achterhalen of aanpassen. Aanpassen kan op verschillende niveaus: een waarde wijzigen, de invoer of uitvoer wijzigen, een controlestructuur toevoegen ...

Wenk: STEM-concepten die hier aan bod kunnen komen:

- systemen en hun modellen;
- stromen van informatie.

4.7.3 Soorten processen

LPD 8 L De leerlingen stellen een algoritme op van een proces uit hun leefwereld aan de hand van een stroomdiagram.

Wenk: Voorbeelden van processen uit de leefwereld die leerlingen kunnen analyseren: opblazen fietsband, vervangen van een batterij, installeren van een hotspot met GSM, organiseren van een sociale activiteit.



- Wenk: Je kan leerlingen aangereikte algoritmes leren lezen en begrijpen alvorens er zelf een aan te passen en finaal zelf op te stellen. Aan de hand van een representatie stellen leerlingen het procesverloop voor (ze modelleren het). Er zijn verschillende manieren om een algoritme te representeren zoals via flowchart, Nassi-Schneiderman diagram, pseudocode ...
- Wenk: Leerlingen kunnen controlestructuren gebruiken: opeenvolging, herhaling, keuze. Daarnaast kunnen ze ook concepten van computationeel denken inzetten: decompositie (taak opdelen in kleinere taken), patroonherkenning (gelijkenissen en verschillen zoeken), abstractie (veralgemenen van algoritmen, overbodigheden weglaten).
- Wenk: Je kan in het stroomdiagram de in- en uitvoer, verwerking en opslag aanduiden van materie, energie en informatie tijdens het proces. STEM-concepten die hier aan bod kunnen komen:
- oorzaak en gevolg, terugkoppeling;
 - systemen en hun modellen;
 - stromen van en/of materie en/of energie en/of informatie;
 - patronen.

LPD 9 L De leerlingen onderzoeken via een stapantwoord het gedrag van een eenvoudig proces aan de hand van grafieken.

- Wenk: Relevante elementen die best aan bod komen zijn:
- statisch gedrag;
 - dynamisch gedrag van een proces: lineair, nulde orde, eerste orde;
 - tijdsconstante, dode tijd.
- Wenk: Voorbeeld van een lineair proces: het vullen van een reservoir vanuit een leiding met constant debiet. De uitgangsgrootheid verandert lineair in functie van de tijd.
- Wenk: Voorbeelden van systemen waarin grootheden zich gedragen als een nulde orde-proces: een hefboom, een overbrenging, een hydraulische pers ... In een nulde ordeproces (zonder dode tijd) is er geen tijdsvertraging tussen een verandering van de grootheid aan de ingang en de grootheid aan de uitgang.
- Wenk: Eerste orde-processen zoals bij het verwarmen van een massa, het opladen van een condensator.
- Wenk: Je kan via een experiment leerlingen de grafiek laten maken van de stapresponsie: $\text{Uitgangsgrootheid} = f(\text{tijd})$ voor een lineair proces en een proces van de eerste orde. Je kan via een raaklijn aan de curve de tijdsconstante grafisch laten bepalen.
- Wenk: Je kan ingaan op de grootteorde van de tijdsconstante voor verschillende processen en zo duidelijk maken dat er zeer snelle en zeer trage processen bestaan. Je kan dit illustreren door een twee bekertjes water met verschillend volume water op te warmen en het temperatuursverloop uit te zetten in functie van de tijd.
- Wenk: Je kan de link leggen met voorbeelden van een dode tijd uit de leefwereld: de reactietijd in het verkeer, de tijd waarbij een volume aan koud water uitstroomt bij het openen van de warmwaterkraan bij het douchen ...
- Wenk: Je kan dit doel aan bod laten komen in combinatie met het thema 'temperatuur

en warmte' uit het leerplanonderdeel Fysica.

Wenk: STEM-concepten die hier aan bod kunnen komen: 'systemen en hun modellen'.

4.7.4 Grootheden in systemen meten en beïnvloeden

LPD 10 L De leerlingen bepalen het gedrag van een sensor.

★ Belang van kalibratie

1ste graad: analyse van een informatiesysteem (I-Tec-a LPD 10)

Wenk: Het gedrag van een sensor kan je beschrijven aan de hand van een karakteristiek: $\text{uitgangsgrootheid} = f(\text{ingangsgrootheid})$.

Wenk: Je kan via een experiment de grafiek laten maken van de karakteristiek van een sensor voor temperatuur, bijvoorbeeld voor een PT100: $R = f(T)$.

Wenk: Je kan de resultaten van het experiment laten vergelijken met datasheets van de fabrikant.

Wenk: Je kan het belang van kalibratie van meetsystemen aangegeven bij de meting van grootheden (bijv. kalibratie van een pH-meter). Je kan hierbij ook de functie van het twee- en driedraadsysteem bij een PT100 bespreken om de weerstandswaarde van de verbindende elektrische geleiders te compenseren bij het afregelen van de sensor.

Wenk: Het belang van standaardsignalen (bv. 4-20 mA) zodat systemen vlot met elkaar kunnen samenwerken kan besproken worden. Ook het gebruik van stroom kan aangegeven worden om signaalverlies te vermijden. Een stroomdaling onder de minimale waarde van 4 mA is een indicator van een mogelijke kabelbreuk. Je kan hierbij het veiligheidsaspect in stuur- en regelkringen aangeven: de alarmfunctie in afwezigheid van signaal.

Wenk: STEM-concept dat hier aan bod kunnen komen: verhouding in de relatie tussen ingangs- en uitgangsgrootheid (lineair verband).

LPD 11 L De leerlingen lichten de fysische werking van een sensor voor temperatuur, voor druk en voor debiet toe.

Wenk: Je kan opteren voor sensoren die werken op basis van fysische principes die in het vak Fysica aan bod komen.

- Je kan de werking bespreken van een Bourdonmanometer op basis van de gaswet.
- Je kan de werking van een PT100 bespreken op basis van de Wet van Pouillet.
- Je kan de werking van een Vadameter als debietsensor bespreken op basis van de zwaartekracht, de wet van Archimedes en de stuwkracht van de vloeistof.

Wenk: STEM-concepten die hier aan bod kunnen komen:

- structuur en functie;
- oorzaak en gevolg;
- systemen en hun modellen.



LPD 12 L De leerlingen lichten de werking van een hydraulische cilinder en een regelklep als actuator toe.

Wenk: Om de werking van een regelklep te illustreren kan je starten met de werking van een balkkraan. Vervolgens kan je de link leggen naar een industriële klep.

Wenk: Hydraulische cilinders zoals op een tractor, laadplatform van een vrachtwagen, heftruck, hydraulische krik.

Wenk: Het STEM-concept 'relatie tussen vorm en functie' kan hier aan bod komen:

- diameter van de cilinder in functie van de benodigde kracht;
- materiaalkeuze in functie van het doorstromend fluidum.

LPD 13 L De leerlingen lichten de werking van een transportsysteem voor vaste stoffen toe: rollenbaan, transportbaan, schroef van Archimedes.

Wenk: Je kan starten met transportsystemen uit de leefwereld (zoals de transportband op de kassa in de supermarkt) en zo de horizon verruimen tot industriële transportsystemen.

Wenk: Je kan aandacht besteden aan mechanische overbrengingen zoals kettingoverbrenging, snaaroverbrenging, tandwieloverbrenging, tandriemoverbrenging

Wenk: Je kan aandacht besteden aan eigenschappen van overbrengingen in transportsystemen zoals overbrengingsverhouding, soort beweging (rotatie/translatie), slip ...

Wenk: STEM-concepten die hier aan bod kunnen komen:

- structuur en functie;
- stromen van materie;
- verhouding (in overbrengingen).

LPD 14 L De leerlingen bepalen het gedrag van een regelaar aan de hand van grafieken:

- **aan-uit regelaar, hysteresis;**
- **proportionele regelaar.**

Wenk: Voorbeelden van 'Aan-uit regelaars': thermostaat in frietketel, strijkijzer, kookplaat ...

Wenk: Voorbeelden van proportionele regelingen (P-regelaar): vulling van een stortbak van een toilet in functie van de vlotterstand, thermostatische kraan op een radiator in een verwarmingssysteem.

Wenk: STEM-concepten die hier aan bod kunnen komen:

- oorzaak en gevolg, terugkoppeling;
- systemen en hun modellen;
- stromen van en/of materie en/of energie en/of informatie;
- verhouding.

LPD 15 L De leerlingen lichten de werking van een gestandaardiseerde regelkring toe aan de hand van een blokschema.

- ★ Meetzender, regelaar, omvormer, corrigerend orgaan
Instelwaarde, proceswaarde
Terugkoppeling

Wenk: Je kan aandacht besteden aan het digitaliseren van grootheden.

Wenk: STEM-concepten die hier aan bod kunnen komen:

- oorzaak en gevolg, terugkoppeling;
- systemen en hun modellen;
- stromen van energie en informatie.

4.7.5 Labo- en productiebeheer: veiligheid, milieu, kwaliteit, organisatie

Minimumdoelen, cesuurdoelen of doelen die leiden naar BK

LPD 16 L De leerlingen doen voorstellen om een veiligheidsrisico te verminderen in een labocontext.

Wenk: Je kan het veiligheidsrisico verminderen door de blootstelling aan het risico, de ernst van mogelijke verwondingen en de kans op aanwezigheid van het risico in overweging te nemen. Een goed hulpmiddel om leerlingen gericht te laten nadenken over risico's is de 'methode van Fine & Kinney'.

Wenk: Je kan aandacht besteden aan veiligheid in het labo zoals de risico's en maatregelen bij de opslag van stoffen. Je kan de vraag stellen: "Waarin verschilt een labo van een gewoon klaslokaal?"

Wenk: Je kan etiketten en pictogrammen interpreteren bij het gebruik van producten.

Wenk: Je kan leerlingen laten nadenken over veiligheidsrisico's in labo-opdrachten.

Wenk: Je kan aandacht besteden aan procedures bij noodsituaties en in gesprek gaan met de preventieadviseur over zijn/haar rol in een organisatie.

Wenk: Je maakt als leraar gebruik van de COS-brochure (Chemicaliën Op School). De leerlingen kan je de database van gevaarlijke stoffen laten raadplegen.

Wenk: Je kan dit in samenhang realiseren met het STEM-leerplandoel over veilig werken met materialen, stoffen, organismen en technische systemen. Je kan daarbij ook aandacht besteden aan veiligheidspictogrammen en H/P-zinnen.

Wenk: Het STEM-concept dat hier aan bod kan komen: oorzaak en gevolg.

LPD 17 L De leerlingen stellen een procedure op om een reproduceerbaar resultaat te bekomen.

- ★ Principes van kwaliteitszorg

Wenk: Het is de bedoeling om dit leerplandoel te combineren met andere leerplandoelen die experimenteel kunnen benaderd worden bijvoorbeeld bij



scheidingstechnieken, bij energetische aspecten van een reactie, bij neutralisatiereacties, bij bereidingstechnologie ...

Wenk: Je kan leerlingen een procedure laten opstellen voor de uitvoering van een labo-activiteit met aandacht voor kritische punten, kwaliteitscriteria en registratietechnieken. De mate waarin een derde persoon in staat is om de procedure correct te interpreteren kan als toets gebruikt worden voor de kwaliteit van de procedure.

Wenk: Het is aangewezen om aandacht te besteden aan typische systematische werkwijzen waarop een organisatie de kwaliteit van haar producten of diensten bepaalt, bewaakt en verbetert zoals het beschrijven van werkwijzen in procedures, aandacht geven aan voortdurend verbeteren en het ontwikkelen van methoden om de kwaliteit te meten en op te volgen. Dit zijn principes van kwaliteitszorg. Je kan aangeven dat kwaliteitszorg deel uitmaakt van de cultuur van een organisatie.

Wenk: Je kan dit leerplandoel behandelen in samenhang met STEM-concepten: systemen en hun modellen, stromen van informatie en met het STEM-doel over het gebruik van gegevens of meetwaarden omwille van het belang van tolerantie en meetnauwkeurigheid.

LPD 18 L De leerlingen doen voorstellen om risico's op vlak van voedselveiligheid in een proces voor de verwerking van voedingsmiddelen te verminderen.

- ★ Goede hygiënepraktijken (GHP)
Principes typisch voor HACCP
Traceerbaarheid van producten

Wenk: Je kan dit leerplandoel behandelen in samenhang met keuzedoel K6 waarbij de leerlingen zelf een voedingsmiddel maken op basis van een bereidingstechnologie (zie leerplanrubriek 'Biochemische productietechnieken').

Wenk: Je kan dit leerplandoel verbinden aan een observatie van risico's en maatregelen in een voedingsbereidingsproces: in de schoolkeuken, in een zorgcentrum, in een broodjeszaak, in een voedingsbedrijf ...

Wenk: Mogelijke goede hygiënepraktijken: persoonlijke hygiëne, inrichting en uitrusting van de productie-omgeving.

Wenk: Mogelijke basisprincipes van de Hazard Analysis Critical Control Points (HACCP) toepassen: gevaren herkennen, kritische controlepunten bepalen, verbeteringsmaatregelen voorstellen en het proces documenteren.

Wenk: Je kan aandacht besteden aan typische maatregelen om de verspreiding van bacteriën tegen te gaan zoals het scheiden van vuil en proper, van koel en warm, van rauw en gekookt, de koelketen niet onderbreken bij transport van voedingsmiddelen ...

Wenk: Je kan informatie gebruiken van het Federaal Agentschap voor de veiligheid van de voedselketen (FAVV).

Wenk: Je kan aandacht besteden aan manieren waarop de traceerbaarheid in de voedingsindustrie gewaarborgd wordt 'van riek tot vork' zoals het gebruik van lotnummer en houdbaarheidsdatum. Dit gegeven kan je in verband brengen met

staalname en registratie (goede labopraktijken en -technieken LPD S5).

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

LPD 19 L De leerlingen organiseren een laboactiviteit door middel van coöperatieve werkvormen met inbegrip van afval- en voorraadbeheer.

Wenk: Je kan aansluiten bij bepaalde deelaspecten in de werking van het schoollabo zoals het afvalbeheer, het voorraadbeheer bij de opslag van producten en stoffen, de voorbereiding van de labo's of projecten, de organisatie van de werkposten ...

Wenk: Je kan aandacht besteden aan registratietechnieken bij voorraad- en afvalbeheer.

Wenk: Je kan aangeven dat er in veel bedrijven in team gewerkt wordt aan het voortdurend verbeteren van werkprocessen en dat dit een belangrijk element is in kwaliteitssystemen en de cultuur van een organisatie.

Wenk: De leerlingen kunnen gebruik maken van coöperatieve werkvormen om ideeën te genereren, te selecteren en uit te werken zoals brainstormen, groepswork ...

Wenk: Je kan rollen benoemen in het groepswork zodat leerlingen zich inleven in verschillende standpunten.

Wenk: Je kan dit leerplandoel behandelen in samenhang met STEM-concepten: oorzaak en gevolg, stromen van informatie en patronen.

5 Basisuitrusting

Basisuitrusting verwijst naar de infrastructuur en het (didactisch) materiaal die in lessen Biotechnieken 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 leerlingexperimenten;
- met een demonstratietafel, waar zowel water als elektriciteit voorhanden zijn;
- met de nodige werktafels, lestafels, voldoende opbergruimte, een wasbak en nutsvoorzieningen;
- met voorzieningen voor correct afvalbeheer;
- dat voldoende ruim is om eventueel flexibele klasopstellingen mogelijk te maken.

Toegang tot (mobile) devices voor leerlingen.

5.2 Materiaal, toestellen, machines en gereedschappen

Om het leerplan Biotechnieken te realiseren is nodig:

- een Techniek- of STEM-lokaal (zoals aanbevolen voor de eerste graad A-stroom) of een gelijkaardig lokaal ingericht in functie van de leerplandoelen Fysica en Productiesystemen;
- een labo-infrastructuur.

Het aanwezige materiaal is geschikt voor de realisatie van de leerplandoelen en in aantal voldoende voor de grootte van de klasgroep. Omdat de leerlingen bij experimenteel werk per 2 (uitzonderlijk per 3) werken, zullen 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. Het is aangewezen om een aantal vaste labo-opstellingen te voorzien om experimenten vlotter uit te voeren. Er worden persoonlijke en collectieve beschermingsmiddelen voorzien in functie van het uit te voeren practicum.

Voor de labo-infrastructuur zijn voldoende trekkasten, autoclaaf of oven, broedstoof (of incubator of verwarmingskast), koelkast, mogelijkheid en materiaal om steriel te enten, voldoende glaswerk, 2D- en 3D-

modellen, preparaten, basischemicaliën, specifieke reagentia (waaronder kleurstoffen, nutriënten voor voedingsbodems, enzymen, indicatoren), tabellen ... nodig. Ook voldoende microscopen (met immersielens) zijn nodig (ca. twee personen per microscoop om basisvaardigheden in te kunnen oefenen). Relevante meet- en testbenodigdheden zijn: pH-meter, geleidbaarheidsmeter, balans, multimeters, thermometers, calorimeter.

Voor het lokaal 'Fysica en Productiesystemen': programmeerbare stuureenheden zoals micro-PLC (bv. LOGO), Arduino ..., spanningsbronnen, schakelapparatuur, schaalmodellen van overbrengingen en transportsystemen (zoals rollenbaan, schroef van Archimedes ...), klein handgereedschap, componenten en onderdelen in functie van het uit te voeren practicum en de gekozen projecten. Er worden relevante meetapparaten voor kracht (waaronder dynamometer), tijd, massa, druk, temperatuur (waaronder Pt100), debiet, spanning, stroom, weerstand voorzien.

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	Evaluëren	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
Evaluëren	Beoordelen	
Gebruiken	Hanteren, inzetten, toepassen	
Hanteren	Gebruiken, inzetten, toepassen	
Identificeren		Benoemen; aangeven met woorden, beelden ...
Illustreeren		Beschrijven (toelichten, uitleggen) aan de hand van voorbeelden
In dialoog gaan over	In interactie gaan over	
In interactie gaan over	In dialoog gaan over	
Interpreteren	Betekenis geven aan	
Inzetten	Gebruiken, hanteren, toepassen	
Kritisch omgaan met	Kritisch gebruiken	



Kwantificeren		Beredeneren door gebruik te maken van verbanden, formules, vergelijkingen ...
Onderzoeken	Onderzoek voeren	Verbanden zoeken tussen zelf verzamelde data en een (eigen) besluit trekken
Onderzoek voeren	Onderzoeken	Verbanden zoeken tussen zelf verzamelde data en een (eigen) besluit trekken
Reflecteren over		Kritisch nadenken over en argumenten afwegen zoals in een dialoog, een gedachtewisseling, een paper
Testen	Toetsen	
Toelichten	Beschrijven, uitleggen	
Toepassen	Gebruiken, hanteren, inzetten	
Toetsen	Testen	
Uitleggen	Beschrijven, toelichten	
Verklaren	Beargumenteren	Motiveren, uitleggen waarom

7 Concordantie

7.1 Concordantietabel

De concordantietabel geeft duidelijk aan welke leerplandoelen de minimumdoelen (MD), de cesuurdoelen (CD) of de doelen die leiden naar één of meer beroepskwalificaties (BK) realiseren.

Leerplandoel	Minimumdoelen, cesuurdoelen of doelen die leiden naar één of meer beroepskwalificaties
1S	MD 06.35
2S	CD 12.01.02; BK 06; BK 09; BK g; BK h; BK k; BK v
3S	CD 12.01.02; BK 10; BK b
4S	MD 06.34; BK 03; BK 04; BK 13; BK d; BK l; BK p; BK s; BK t
5S	BK 01; BK 09; BK 11; BK 14; BK 18; BK 19; BK o; BK q
6S	MD 06.36; CD 12.01.01; BK 07; BK 08
7S	MD 06.37
1B	MD 06.20
2B	MD 06.21
3B	MD 06.21

4B	MD 06.21
5B	MD 06.22
6B	BK 05
7B	BK 14
8B	BK 04; BK 05
9B	BK 05; BK 07
10B	BK 05
11B	BK 14
12B	BK 14
1C	MD 06.23
2C	CD 09.03.02
3C	MD 06.25
4C	MD 06.26
5C	MD 06.26
6C	MD 06.24
7C	CD 09.03.01
8C	CD 09.03.01
9C	CD 09.03.07
10C	CD 09.03.02
11C	CD 09.03.02
12C	CD 09.03.05
13C+	-
14C+	-
15C	CD 09.03.05
16C	CD 09.03.03
17C	CD 09.03.03



18C	CD 09.03.03
19C	CD 09.03.07
20C	CD 09.03.04
21C	CD 09.03.06
22C+	-
1F	MD 06.30
2F	BK 16
3F	BK 16
4F	BK 04
5F	BK 16
6F	BK 16
7F	MD 06.31
8F	BK 16
9F	MD 06.33
10F	CD 09.04.01
11F	MD 06.29
12F	MD 06.29
13F	MD 06.27
14F	MD 06.28
15F	MD 06.32; BK 16
16F	BK 04
17F	BK 16
1L	BK 14; BK n
2L	BK n
3L	BK 15; BK u
4L	BK 15; BK c

5L	BK 15; BK a
6L	BK u
7L	BK 17; BK i; BK j
8L	BK 17; BK u
9L	BK 15; BK 17; BK f
10L	BK e; BK h; BK v
11L	BK 16; BK e; BK j; BK v
12L	BK e
13L	BK 16
14L	BK 15; BK 17
15L	BK 17; BK e
16L	BK 04; BK 12
17L	BK 01; BK 02; BK 05; BK m
18L	BK 04
19L	BK 01; BK r

7.2 Minimumdoelen basisvorming

- 06.20 De leerlingen leggen aan de hand van een voorbeeld uit dat organismen zich kunnen handhaven dankzij biologische feedback.
Onderliggende (kennis)elementen:
- Functie van hormonen
- 06.21 De leerlingen leggen de positieve en negatieve rol uit van virussen, bacteriën en schimmels in de natuur en in toepassingen voor de mens.
Onderliggende (kennis)elementen:
- Microbioom
- 06.22 De leerlingen leggen de hormonale regeling van het voortplantingssysteem bij de mens uit.
- 06.23 De leerlingen onderzoeken zuivere stoffen en mengsels in het dagelijkse leven aan de hand van eigenschappen en scheidingstechnieken.
Onderliggende (kennis)elementen:
- Stofeigenschappen
- 06.24 De leerlingen gebruiken een atoommodel om de structuur van atomen te beschrijven.



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

7.3 Cesuurdoelen

- 09.03.01 De leerlingen leggen het verband tussen de plaats en de eigenschappen van atomen in het PSE.
- 09.03.02 De leerlingen stellen chemische structuurformules op van enkelvoudige en binaire anorganische stoffen.
- Roostermodel
 - Lewisstructuur
 - Ionbinding, atoombinding, metaalbinding
- 09.03.03 De leerlingen brengen elektronegativiteit, polariteit en elektrolyten in verband met oplosbaarheid en elektrische geleiding.
- 09.03.04 De leerlingen stellen de reactievergelijking op van een eenvoudige reactie met ionenuitwisseling.
- 09.03.05 De leerlingen classificeren organische en anorganische stoffen zowel op basis van een gegeven formule als op basis van een naam.
- Anorganische zuren, basen, zouten, oxiden
 - Alkanen
 - IUPAC-naamgeving
- 09.03.06 De leerlingen brengen de pH in verband met het zuur, basisch of neutraal karakter van een waterige oplossing en lichten de functie van een zuur-base indicator toe.
- 09.03.07 De leerlingen leggen het verband tussen stofhoeveelheid, molaire massa en molaire concentratie.
- 09.04.01 De leerlingen gebruiken de ideale gaswet om toestandsgrootheden te bepalen.
- 12.01.01 De leerlingen ontwikkelen een oplossing voor een probleem door STEM-disciplines geïntegreerd toe te passen.
- Interactie tussen onderzoeken en ontwikkelen
 - Modelleren
- 12.01.02 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

7.4 Doelen die leiden naar één of meer beroepskwalificaties

1. De leerlingen werken in teamverband (organisatiecultuur, communicatie, procedures).
2. De leerlingen handelen kwaliteitsbewust.
3. De leerlingen handelen economisch en duurzaam.
4. De leerlingen handelen veilig, ergonomisch en hygiënisch.
5. De leerlingen hanteren met behulp van een procedure een systematische aanpak.
6. De leerlingen voeren het basisonderhoud uit van het aangegeven (laboratorium)materieel en meet- en controle-instrumenten conform de richtlijnen beschreven in de werkwijze.



7. De leerlingen nemen stalen conform de voorgeschreven procedure.
8. De leerlingen selecteren reagentia en (laboratorium)materieel en maken deze gebruiksklaar in functie van de analyses.
9. De leerlingen gebruiken het aangegeven (laboratorium)materieel, meet- en controle-instrumenten en reagentia conform de voorgeschreven procedure.
10. De leerlingen vergelijken resultaten van metingen met richtwaarden.
11. De leerlingen gebruiken informaticatoepassingen voor de opvolging van practica en labo-activiteiten.
12. De leerlingen voeren een eenvoudige risicoanalyse uit.
13. De leerlingen hanteren gevaarlijke producten volgens het laboreglement.
14. De leerlingen voeren eenvoudige analyses uit volgens een procedure, evalueren en registreren de resultaten.
15. De leerlingen lichten het verloop van productie- en logistieke processen toe.
16. De leerlingen lichten fysische principes toe bij energiekeringen in productie- en procesinstallaties.
17. De leerlingen automatiseren een eenvoudig proces door sturen of regelen.
18. De leerlingen reageren adequaat bij onverwachte storingen van materieel of situaties tijdens het uitvoeren van een practicum.
19. De leerlingen rapporteren mondeling of schriftelijk aan medeleerlingen en leraar.

De opgenomen kennis staat steeds in functie van de specifieke vorming van deze studierichting.

- a. Bewaringstechnieken van stalen
- b. Conversie van meeteenheden
- c. Eigenschappen van grondstoffen, tussenproducten en eindproducten in functie van het productieproces
- d. Eigenschappen van stoffen, te beproeven materialen
- e. Functie van sensoren, functie van regelaar/stuureenheid, actuator
- f. Gedrag van een proces
- g. Hulpmiddelen voor staalname
- h. Kalibratie van meettoestellen
- i. Logische functies om een proces te automatiseren
- j. Meet- en testtechnieken
- k. Onderhoudsvoorschriften
- l. Persoonlijke beschermingsmiddelen
- m. Principes van kwaliteitszorg
- n. Principes van scheidingstechnieken en eenvoudige analyse zoals pH-meting
- o. Procedures voor staalname
- p. Regels voor veilige bewaring en opslag van stoffen
- q. Registratietechnieken
- r. Sorteerrichtlijnen voor afval
- s. Veiligheidsinstructies bij gebruik van onderhoudsproducten
- t. Veiligheidspictogrammen, etikettering en productidentificatie
- u. Visualiseringsmethoden zoals een stroomdiagram, blokschema
- v. Werkingsprincipes van meetsystemen en gebruik van laboratoriummaterialen

Inhoud

1	Inleiding.....	3
1.1	Het leerplanconcept: vijf uitgangspunten	3
1.2	De vormingscirkel – de opdracht van secundair onderwijs	3
1.3	Ruimte voor leraren(teams) en scholen	4
1.4	Differentiatie	4
1.5	Opbouw van leerplannen.....	6
2	Situering	7
2.1	Samenhang met de eerste graad	7
2.2	Samenhang in de tweede graad	7
2.3	Plaats in de lessentabel.....	7
3	Pedagogisch-didactische duiding	8
3.1	Natuurwetenschappen en het vormingsconcept	8
3.2	Krachtlijnen	9
3.3	Opbouw.....	9
3.4	Leerlijnen.....	10
3.4.1	Samenhang met de eerste graad	10
3.4.2	Samenhang in de tweede graad	12
3.5	Aandachtspunten	13
3.5.1	Oriëntatie van het leerplan	13
3.5.2	Samenhang in wetenschappen	13
3.5.3	Dissecties als werkvorm	15
3.6	Leerplanpagina	15
4	Leerplandoelen	15
4.1	STEM-doelen	15
4.2	Biologie.....	21
4.3	Labo biologie	23
4.3.1	Microscopie	24
4.3.2	Labo microbiologie.....	25
4.3.3	Biotechnische productie	26
4.3.4	Voedingsstoffen en voedingsmiddelentechnologie.....	27
4.4	Chemie	28
4.4.1	Mengsels en zuivere stoffen	28
4.4.2	Aspecten van een chemische reactie.....	29



4.4.3	Bouw en eigenschappen van atomen.....	30
4.4.4	De chemische bindingen	32
4.4.5	Indeling van samengestelde stoffen	32
4.4.6	Eigenschappen van stoffen	34
4.4.7	Kwantitatieve aspecten.....	35
4.4.8	Reactiesoorten	35
4.5	Fysica	36
4.5.1	Kracht en verandering van beweging	36
4.5.2	Statica van systemen.....	39
4.5.3	Druk.....	39
4.5.4	Elektrodynamica	40
4.5.5	Thermodynamica	41
4.5.6	Energie-omzettingen en vermogen	43
4.5.7	Eenparig cirkelvormige beweging.....	45
4.6	Labo- en productietechnieken	45
4.6.1	Analysetechnieken en milieutechnologie	45
4.6.2	Biochemische productietechnieken.....	47
4.7	Productiesystemen	48
4.7.1	Opbouw en samenhang van productiesystemen	48
4.7.2	Sturingen	49
4.7.3	Soorten processen	49
4.7.4	Grootheden in systemen meten en beïnvloeden	51
4.7.5	Labo- en productiebeheer: veiligheid, milieu, kwaliteit, organisatie	53
5	Basisuitrusting	55
5.1	Infrastructuur	56
5.2	Materiaal, toestellen, machines en gereedschappen.....	56
6	Glossarium.....	57
7	Concordantie	58
7.1	Concordantietabel.....	58
7.2	Minimumdoelen basisvorming	61
7.3	Cesuurdoelen	63
7.4	Doelen die leiden naar één of meer beroepskwalificaties	63