

Natuurwetenschappen B+S

2de graad D/A-finaliteit

II-NatS-da

BRUSSEL

D/2021/13.758/075

Versie januari 2022

Disclaimer

Gezien de te grote omvang en gedetailleerdheid van het geheel van de basisvorming en de specifieke vorming zoals bepaald door de Vlaamse regering (eindtermen, specifieke eindtermen, beroepskwalificaties) zal er, in tegenstelling tot het oorspronkelijke opzet van onze leerplannen, veelal onvoldoende ruimte zijn om de leerplandoelen in dit leerplan met voldoende diepgang te realiseren binnen de beschikbare onderwijstijd of voor het schoolbestuur, het lerarenteam of de individuele leraar om eigen inhoudelijke of didactische keuzes te maken.

De leerplannen 2de graad zijn opgesteld onder voorbehoud van de uitspraak van het Grondwettelijk Hof met betrekking tot het verzoekschrift waarmee de vernietiging van dat decreet wordt gevraagd.

Naargelang de samenstelling van de studierichting waarvoor een leerplan geldt, integreren de leerplandoelen eindtermen basisvorming, cesuurdoelen en/of doelen die leiden naar een beroepskwalificatie. In de concordantietabel geven we duidelijk aan welke leerplandoelen de eindtermen basisvorming, de cesuurdoelen en/of de doelen die leiden naar een beroepskwalificatie realiseren. De opgenomen cesuurdoelen en de doelen die leiden naar een beroepskwalificatie werden in overleg met de onderwijsverstrekkers vastgelegd en zijn onder voorbehoud van de goedkeuring van de curriculumdossiers 2de graad.



1 Algemene inleiding

De start van de modernisering secundair onderwijs gaat gepaard met een nieuwe generatie leerplannen. Net zoals in de eerste graad zijn de nieuwe leerplannen van de tweede graad ingebed in het vormingsconcept van de katholieke dialogeschool en gaan ze uit van de professionaliteit van de leraar en het eigenaarschap van de school en het lerarenteam.

1.1 Het leerplanconcept: vijf uitgangspunten

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

De nieuwe 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.

De nieuwe leerplannen faciliteren een **gerichte studiekeuze** na de tweede graad. Het proces van de studiekeuze eindigt immers niet na de eerste graad. In de tweede graad onderzoeken leerlingen meer gericht waar hun capaciteiten liggen en wat hun talenten zijn. Leerplannen zijn daarbij een belangrijk hulpmiddel. De doelen sluiten aan bij de verwachte competenties van leerlingen die voor een bepaalde studierichting kiezen. De feedback en evaluatie bij de realisatie ervan beïnvloeden op een positieve manier de keuze van leerlingen voor een meer geprofileerde studierichting in de derde graad.

De nieuwe leerplannen gaan uit van de **professionaliteit** van de leraar en het **eigenaarschap** van de school en het lerarenteam. Ze bieden pedagogisch-didactisch voldoende ruimte voor een eigen aanpak van de leraar, het lerarenteam of de school [zie disclaimer].

De nieuwe leerplannen borgen de **samenhang** in de vorming van de tweede graad. Leerplannen zorgen voor een samenhangend fundament van vorming voor alle leerlingen binnen een finaliteit en een studierichting. Ze vertrekken vanuit een gemeenschappelijk referentiekader en hanteren een gelijkgerichte terminologie met respect voor de eigenheid van elk vak. De samenhang in de tweede graad betreft zowel de verticale samenhang (de plaats van het leerplan in de opbouw van het curriculum) als de horizontale samenhang tussen vakken binnen studierichtingen en over studierichtingen en finaliteiten. Waar relevant geven de leerplannen expliciet aan voor welke doelen van andere leerplannen in de school verdere afstemming mogelijk is. Op die manier faciliteren en stimuleren de leerplannen leraren algemene vorming (incl. godsdienstleraren) en leraren specifieke vorming om over de vakken heen samen te werken en van elkaar te leren. Een verwijzing van een vakleraar naar de lessen van een collega laat de leerlingen niet alleen aanvoelen dat de verschillende vakken onderling samenhangen en dat ze over dezelfde werkelijkheid gaan, maar versterkt ook de mogelijkheden tot transfer.

In wat volgt gaan we dieper in op een aantal uitgangspunten.

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 hen en hun collega's 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 leraar, de school en de bredere samenleving. Scholen



zijn daarbij **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 inhouden van vorming, die we groeperen in **vormingscomponenten**: levensbeschouwelijke vorming, culturele vorming, economische vorming, lichamelijke vorming, maatschappelijke vorming, natuurwetenschappelijke en technische vorming, sociale vorming, talige vorming en wiskundige vorming. De aaneengesloten cirkel van vormingscomponenten wijst erop dat vorming een geheel is en zich niet in schijfjes laat verdelen. Je kan onmogelijk over culturele vorming spreken zonder met taal bezig te zijn; je kan niet beweren dat wetenschap en techniek geen band hebben met economie, wiskunde of geschiedenis. Dwarsverbindingen doorheen de vakken zijn daarbij belangrijk. De vormingscirkel vormt dan ook een dynamisch geheel van elkaar voortdurend beïnvloedende en versterkende componenten.
- Een leraar vormt leerlingen als **individuele leraar** maar werkt ook binnen **lerarenteams** en binnen een **beleid van de school**. De gemeenschappelijke leerplannen (Gemeenschappelijk funderend leerplan en Gemeenschappelijk leerplan ICT) helpen daartoe. Ze worden gestuurd door keuzes die een school (schoolbestuur, beleidsteam, lerarenteam) maakt. Het Gemeenschappelijk funderend leerplan 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. Die 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

[zie disclaimer]

De vrijheid die de leraar krijgt om met het leerplan te werken vraagt van hem een grote professionaliteit. Professionaliteit vergt meesterschap. De leraar is dus een meester in zijn vak; hij beheerst de inhouden die hij onderwijst. Een diep gevoel van verantwoordelijkheid en de overtuiging dat elke leerling het recht heeft om op een goede manier gevormd te worden, liggen aan de basis van zijn professioneel bezig zijn.

Vorming is voor die leraar nooit te herleiden tot een cognitieve overdracht van inhouden. Vorming is iets wat hem in die mate beroert dat hij voor iedere leerling de juiste woorden en gebaren zoekt om de wereld te ontsluiten. Hij wil de leerling tot bij de wereld brengen. De leraar introduceert leerlingen in de wereld waarvan hij houdt en hij probeert hen ook vriend van die wereld te laten worden. Een leraar zorgt er bijvoorbeeld voor dat leerlingen gegrepen kunnen worden 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.

We hebben de leerplandoelen noch chronologisch noch hiërarchisch geordend. Vanuit het pedagogisch project van de school, vanuit zijn passie, expertise en creativiteit, in functie (van de beginsituatie) van de klasgroep kan de leraar eigen accenten leggen en differentiëren. Hij kan kiezen welke leerplandoelen hij op welke manier samenneemt bij het uitwerken van lessen, thema's of projecten.

In het leerplan leggen we geen didactische werkvormen vast. Ter ondersteuning van leraren(teams) geven we voor bepaalde leerplanonderdelen louter een indicatie van de nodige onderwijstijd. Dat betekent dat leraren(teams) alle vrijheid hebben om langere leerlijnen op te bouwen en in te zetten op de spiraalsgewijze aanpak van bepaalde leerplandoelen. Leraren bepalen zelf welke contexten ze laten spelen, welke methodieken ze hanteren.

1.4 Differentiatie

De nieuwe leerplannen bieden volop kansen om gedifferentieerd te werken. Ze laten toe om te differentiëren op verschillende manieren:

- verschillende inhoudelijke keuzes;
- doelen integreren;
- inhouden verbreden door andere contexten aan bod te laten komen;
- verdieping aanbieden;
- in te spelen op verschillen in het abstractievermogen van leerlingen.

Differentiëren is van belang in alle leerlingengroepen. Leerlingen die starten in een studierichting van de tweede graad en voor wie dit leerplan bestemd is, behoren immers wel tot de doelgroep, maar bevinden zich niet noodzakelijk in dezelfde beginsituatie. Dikwijls hebben zij reeds een niet te onderschatten – maar soms sterk verschillende – bagage mee vanuit de eerste graad, de gevolgde basisoptie, 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.

Ook de motivatie van leerlingen is soms sterk verschillend. Sommige leerlingen denken meer conceptueel en abstract. Andere leerlingen komen vanuit een meer concrete benadering sneller tot inzichtelijk denken. De ene context kan betekenisvol zijn voor een leerlingengroep, terwijl een andere context dan weer betekenisvoller kan zijn voor een andere leerlingengroep.

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 het aanbieden van meer kennis of vaardigheden leerlingen uit te dagen.

Verschiedende leerinhouden aanbieden aan verschillende leerlingen is één vorm van differentiatie. Andere mogelijkheden zijn differentiëren in didactiek, in graad van autonomie en ondersteuning. De ene leerling kan snel zelfstandig werken, de andere heeft intense begeleiding nodig. In de wenken bij de leerplandoelen verwijzen we soms naar differentiatiemogelijkheden. Dat kan door al dan niet ondersteuning of hulpmiddelen aan te bieden in de vorm van voorbeelden, schrijfkaders, stappenplannen

...

Didactische differentiatie kan ook betrekking hebben op het flexibel aanwenden van de beschikbare leertijd, zoals variëren in tempo van onderwijzen en in leertempo van leerlingen, de ene leerling of leerlingengroep wat meer tijd geven dan de andere om hetzelfde te leren. Differentiatie kan ook door leerlingen naar verschillende producten te laten toewerken die dan naar gedifferentieerde vormen van evaluatie leiden.

1.5 Opbouw van de leerplannen

Elk leerplan is opgebouwd volgens een vaste structuur: algemene inleiding, situering, pedagogisch-didactische duiding, leerplandoelen, basisuitrusting, concordantie. Alle onderdelen van het leerplan 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.

In de **algemene inleiding** belichten we het leerplanconcept en gaan we o.m. dieper in op de visie op vorming, de ruimte voor leraren(teams) en scholen en de mogelijkheden tot differentiatie.

In de **situering** beschrijven we - waar relevant - de samenhang met de eerste graad, de samenhang in de tweede 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. de nieuwe accenten van het leerplan aan bod.

De **leerplandoelen** zijn sober en helder geformuleerd waarbij het leerplandoel als geheel het verwachte niveau van realisatie en beheersing aangeeft. Waar relevant voegen we bij de leerplandoelen een opsomming of een afbakening (★) toe die duidelijk aangeeft wat bij de realisatie van het leerplandoel aan bod moet komen. Ook de pop-ups bevatten informatie die noodzakelijk is bij de realisatie van het leerplandoel.

Alle leerplandoelen zijn te bereiken, met uitzondering van attitudes. Leerplandoelen die een **attitude** zijn en dus na te streven, duiden we aan met een sterretje (*).

We tonen de **samenhang** met andere leerplannen in de **tweede graad**. Zo geven we het overleg in lerarenteams alle kansen. Waar relevant verwijzen we ook naar **samenhang met de eerste graad** en naar specifieke items die reeds in de leerplannen van de eerste graad aan bod kwamen.

Ten slotte geven we een aantal zinvolle of inspirerende **wenken** (✓). Het betreft voornamelijk een noodzakelijke toelichting bij leerplandoelen of specifieke begrippen, suggesties voor een mogelijke didactische aanpak of een afbakening van de leerstof.

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

In de **concordantie** geven we aan welke leerplandoelen gerelateerd zijn aan bepaalde eindtermen, cesuurdoelen of doelen die leiden naar beroepskwalificaties.

1.6 Tot slot

[zie disclaimer]

De nieuwe leerplannen geven richting en laten ruimte. Ze faciliteren de inhoudelijke dynamiek en de continuïteit in een school en lerarenteam. Ze vormen een kwaliteitskader dat inzet op een eigen visie en een identiteitskader dat de unieke identiteit van een school in de diverse samenleving versterkt en ondersteunt. Zo garanderen we 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. We versterken het eigenaarschap van scholen die d.m.v. eigen beleidskeuzes de vorming van leerlingen gestalte geven. We creëren ook ruimte voor het vakinhoudelijk en pedagogisch-didactisch meesterschap van de leraar, maar bieden – via pedagogische begeleiding – ondersteuning waar nodig .

2 Situering

2.1 Samenhang met de eerste graad

In het leerplan Natuur, ruimte & techniek van de eerste graad komen reeds discipline-overstijgende STEM-vaardigheden aan bod zoals bij het onderzoeken van verschijnselen en systemen in Aardrijkskunde, Natuurwetenschappen en Techniek. Ook het modelleren en problemen oplossen komen aan bod. Daarnaast duiden leerlingen interacties tussen mens, natuur, techniek en ruimte. Ook in het leerplan Wiskunde ligt er meer nadruk op probleemoplossend denken. Bij berekeningen staat het handig en inzichtelijk rekenen meer centraal. Nieuw is dat leerlingen reeds een beschrijvend statistisch onderzoek uitvoeren.

We vinden in het leerplan Natuur, ruimte & techniek doelen terug die betrekking hebben op kracht en (verandering van) beweging, energie, materie, structuur en functies in systemen, interacties tussen mens, natuur, techniek en ruimte, kringlopen en voortplanting. Nieuw voor de eerste graad is dat deze breed-wetenschappelijke thema's een invulling krijgen vanuit zowel aardrijkskunde, natuurwetenschappen als techniek. Deze invulling kan zowel vanuit aparte vakken Aardrijkskunde, Natuurwetenschappen als Techniek gebeuren als vanuit het interdisciplinaire leerplan Natuur, ruimte & techniek. In de leerplannen Natuurwetenschappen van de tweede graad ontwikkelen leerlingen meer inzicht in deze wetenschappelijke thema's of de zogenaamde 'Big Ideas in Science'.

2.2 Samenhang in de tweede graad

Verwante leerplannen in de dubbele finaliteit

In de tweede graad dubbele finaliteit vinden we de volgende verwante leerplannen terug:

- een leerplan Natuurwetenschappen B voor de algemene vorming (voor niet-STEM richtingen);
- een Leerplan Natuurwetenschappen B' met een beperkt aantal doelen fysica (voor STEM-richtingen). Een ruim gedeelte van de algemene vorming fysica en de STEM-doelen zijn opgenomen in het richtingsspecifieke leerplan;
- een leerplan Natuurwetenschappen B+S met cesuurdoelen Chemie (voor Plant-, dier- en milieutechnieken);
- een leerplan Biotechnieken B+S voor de gelijknamige studierichting met inhouden Biologie, Chemie, Fysica, STEM-doelen en Labo- en productietechnieken.

Verwante leerplannen (DA)	STEM-doelen	Biologie	Chemie	Fysica
Natuurwetenschappen B (2-1)	Basis	Basis	Basis	Basis
Natuurwetenschappen B'(1-1)	Elementen	Basis	Basis	Elementen
Natuurwetenschappen B+S (2-3)	Basis	Basis	Cesuurdoelen	Basis
Biotechnieken B+S (13-14)	Cesuur+BK	Basis+BK	Cesuurdoelen+BK	Basis+BK

2.3 Plaats in de lessentabel

Leerplan Natuurwetenschappen B+S voor de studierichting Plant-, dier- en milieutechnieken. Er worden voor dit leerplan 5 graduren voorzien. [\[zie disclaimer\]](#)

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 afgehandeld worden 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. Dit vormt dan ook een grote uitdaging voor de wetenschappen namelijk in het creëren van een samenleving waarin onderzoeks- & 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 & innovatie en kritisch reflecteren over de rol van de mens in het [Systeem](#) aarde.

Duurzaamheid en verbeelding

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

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

3.2 Krachtlijnen

Wetenschappelijke inzichten opbouwen voor de burger en professional van morgen

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

Wetenschappelijke vaardigheden, denk- en werkwijzen ontwikkelen

Leerlingen leren wetenschappelijke methoden toepassen. Daarnaast analyseren zij natuurlijke en technische [systemen](#) aan de hand van [STEM-concepten](#). Ze leren meetinstrumenten gebruiken en omgaan met grootheden en eenheden. Daarbij leren ze ook om geïnformeerd te werken met materialen en stoffen. Leerlingen leren problemen op te lossen aan de hand van natuurwetenschappen, technologie en wiskunde.

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

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

Bij het gebruiken van technologie beargumenteren leerlingen de gemaakte keuzes. Daarnaast onderzoeken zij interacties tussen STEM en samenleving.

3.3 Opbouw

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

Mogelijke timing van onderdelen in het leerplan [zie disclaimer]

STEM-doelen	Biologie B	Chemie B+S	Fysica B
Wetenschappelijke methoden toepassen	Biologische feedback (3u)	Mengsels en zuivere stoffen (10u)	Grootheden en hun verbanden (3u)
Systemen analyseren met aangereikte STEM-concepten		Aspecten van een chemische reactie (4u)	Kracht en verandering van beweging (7u)
Meetinstrumenten en hulpmiddelen gebruiken om te onderzoeken		Bouw en eigenschappen van atomen (4u)	Licht en straling (4u)
Meetwaarden, grootheden en eenheden gebruiken		Chemische bindingen (4u)	Druk en geluid (5u)
Geïnformeerd werken met materialen en stoffen	Rol van micro-organismen (6u)	Indeling samengestelde stoffen (10u)	Warmte en temperatuur (4u)
Een oplossing ontwerpen voor een eenvoudig probleem	Voortplanting (3u)	Eigenschappen van stoffen (4u)	Energie-omzetting en transport (4u)
Gebruik van technische systemen beargumenteren		Kwantitatieve aspecten (5u)	
Wisselwerking tussen STEM en samenleving uitleggen		Reactiesoorten (4u)	
Ca. 20 % van de lestijd			
Vijf graaduren			

3.4 Leerlijnen

3.4.1 Samenhang met de eerste graad

Het leerplan sluit vanuit de vormingscomponenten aan bij een aantal leerplannen uit de eerste graad: Aardrijkskunde, Natuurwetenschappen, Techniek (of het leerplan Natuur, ruimte & techniek) en Wiskunde.

Aardrijkskunde: vanuit een terreinstudie en waarnemingen via geografische hulpbronnen onderzoeken leerlingen in de eerste graad kenmerken van landschapsvormende lagen. Vervolgens onderzoeken ze interacties tussen die lagen. Daarnaast onderzoeken leerlingen ruimtelijke effecten van natuurlijke en menselijke factoren op het landschap.

Natuurwetenschappen: vanuit een biotoopstudie en de studie van materie en energie ontwikkelen de leerlingen in de eerste graad een aantal inzichten in structuur, functies en samenhang in levende systemen. Vervolgens maken ze kennis met transport, belang en effecten van energie en fotosynthese. Daarnaast worden doelen rond krachten en voortplanting behandeld.

Techniek: de leerlingen onderzoeken in de eerste graad eigenschappen van een aantal materialen en van technische systemen binnen verschillende ervaringsgebieden in wisselwerking met enkele ontwerp- en realisatieopdrachten.

Nieuw in de STEM-gerelateerde vorming in de eerste graad is een grotere nadruk op een inzichtelijke benadering eerder dan een beschrijvende. In Natuurwetenschappen is er meer aandacht voor evolutie en ecologie. Binnen Techniek is er meer aandacht voor het onderzoeken van materialen en technische systemen en voor Aardrijkskunde is er meer nadruk op mondiale vraagstukken i.v.m. duurzaamheid.

Wiskunde: de leerlingen in de eerste graad maken kennis met de verschillende getallenverzamelingen en kunnen meetkundige objecten onderscheiden en classificeren. Daarnaast beschikken ze ook over inzicht in het begrip schaal als evenredigheidsfactor en kunnen soorten data onderscheiden en informatie halen uit tabellen, diagrammen en grafieken. Vervolgens gaan ze in op het berekenen van procenten, het nemen van machten, het hanteren van coördinaten, het gebruik van letters, het omgaan met eerstegraadsvergelijkingen en het onderzoeken van meetkundige eigenschappen. Daarnaast komen ook concepten als transformaties en congruentie aan bod. Evenals het rekenen met lettervormen.

Leerlingen die de basisoptie (Moderne talen-) wetenschappen of STEM-wetenschappen/technieken volgden hebben reeds meer ervaring en autonomie kunnen opbouwen in het onderzoekend en probleemoplossend denken. In de basisopties STEM hebben leerlingen inhouden ook al wat wiskundiger leren benaderen. Binnen (Moderne talen-) wetenschappen ligt de nadruk op het experimentele.

In beide basisopties hebben zij inhouden uit de algemene vorming verbreed en verdiept. Vanuit het optionele en verkennende karakter van deze basisopties kan je er evenwel niet van uitgaan dat de kennis en vaardigheden die daarin aan bod komen noodzakelijk zijn als beginsituatie voor dit leerplan.

Leerlijnen STEM-doelen

Eerste graad	Basis tweede graad in dubbele finaliteit
Onderzoeken in Aardrijkskunde, Natuurwetenschappen en Techniek	Wetenschappelijke methoden toepassen
Grootheden en eenheden gebruiken	Grootheden en eenheden gebruiken
	Systemen analyseren aan de hand van STEM-concepten
Hulpmiddelen gebruiken bij metingen, experimenten, terreinstudie	Meetinstrumenten en hulpmiddelen gebruiken
Systemen gebruiken en onderhouden	Geïnformeerd, veilig en duurzaam werken met materialen en stoffen
Duurzaam omgaan met energie en grondstoffen	
Modellen of simulaties gebruiken	STEM-geïntegreerd probleemoplossen.
Een probleemoplossend proces doorlopen (Techniek)	
Een systeem ontwerpen (Techniek)	
Keuzes beargumenteren om een probleem op te lossen.	Keuzes beargumenteren
STEM-interacties met de maatschappij illustreren	STEM-interacties in de samenleving uitleggen

3.4.2 Samenhang in de tweede graad

Samenhang met Wiskunde

In het leerplan Natuurwetenschappen vinden we heel wat methodische en inhoudelijke relaties met inhouden uit het leerplan Wiskunde. Deze worden in het leerplan aangegeven via de samenhang met de tweede graad.

Methodische relaties (STEM-doelen)

- Gebruik van grootheden en eenheden
- Modelleren en problemen oplossen in Wiskunde
- Interacties van Wiskunde met de andere domeinen

Inhoudelijke relaties

- Omvormen van formules
- Omgekeerd evenredige verbanden
- 2D-voorstellingen van 3D-situaties
- Computationeel denken en algoritmen
- Statistisch gebruik van kwantitatieve data (bij het meten/interpreteren van een grootheid)

Samenhang met Aardrijkskunde

In het leerplan Natuurwetenschappen vinden we ook heel wat methodische en inhoudelijke relaties met inhoud uit het leerplan Aardrijkskunde. Deze worden in het leerplan aangegeven via de samenhang in de tweede graad.

Methodische relaties

- Gebruik van STEM-concepten om systemen te analyseren
- Systeemdenken waarin ook interacties met sociale systemen aan bod komen
- Wisselwerking tussen [STEM-disciplines](#) – maatschappelijke problemen
- Onderzoekstechnieken, meetinstrumenten en hulpmiddelen zoals GIS

Inhoudelijke relaties

- Koolstofcyclus
- Gevolgen van klimaatverandering
- Energieomzettingen in het systeem aarde
- Stralingsbalans in het systeem aarde
- Stoffen en grondstoffen rondom ons
- Transitie naar een duurzame wereld

3.5 Aandachtspunten

3.5.1 Oriëntatie van het leerplan

Wetenschappelijke geletterdheid en vorming voor de STEM-professional van morgen

Wetenschappelijke vorming kan verschillende oriëntaties aannemen: naargelang de studierichting kan de nadruk eerder liggen op een doorgedreven wetenschappelijke vorming voor de STEM-professional van morgen dan wel op de vorming van wetenschappelijke geletterdheid voor de burger van morgen. De pedagogisch-didactische aanpak vertrekt dan van een eerder conceptuele dan wel contextuele structuur van de vorming.

Basis-onderwijs	Oriëntatie op de wereld. De wereld leren kennen vanuit de invalshoeken natuur, ruimte en techniek door exploreren en experimenteren, ervaren en doen.		
Eerste graad	Basiskennis verwerven in Natuur, Ruimte en Techniek op overwegend kwalitatieve manier Basisvaardigheden ontwikkelen voor onderzoeken, ontwerpen en probleemoplossen. Concept- context benadering.		
Tweede en derde graad	Wetenschappelijke geletterdheid voor de burger van morgen	Wetenschappelijke vorming voor de professional van morgen	Doorgedreven wetenschappelijke vorming voor de STEM-professional van morgen

	Voor de studierichtingen in arbeidsmarkt en dubbele finaliteit buiten het STEM-domein.	Voor niet-STEM doorstroomrichtingen die voorbereiden op studies die een brede wetenschappelijke kennisbasis verwachten en voor STEM studierichtingen in dubbele finaliteit die een specifieke wetenschappelijke onderbouw nastreven voor studie of beroep.	Voor de doorstroomrichtingen in het STEM-domein die voorbereiden op studies met een doorgedreven wetenschappelijke onderbouw
	Context-conceptbenadering: nadruk op <u>contextuele</u> structuur.	Concept-context- en ook context-conceptbenadering in functie van inhouden in het leerplan.	Concept-contextbenadering: nadruk op <u>conceptuele</u> structuur.

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

3.5.2 Samenhang tussen wetenschappen

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

- vertrekken vanuit de ideeën en interesses van de leerlingen. Om dit 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 deze STEM-doelen kunnen leerlingen de rol van een aantal vakdiscipline-overschrijdende werkwijzen ervaren;
- gebruik maken van STEM-concepten. Dit zijn vakdiscipline-overschrijdende denkwijzen (in de vakdidactische literatuur ook soms perspectieven genoemd) om natuurlijke en technische systemen te analyseren. Deze concepten kunnen leerlingen ondersteunen bij het onderzoeken. Om dit aan bod te laten komen zet je als leraar of lerarenteam het STEM-doel 2 in rond het analyseren van natuurlijke en technische systemen;
- focussen op breed-wetenschappelijke kernideeën die toepasbaar zijn in meerdere contexten en die de grenzen van individuele disciplines overschrijden. Nadruk op deze kernideeën kan leerlingen helpen om het overzicht te bewaren, om meer complexe ideeën en fenomenen te begrijpen en om problemen op te lossen.

Deze vier manieren om meer samenhang en betekenisgeving in het STEM-onderwijs te verkrijgen overschrijden de grenzen van dit leerplan want ze komen over de graden en over de finaliteiten heen aan bod. Een lerarenteam dat de samenhang tussen S,T,E en M via de geschetste vier manieren oordeelkundig nastreeft realiseert STEM op niveau van het leerplan.

Samenhang vanuit interesses: concept-contextbenadering

Wetenschappelijke concepten zijn mentale beelden die verwijzen naar belangrijke ideeën uit de wetenschap. In dit leerplan vormen de inhoudsgebonden leerplandoelen Biologie, Chemie en Fysica een netwerk van samenhangende begrippen. De leerplanrubrieken verwijzen naar een aantal centrale

kernideeën. Vanuit dit ‘netwerkcurriculum’ kan meer nadruk op inzichtelijk leren gelegd worden. Een gedetailleerd overzicht opbouwen (het zogenaamde ‘overzichtscurriculum’) is immers geen doel op zich. Op die manier kan overladenheid teruggedrongen worden.

Contexten brengen situaties of probleemstellingen naar voren die voor leerlingen betekenis hebben of krijgen doorheen de leeractiviteiten. Vakoverstijgende contexten kunnen samenhang tonen en een beter beeld geven op “de wereld van STEM”. Contexten kunnen ook motiverend zijn voor leerlingen. Zij geven betekenis aan concepten en concepten worden wendbaar toegepast in verschillende contexten: het gaat dus uitdrukkelijk om een wisselwerking. Afwisselen tussen verschillende contexten is daarbij nodig om transfer van kennis en vaardigheden te versterken. Naargelang de oriëntatie van het leerplan kunnen de lesinhouden en de opbouw van het vak meer vanuit samenhang in concepten dan wel vanuit samenhang in contexten worden ingevuld:

- concept-contextbenadering: de vakstructuur staat centraal en contexten illustreren deze structuur;
- verbindende context: deze context brengt een groep bij elkaar passende concepten samen in leeractiviteiten;
- context-conceptbenadering: één context staat centraal en dient als selectiecriteria voor de concepten die aan bod komen.

De keuze van contexten kan ingegeven worden vanuit hun functionele relevantie (functionele context), omdat ze zeer geschikt zijn om kennis en vaardigheden in te oefenen (didactische context), omdat ze persoonlijk relevant zijn voor de leerling (leefwereldcontext) of maatschappelijk relevant (maatschappelijke en professionele context). Contexten die verwijzen naar de professionele STEM-praktijk zijn zinvol bij het leren van een vakgebied. De maatschappelijke en de professionele context komen vooral naar voren in de derde krachtlijn van dit leerplan.

Methodische samenhang tussen wetenschappen vanuit de STEM-doelen

De STEM-doelen zijn overkoepelende, breed-wetenschappelijke werkwijzen/procedures. Deze 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 het leerplan ‘Natuur, ruimte & techniek’ of de aparte leerplannen Aardrijkskunde, Natuurwetenschappen, Techniek binnen de eerste graad.

Als leerlingen deze STEM-doelen inoefenen met verschillende inhouden en in verschillende contexten krijgen zij kansen om vlotter tot transfer te komen. Daarom komen de STEM-doelen steeds in combinatie met doelen uit de leerplanrubrieken biologie, chemie en fysica aan bod. Hierdoor 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

Practicum is een belangrijk element in goed STEM-onderwijs. Practicum 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 (kritisch willen zijn, willen begrijpen, willen delen, willen vernieuwen, nauwkeurigheid, objectief waarnemen, planmatig werken ...) te ontwikkelen.

Voor de twee eerste doelen kunnen goed via practicum aangeleerd worden. Om begrippen te leren en deze vast te zetten en om onderzoeksvaardigheden te ontwikkelen blijkt practicum geen superieure

werkvorm, vooral indien al de geschetste objectieven door leraren tegelijk nagestreefd worden in één practicum.

Effectief practicum heeft een duidelijk leerdoel en activeert het bijhorend denkproces. Om het doelgericht karakter van practicum en de bijhorende didactiek aan te scherpen kunnen meerdere soorten practicum onderscheiden worden zoals:

- **onderzoekspracticum:** leerlingen stellen een onderzoeksvraag op, bedenken een experiment, observeren, meten, verwerken gegevens, trekken conclusies ...
Deze vaardigheden vinden we terug in STEM-doelen 1 (onderzoeksmethoden) en 4 (grootheden en eenheden). Om te vermijden dat leerlingen onderzoek zien als een lineair (receptachtig) stappenplan dat automatisch leidt tot betrouwbare kennis is het belangrijk dat leerlingen het cyclische en iteratieve karakter van onderzoek leren begrijpen.
- **begripspracticum:** een uitgekende serie activiteiten op basis van open interacties tussen leraar en leerlingen waarbij “leerlingdenkbeelden” (de zogenaamde misconcepties) geconfronteerd worden met cognitief conflicterende observaties uit (eenvoudige) experimenten of met conflicterende meningen van anderen.
- **apparatuurpracticum** of instrumenteel practicum: practicumvaardigheden zoals een meetinstrument leren gebruiken worden apart ingeoefend. Dit kan op een doelgerichte manier met aangeboden of zelf opgezochte voorschriften, kookboekachtige instructies, handleidingen, gebruik van helpfunctie in software, veel oefening ... Deze vaardigheden vinden we terug in de STEM-doelen 3 (meetinstrumenten gebruiken) en 5 (werken met stoffen). Dit practicum kan ingezet worden in een voorbereidend traject op een onderzoekspracticum: bijvoorbeeld meetinstrumenten instellen en kiezen in functie van de gewenste nauwkeurigheid ...

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 hier op zo zelfstandig mogelijk werken vanuit eenvoudige practica naar practica met toenemende complexiteit.

Vanuit de geschetste overwegingen is het weinig zinvol om een minimumaantal experimenten te omschrijven die leerlingen dienen uit te voeren in een labo. Zo kunnen onderzoeksvaardigheden en begripsontwikkeling ook via meer aanbiedende werkvormen aan bod komen. Hier kunnen ook demo-experimenten, filmmateriaal, concept cartoons ... een belangrijke rol spelen. Vanuit dit perspectief hoeft een doelgericht practicum niet altijd minstens een lesuur te duren.

Samenhang vanuit het gebruik van STEM-concepten

Het tweede STEM-doel geeft aan dat leerlingen “natuurlijke en technische systemen analyseren aan de hand van “STEM-concepten” (internationaal ook ‘crosscutting concepts’ genoemd).

STEM-professionals hanteren deze STEM-concepten als ‘typische denkwijzen’ die kennis uit verschillende disciplines met elkaar kunnen verbinden. Voor leerlingen kunnen deze concepten toegangspoorten zijn om verbanden tussen disciplines te ontdekken.

STEM-concepten:

- systemen en modellen;
- patronen;
- structuur en functie;
- stromen van energie, materie en informatie;
- oorzaak en gevolg;

- stabiliteit en verandering;
- schaal, verhouding en hoeveelheid.

Samenhang vanuit inzicht in ‘wetenschappelijke kernideeën’ (Big Ideas)

Het is belangrijk dat leerlingen er door het wetenschapscurriculum heen in slagen om een zeker overzicht te behouden en de samenhang te zien tussen wetenschappelijke ideeën. Binnen het omvangrijk geheel van ideeën die in een wetenschapscurriculum aan bod komen zijn er een aantal kernideeën die breed kunnen ingezet worden.

Onderstaande kernideeën worden in de literatuur vaak onderscheiden:

- levende wezens bestaan uit cellen met een gelijkaardige structuur;
- organismen evolueren door overerving, variatie en selectie van kenmerken;
- in ecosystemen concurreren organismen om materie en energie;
- materie bestaat uit deeltjes;
- bij elk proces wordt energie omgezet van één vorm in een andere;
- wijziging van beweging vereist interactie met een ander object;
- straling is overal;
- er is een sterke wisselwerking tussen wetenschap, techniek en de samenleving.

In dit leerplan krijgt de aandacht voor kernconcepten over de graden en finaliteiten heen vooral vorm vanuit de leerplanrubrieken. Zij geven de structuur aan waarbinnen een netwerk van begripsvorming zich verder kan uitkristalliseren doorheen het leerproces.

3.5.3 Aandachtspunten bij de leerplandoelen

Leerlingen maken waar relevant gebruik van wiskundige, natuurwetenschappelijke en technologische concepten, inzichten, symbolen, grootheden (scalair en vectorieel), vaardigheden en technieken uit leerplandoelen van de tweede graad dubbele finaliteit. Ook het gebruik van hulpmiddelen en meetinstrumenten is verbonden met de leerplandoelen van de tweede graad. De leerlingen vormen formules om die voorkomen in de leerplandoelen en maken gebruik van een formulair. Waar relevant werken zij met vectoren.

4 Leerplandoelen

4.1 STEM-doelen

Deze doelen komen aan bod in combinatie met doelen uit de leerplanrubrieken Biologie, Chemie en Fysica.

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

★ Scherpstellen en afbakenen van de probleemstelling

Formuleren van een onderzoeksvraag en hypothese op basis van criteria

Opstellen en uitvoeren van een onderzoeksplan en experiment

Formuleren van een conclusie bij een onderzoeksvraag en een antwoord op een hypothese

Reflecteren en communiceren over de gekozen methodologie en resultaten

Samenhang eerste graad: de leerlingen passen een wetenschappelijke methode toe om een probleem te onderzoeken (I-NRT-a LPD 1). In de eerste graad kregen leerlingen criteria. In Wiskunde voeren leerlingen een statistisch onderzoekje uit (I-Wis-a LPD 37, 38, 39, 40, 41).

- ✓ In 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. Deze 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.
- ✓ 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 ook aan bod komen in een onderwijsleergesprek. Data hoeven data 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.
- ✓ 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 ...
- ✓ In wetenschappelijk onderzoek is er steeds wisselwerking tussen de creatieve menselijke ideeënwereld (hypothesen, modellen, theorieën) en data uit waarnemingen (observatie, experiment, meting, test) om betrouwbare verklaringen en oplossingen te ontwikkelen. In die wisselwerking staat kritische argumentatie centraal.
- ✓ Daarom is het van belang dat leerlingen lezen, schrijven en discussiëren over wetenschappelijke ideeën en die confronteren met waarnemingen.
- ✓ Goede observaties waarin een aantal variabelen kunnen worden onderscheiden geven vaak spontaan aanleiding tot interessante onderzoeksvragen.
- ✓ Onderzoeksplan voor soorten onderzoekstechnieken zoals observatie, meting, experiment. Criteria voor een onderzoeksvraag en hypothese zoals onderzoekbaar, ondubbelzinnig, afgebakend, relevant, beknopt. Criteria voor conclusies zoals onderzoeksgebaseerd, bondig, relevant, eenduidig, gestructureerd.

LPD 2 De leerlingen analyseren natuurlijke en technische systemen door gebruik van aangereikte STEM-concepten:

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

Samenhang tweede graad: II-Aar-da LPD 18 (gebruik STEM-concepten); II-Wis-da LPD 7 (verhouding en hoeveelheid: rekenen met reële getallen); II-NatS-da LPD 9 (biologische feedback).

Samenhang eerste graad: de leerlingen herkennen verschillende energievormen (I-NRT-a LPD 26) en leiden energieomzettingen af in systemen (I-NRT-a LPD 29). Daarnaast gebruiken ze aangereikte en zelfgemaakte modellen of simulaties (I-NRT-a LPD 5). Aan de hand van het [deeltjesmodel](#) verklaardn ze eigenschappen van materie. In wiskunde bepalen leerlingen de evenredigheidsfactor bij recht evenredige grootheden: schaal, constante snelheid (I-Wis-a LPD 36). Leerlingen onderzoeken ook stabiliteit van structuren (I-NRT-a LPD 24).

- ✓ De STEM-concepten zijn een hulpmiddel en leidraad om systemen te analyseren. Ze helpen om in een les vanuit een bepaald perspectief te kijken naar het systeem.
- ✓ Via de STEM-concepten kunnen leerlingen geleidelijk aan een breder en dieper inzicht ontwikkelen in vakinhouden en overeenkomsten ontdekken met andere inhouden. Je kan ze apart of gecombineerd met elkaar aanwenden.
- ✓ Je kan bij heel wat leerplandoelen wenken vinden die verduidelijken hoe je deze STEM-concepten kan gebruiken in combinatie met vakinhouden. Het is belangrijk dat de betekenis van deze STEM-concepten voor leerlingen kan groeien doorheen verschillende leerinhouden. De leerlingen kunnen een overzicht van de STEM-concepten gebruiken bij de analyse en tijdens de les. Je kan hiervoor informatieve posters en icoontjes aanwenden.
- ✓ Een fenomeen kan je op een afgebakende manier analyseren als een systeem. Een (vereenvoudigd) model stelt dit dan begrijpelijk voor. Leerlingen zullen in de natuurwetenschappen een zekere vertrouwdheid opbouwen met het gebruik van specifieke modellen zoals deeltjesmodel, atoommodel, molecuulmodel, periodiek systeem, vectormodel, terugkoppelingsschema ...
- ✓ Binnen een systeem kan je op zoek gaan naar gelijkenissen en verschillen om patronen te vinden. Je vindt ze in bepaalde vormen, structuren, gebeurtenissen die zich herhalen in bepaalde verbanden. Je kan patronen zoals in het PSE, in kenmerken van organismen, eigenschappen van materialen of systemen ... laten ontdekken als basis voor classificatie, ordening en optimalisering. Diagrammen en kaarten kunnen helpen om patronen te ontdekken.
- ✓ Structuur (vorm, opbouw) en functie: functies worden verklaard met de vorm en omgekeerd. Je kan aangeven dat vertrouwde vormen niet willekeurig zijn maar kunnen worden verklaard door de functie. Voorbeelden: de invloed van de oppervlakte op de druk, vorm van spiegels, veiligheidssystemen om te beschermen tegen krachten, geluid, straling, thermische isolatie of koeling ...
- ✓ Weergeven waar energie en materie vandaan komen of naartoe gaan is belangrijk om een systeem te begrijpen. Je kan leerlingen stromen zoals de invoer, verwerking, uitvoer en opslag van materie, energie en informatie (getallen, data ...) in een systeem met deelsystemen laten onderscheiden en visualiseren met een blokschema als systeemmodel.
- ✓ Willen weten waarom iets gebeurt is een belangrijke drijfveer. Oorzaak- en gevolg-relaties vind je bijvoorbeeld bij de invloed van gezondheidsgedrag op de ontwikkeling van de foetus, oorzaak van een chemische reactie, kracht en verandering van beweging, veiligheidsaspecten rond geluid, straling, kracht, druk ... Je kan aangeven dat

terugkoppeling een grootheid in systemen kan doen evolueren naar een gewenste waarde zoals de temperatuur in het menselijk lichaam, in een verwarmingssysteem ...

- ✓ Verhouding en hoeveelheid: veel grootheden zijn op verhoudingen gebaseerd zoals snelheid, dichtheid, druk en rendement. De schaal (in ruimte of tijd) van waaruit je een systeem bekijkt beïnvloedt de analyse: vanuit micro- of macroscopisch perspectief, veranderingen over een korte of langere tijdspanne onderzoeken ... Je kan tabellen en grafieken gebruiken om bepaalde verhoudingen te achterhalen.
- ✓ Systemen kunnen veranderen in de tijd volgens bepaalde wetmatigheden die je kan onderzoeken. Voorbeelden van stabiliteit en verandering: kracht en verandering van beweging, biologische feedbacksystemen, invloed van verstoringen op de groei van organismen, op biotopen, in technische systemen ... Er is dynamisch evenwicht wanneer in- en uitstroom elkaar in evenwicht houden zoals in veel situaties met thermisch evenwicht ...

LPD 3 De leerlingen gebruiken met de nodige nauwkeurigheid meetinstrumenten en hulpmiddelen om te observeren, te meten, te experimenteren en te onderzoeken in natuurwetenschappelijke, technologische en STEM-contexten.

Samenhang tweede graad: II-Aar-da LPD 21 (gebruik van GIS-viewers).

Samenhang eerste graad: de leerlingen gebruiken hulpmiddelen om metingen, lokalisaties, observaties, experimenten en een terreinstudie uit te voeren (I-NRT-a LPD 2). In Wiskunde leren ze ICT selectief en doelgericht hanteren (I-Wis-a LPD 4).

- ✓ Voorbeelden van hulpmiddelen en meetinstrumenten: meetlint, balans, thermometer, glaswerk, chronometer (gsm), dynamometer, manometer, (beweging)sensor, camera, fototoestel, ICT, microscoop ..., decibelmeter met gsm ...
- ✓ Voorbeelden van Natuurwetenschappelijke contexten:
 - meten van het geluidsniveau met een applet;
 - waarnemen van schimmels, bacteriënkolonies met een microscoop;
 - gebruik van indicatoren.
- ✓ Voorbeelden van Technologische en STEM contexten: energiegebruik van huishoudelijke toestellen, snelheidsmeter op een fiets, drukmeting bij oppompen fietsband ...
- ✓ Je kan aandacht besteden aan de nauwkeurigheid en het meetbereik van een meetinstrument in functie van de uit te voeren meting.

LPD 4 De leerlingen gebruiken op een gepaste manier meetwaarden, grootheden en eenheden in natuurwetenschappelijke, technologische en STEM-contexten.

- ★ Schatten van grootheden aan de hand van referentiepunten

Meetnauwkeurigheid

Herleiden van courante eenheden

Samenhang tweede graad: II-Wis-da LPD 1 (probleemoplossen in wiskundige context).

Samenhang eerste graad: de leerlingen gebruiken gepaste grootheden en eenheden in een correcte weergave: lengte, oppervlakte, massa, inhoud/volume, tijd, spanning, temperatuur, kracht

en energie (I-NRT-a LPD 3). In Wiskunde passen leerlingen benaderingstechnieken toe: zinvol afronden en schatten (I-Wis-a LPD 2) en passen ze rekenregels van machten met gehele exponenten toe (I-Wis-a LPD 16).

- ✓ Je kan bewust leren omgaan met nauwkeurigheid van meetresultaten in functie van de gekozen meetinstrumenten en de context.
- ✓ Je kan afspraken maken over symboolgebruik over de vakken heen zodat eventuele verschillen kunnen geduid worden.
- ✓ In wiskunde gebruiken leerlingen meetwaarden, grootheden en eenheden in wiskundige contexten.

LPD 5 De leerlingen werken geïnformeerd op een veilige en duurzame manier met materialen, chemische stoffen en technische en biologische systemen.

★ Veiligheidspictogrammen, H/P-zinnen

Samenhang eerste graad: de leerlingen gebruiken en onderhouden courante systemen duurzaam, doelgericht en veilig (I-NRT-a LPD 15).

- ✓ Technische systemen zoals glaswerk, meetinstrumenten, computers, handgereedschappen ...
- ✓ Duurzaam omgaan met systemen: onderhouden van systemen zoals reinigen van glaswerk en balans, preventief onderhoud door juist gebruik van hulpmiddelen.
- ✓ Goede praktijken voor veilig en duurzaam werken zoals:
 - ordelijk werken, productetiketten interpreteren;
 - alert zijn voor energie die kan vrijkomen onder de vorm van warmte, geluid, straling, elektriciteit;
 - omgaan met chemisch en biologisch afval.
- ✓ Geïnformeerd werken door gebruik van informatie zoals instructiekaarten voor technische systemen, pictogrammen, symbolen, onderhoudsvoorschriften, handleidingen en (werk)tekeningen
- ✓ Je gebruikt als leraar de COS-brochure om op een verantwoorde en veilige manier om te gaan met chemische stoffen op school.

LPD 6 De leerlingen ontwerpen een oplossing voor een eenvoudig probleem aan de hand van natuurwetenschappen, technologie en wiskunde.

★ Probleemoplossend proces:

- problemen analyseren, definiëren, opsplitsen in deelproblemen;
- oplossingsmethode bedenken, analyseren en kiezen;
- criteria, vuistregels, stappenplannen en zoekstrategieën toepassen;
- oplossingen bedenken, toepassen, testen, evalueren en bijsturen.

Samenhang tweede graad: II-Wis-da LPD 1 (probleemoplossen); II-Wis-da LPD 12 (2D-versus 3D); II-Wis-da LPD 28 (algoritmen aanpassen).

Samenhang eerste graad: de leerlingen doorlopen een probleemoplossend proces waarbij kennis en vaardigheden uit meerdere [STEM-disciplines](#) geïntegreerd worden aangewend (I-NRT-a LPD 6). Ze gebruiken modellen of simulaties (I-NRT-a LPD 5). Leerlingen ontwerpen ook een systeem voor de ervaringsgebieden constructie, transport, energie, ICT en biotechniek (I-NRT-a LPD 13).

- ✓ Dit leerplandoel kan je op een projectmatige manier realiseren in combinatie met inhoudelijke leerplandoelen en in combinatie met het STEM-doel rond het beargumenteren van keuzes.
- ✓ Een oplossing kan zijn: een nieuwe of aangepaste werkwijze, een interventie, een technisch systeem.
- ✓ Om dit leerplandoel te bereiken wordt vertrokken van een specifieke [context](#) of situatie waarin kennis en vaardigheden op een creatieve manier moeten 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. Een probleemoplossend proces verloopt systematisch maar mag niet worden voorgesteld als een uniforme methode die verloopt volgens een vast ritueel of recept.
- ✓ Het is de bedoeling om een kleinschalig probleem te behandelen. Het gaat hier niet om een geïntegreerde proef.
- ✓ Voorbeelden van problemen die leerlingen kunnen oplossen:
 - een oplossing bedenken om afvalstoffen te scheiden uit bijvoorbeeld zeezand (link met scheidingstechnieken) gekoppeld aan een onderzoek van mengsels;
 - oplossingen bedenken om in een specifieke situatie geluidshinder te beperken;
 - een gefermenteerd voedingsmiddel ontwikkelen zoals een gefermenteerde groente, yoghurt, kefir ...
 - een oplossing bedenken om in een specifieke situatie de gevolgen van krachten in het verkeer te verminderen;
 - oplossingen ontwikkelen om negatieve gevolgen van micro-organismen of bepaalde stoffen in besmetting van voedsel en drinkwater te voorkomen in bepaalde omstandigheden en in een concrete situatie;
 - oplossingen bedenken om in een concrete situatie warmteverliezen te beperken in de woning of van het lichaam;
 - oplossingen bedenken om in een specifieke situatie de blootstelling aan risicofactoren zoals schadelijke chemische stoffen of organismen te verminderen.
 - Ontwikkelen van een lens om een bepaalde waarneming te verbeteren.
- ✓ Criteria zoals doelstellingen, beschikbaarheid van gegevens, tijd, middelen ...
- ✓ Gebruik van stappenplannen of algoritmen zoals geconcretiseerd in een diagram (flowchart/stroomschema) van een werkwijze of proces.

LPD 7 De leerlingen beargumenteren keuzes bij het gebruik van technische systemen.

Samenhang eerste graad: de leerlingen beargumenteren keuzes die ze maakten om een wiskundig, wetenschappelijk, technologisch of STEM-probleem op te lossen (NRT LPD 7).

- ✓ Invalshoeken zoals ecologisch, ethisch, cultureel, technisch, economisch, maatschappelijk

- ✓ In het dagelijks leven maken we voortdurend keuzes rond technologiegebruik: welke producten we aankopen en hoe we deze gebruiken. Daarbij worden soms bewust maar vaak ook onbewust (vanuit bijv. gewoontes of tradities) invalshoeken en criteria gebruikt die deze keuzes bepalen.
- ✓ De argumentatie is gekoppeld aan een concrete taakgerichte situatie en gebeurt vanuit verschillende invalshoeken en op basis van criteria. Voorbeelden van invalshoeken: ecologisch, ethisch, cultureel, technisch, economisch, maatschappelijk. Tegenover elkaar afwegen van criteria zoals veiligheid, gezondheid, kwaliteit, energie-efficiëntie.
- ✓ Voorbeelden van technische systemen waarbij leerlingen gebruikerskeuzes maken in aansluiting bij de leerplandoelen: keuzes van veiligheidssystemen (valhelm, gehoorbescherming ...), isolatie tegen warmtelekken in een woning, warm houden van het lichaam, rol van verpakking in het bewaren van voedingsmiddelen, gebruik van deklagen om chemische reacties te voorkomen (bijvoorbeeld roesten) ...
- ✓ Gebruiken van vergelijkende onderzoeksgegevens en betrouwbare testgegevens zoals productrecensies door officiële betrouwbare bronnen, kwaliteits- en veiligheidslabels, testen door consumentenorganisaties of ervaringsverslagen van gebruikers.

LPD 8 De leerlingen leggen aan de hand van concrete maatschappelijke uitdagingen de wisselwerking uit tussen natuurwetenschappen, technische wetenschappen en wiskunde onderling en met de maatschappij.

Samenhang tweede graad: II-Aar-da LPD 19 (systeemdenken); II-Wis-da LPD 1 (wisselwerking met andere domeinen).

Samenhang eerste graad: de leerlingen illustreren de wisselwerking tussen STEM-disciplines onderling en met de maatschappij (I-NRT-a LPD 9).

- ✓ 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 aanknopng vormen om de onderlinge wisselwerking met natuurwetenschappen, technische wetenschappen en wiskunde te bespreken.
- ✓ Contexten, maatschappelijke behoeften, keuzes en uitdagingen zoals hernieuwbare energie, zorg en gezondheid, watervoorziening, mobiliteit, leefbare en duurzame steden of oceaانvervuiling kunnen aan bod komen.
- ✓ Een historische ontwikkeling als voorbeeld kan de (interdisciplinaire) wisselwerking tussen wiskunde, wetenschappen en technologie verhelderen en deze laten zien als culturele ontwikkeling. Ook een bezoek aan een bedrijf, onderzoeksinstelling of vereniging kan een aanleiding zijn voor een concreet casusonderzoek en veel relaties tussen de samenleving en 'onderzoek en ontwikkeling' verhelderen.
- ✓ Onderzoek van een concrete maatschappelijke uitdaging gebeurt vanuit meerdere invalshoeken (multiperspectiviteit). Het is de bedoeling om de link te leggen naar de duurzame ontwikkelingsdoelen geformuleerd door de Verenigde Naties (SDG's, Sustainable Development Goals).

4.2 Biologie

4.2.1 Biologische feedback

LPD 9 De leerlingen leggen aan de hand van een voorbeeld het principe van feedback in levende systemen uit.

★ Rol en werking van organen in het bestudeerde feedbacksysteem

Positieve en negatieve feedback

Samenhang tweede graad: II-NatS-da LPD 2 (feedback als STEM-concept)

Samenhang eerste graad: het functioneren van organismen op systeemniveau staat centraal waarbij de focus ligt op de samenwerking tussen cellen in weefsels, weefsels in organen, organen in orgaanstelsels en het hele organisme. Die samenwerking is gericht op het functioneren en in evenwicht houden van de processen in het organisme waarbij verschillende feedbacksystemen in het organisme werkzaam zijn.

- ✓ Het is de bedoeling om het globale principe van feedback te bespreken in samenhang met STEM-concept (LPD 2): 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.
- ✓ Rol van organen in de regelende werking van een systeem (biologisch/technisch): 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).
- ✓ Feedbacksystemen: regeling van de bloedsuikerspiegel, regeling van epo in het bloed, regeling van de lichaamstemperatuur, regeling van de bloeddruk, regeling van stress kunnen aan bod komen ...
- ✓ Je kan feedbacksystemen bij planten aan bod laten komen zoals waterhuishouding, reactie op prikkels zoals fotonastie, thermonastie, fototropie of heliotropie.
- ✓ Je kan hier hormonen in het algemeen aan bod laten komen of kiezen voor een aantal specifieke voorbeelden.
- ✓ 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.

4.2.2 Rol van micro-organismen

LPD 10 De leerlingen illustreren aan de hand van voorbeelden de diversiteit van virussen, bacteriën en schimmels.

★ Microbioom

- ✓ Om diversiteit te illustreren kan je de waaier van plaatsen van voorkomen aan bod laten komen zoals het microbioom, verschillende ecosystemen. Diversiteit kan je 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.
- ✓ Je kan de link leggen met micro-organismen zoals bakkers- of brouwersgist als eencellige schimmel, melkzuur- en azijnzuurbacteriën, influenza (griepvirus), coronavirus.
- ✓ Het is niet de bedoeling om uitgebreide classificaties te doen.

LPD 11 De leerlingen leggen uit hoe de mens de negatieve rol van micro-organismen kan inperken.

★ Antibiotica en -resistentie

Vaccinatie

- ✓ Je kan aandacht besteden aan hygiënemaatregelen zoals handen wassen, ontsmetten, gedragsregels bij niezen en hoesten, begroeten, zwemmen. Je kan aandacht besteden 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.
- ✓ Je kan aangeven dat vaccinatie een methode is 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 voorkomen worden.
- ✓ Het is belangrijk om aan te brengen dat antibiotica geen behandeling bieden voor een virusinfectie. Ook de invloed van antibiotica op het darmmicrobioom kan aan bod komen. Je kan inspelen op overheids campagnes om het antibioticagebruik in de geneeskunde en de dierenteelt te beperken of gericht in te zetten. Ziekenhuisbacteriën zijn voorbeelden van bacteriën die resistent zijn voor antibiotica.
- ✓ Je kan aangeven dat antimycotica inwerken op schimmels.
- ✓ Je kan aandacht besteden aan bewaringstechnieken in de voeding om bederf te vertragen : koelen, drogen, roken, pasteuriseren, steriliseren, opleggen in zuur/suiker/alcohol/zout ...

LPD 12 De leerlingen illustreren de positieve rol van micro-organismen binnen minstens twee domeinen.

Samenhang eerste graad: de leerlingen illustreren dat biotechnische systemen ingrijpen op de ontwikkeling van (micro-)organismen in de voedingsindustrie (I-NRT-a LPD 81) en vergelijken

functies van verschillende verpakkingen en conserveringstechnieken in functie van het voedingsmiddel (I-NRT-a LPD 82).

✓ Domeinen:

- ecologie: mycorrhiza, zelfzuiverende capaciteit van waterlopen, van bodems en zwemvijvers, waterzuivering via bacteriën, compostering ...;
- geneeskunde: productie van vitamines of insuline door bacteriën, penicilline, microbioomtransplantaties, 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

LPD 13 De leerlingen lichten aan de hand van afbeeldingen de bevruchting bij de mens toe.

★ Eicel – zaadcel – zygote – stamcel – embryo - foetus

Samenhang tweede graad: II-MEAV-d LPD M5 (aspecten van relationele en seksuele integriteit)

Samenhang eerste graad: in het thema voortplanting komen volgende items al aan bod: lokaliseren en benoemen van de belangrijkste organen van het voortplantingsstelsel alsook het toelichten van de functie ervan, het onderscheid tussen primaire en secundaire geslachtskenmerken. In de eerste graad situeren de leerlingen in de tijd de belangrijkste fasen van de bevruchting tot de geboorte (I-Nat-a LPD 39).

- ✓ In de tweede graad besteed je meer aandacht aan de natuurlijke barrières die moeten overwonnen worden vanaf geslachtsgemeenschap tot bevruchting.
- ✓ Het is de bedoeling om de begrippen eicel, zaadcel, zygote, stamcel, embryo en foetus in een logische samenhang te koppelen aan de bevruchting zonder de nadruk te leggen op het proces van celdeling.
- ✓ Bij het begrip stamcel is het belangrijk te duiden dat het gaat over het stadium waar cellen nog totipotent zijn en naarmate de ontwikkeling vordert unipotent worden.
- ✓ Dit leerplandoel sluit nauw aan bij het correct gebruik van voorbehoedsmiddelen en bij verantwoordelijkheid en respectvol gedrag in een relatie. Hier kan ook een koppeling gemaakt worden met gedrag op internet.

LPD 14 De leerlingen bespreken bij de mens de invloed van gezondheidsgedrag en leefmilieu op de ontwikkeling van embryo en foetus aan de hand van een aantal voorbeelden.

- ✓ Invloed van positief gezondheidsgedrag: voeding, foliumzuur, beweging ... Teratogene factoren in gezondheidsgedrag: voeding, stress, alcoholgebruik, drugsgebruik, medicijngebruik, roken. Teratogene factoren in het leefmilieu: bestraling met röntgenstraling, milieuverontreiniging met lood, kwik, cadmium, pesticiden,

microplastics. De impact van een besmetting zoals toxoplasmose of het zikavirus kan hier ook aan bod komen.

4.3 Chemie

4.3.1 Mengsels en zuivere stoffen

LPD 15 De leerlingen onderzoeken zuivere stoffen en mengsels in het dagelijkse leven aan de hand van eigenschappen en geschikte scheidingstechnieken.

★ Homogeen – heterogeen mengsel

Stofeigenschappen: massadichtheid, kookpunt, smeltpunt, oplosgedrag, deeltjesgrootte

Principe van scheidingstechnieken: filtreren, decanteren, centrifugeren, destilleren, uitdampen, zeven

Samenhang tweede graad: II-NatS-da LPD 45 (massadichtheid)

Samenhang eerste graad: leerlingen leren zuivere stoffen en mengsels onderscheiden op basis van het deeltjesmodel (I-Nat-a LPD 18). Ze lichten ook de aggregatiestoestand van stoffen toe op basis van het deeltjesmodel (I-Nat-a LPD 13).

- ✓ Mengsels: aerosol (rook, nevel, smog), oplossing, schuim, suspensie, emulsie ...
- ✓ Je kan het principe van extractie aan bod brengen. Het oplosgedrag komt op een vaststellende (en niet op een verklarende) manier aan bod in functie van toepassingen van extractie.
- ✓ Leerlingen voeren zelf enkel eenvoudige scheidingstechnieken uit zoals filtreren, decanteren, extractie, centrifugeren, destilleren, uitdampen of zeven.
- ✓ Je kan inspelen op toepassingen van scheidingstechnieken in de leefwereld van de leerlingen zoals koffie of thee zetten, bloem zeven, groenten wassen, een eierdooier afscheiden, een zeef in de vaatwasmachine, een stoffilter in de droogkast en de stofzuiger ... Je kan de link leggen met massadichtheid als scheidingsprincipe (Fysica).
- ✓ Dit leerplandoel kan je behandelen in samenhang met STEM-LPD 1 (wetenschappelijke methode) en LPD 5 (geïnformeerd werken met stoffen).

LPD 16 Vanuit experimentele waarnemingen verklaren de leerlingen aan de hand van het deeltjesmodel het verschil tussen een enkelvoudige en samengestelde stof.

- ✓ Je kan dit illustreren met de elektrolyse van water en de thermolyse van suiker.
- ✓ Je kan hier het verschil tussen analyse- en synthesesereacties toelichten.
- ✓ Je kan dit leerplandoel behandelen in samenhang met STEM- concept: modellen (LPD 2).

LPD 17 De leerlingen geven de naam en het symbool van elementen.

- ★ Elementen: H, He, Li, Be, B, C, N, O, F, Ne, Na, Mg, Al, Si, P, S, Cl, Ar, K, Ca, Fe, Cu, Zn, Br, Ag, Cd, Sn, I, Au, Hg, Pb, U

- ✓ Andere relevante elementen kunnen zijn: Pt, Cr, Mn, Co, Ni, Ba.

LPD 18 De leerlingen stellen de naam en formule van enkelvoudige stoffen op.

★ Index

IUPAC-naamgeving

Enkele triviale namen

Naam en formule van O₂

- ✓ Je kan hier aantonen dat verschillende enkelvoudige stoffen vanuit eenzelfde atoomsoort gevormd kunnen worden.
- ✓ De naamgeving gebeurt op basis van IUPAC.
- ✓ Triviale namen zoals ozon, stikstofgas, waterstofgas, chloorgas kunnen aan bod komen.
- ✓ Je kan hier aandacht besteden aan het belang en voorkomen van enkelvoudige stoffen zoals ozon, stikstofgas, zuurstofgas, waterstofgas.

LPD 19 De leerlingen interpreteren de symbolische schrijfwijze van brutoformules van enkelvoudige en samengestelde stoffen.

★ Index en coëfficiënt

Samenhang eerste graad: leerlingen tonen aan de hand van het deeltjesmodel aan dat moleculen uit atomen zijn opgebouwd (I-Nat-a LPD 16).

- ✓ Je kan gebruik maken van ruimtelijke modellen en visuele voorstellingen. Hierbij kan je aandacht schenken aan het correct gebruik van terminologie. Bij gebruik van bol-staafmodellen hou je er rekening mee dat leerlingen de chemische bindingen nog niet kennen.

4.3.2 Aspecten van een chemische reactie

LPD 20 De leerlingen balanceren gegeven eenvoudige anorganische chemische reacties door gebruik te maken van de wet van behoud van massa.

★ Principe van een chemische reactie als een herschikking van atomen en vorming van nieuwe stoffen

Voorstellingswijze van een chemische reactie

Reagentia en reactieproducten

- ✓ Je kan aangeven dat bij het herschikken van atomen in een chemische reactie het aantal en de soort atomen behouden wordt (wet van behoud van atomen).
- ✓ Het verschil tussen een chemische en een fysische reactie kan je hier aantonen aan de hand van een aantal (demonstratie-)experimenten.

- ✓ Je kan via experimenten verschillende soorten reacties zoals neerslagvorming, gasvorming en kleurverandering aantonen. Dit verduidelijkt voor leerlingen ook heel sterk de materie-uitwisseling en de wet van behoud van massa.
- ✓ Je kan visuele voorstellingen, ruimtelijke modellen en simulaties gebruiken om de materie-uitwisseling te verduidelijken.
- ✓ Dit leerplandoel kan je in samenhang behandelen met STEM-LPD 1 (wetenschappelijke methode), STEM-LPD 3, STEM-LPD 5 (geïnformeerd en veilig werken met materialen) en STEM-LPD 6 (labovaardigheden).

LPD 21 De leerlingen leiden bij een chemische reactie de energie-uitwisseling met de omgeving af als endo- of exo-energetisch.

★ **Energiediagram**

Samenhang tweede graad: II-NatS-da LPD 55 (energie, warmte)

- ✓ Je kan het verschil tussen endo- en exo-energetische reacties aantonen aan de hand van waarnemingen, voorbeeldreacties uit het dagelijks leven en een aantal experimenten.
- ✓ Voorbeelden van endo-energetische reacties: fotosynthese, verkleuren van textiel, coldpacks voor de behandeling van verstuikingen ...
- ✓ Voorbeelden van exo-energetische reacties: verbranding, werking van een batterij, explosie ...
- ✓ Het gebruik en de interpretatie van een grafiek kunnen hier aan bod komen.
- ✓ Dit leerplandoel kan je behandelen in samenhang met STEM-LPD 1 (wetenschappelijke methode) en STEM-LPD 5 (geïnformeerd en veilig werken met materialen).

4.3.3 Bouw en eigenschappen van atomen

LPD 22 De leerlingen gebruiken een atoommodel om de structuur van atomen te beschrijven aan de hand van de eerste 18 elementen van het PSE.

★ **Namen en symbolen van elementaire deeltjes: proton, neutron, nucleonen, elektron**

Atoomkern

Energieniveau

Massagetal – atoomnummer en de symbolische voorstelling

Elektron-stipmodel

Samenhang eerste graad: leerlingen tonen aan de hand van een deeltjesmodel aan dat moleculen uit atomen zijn opgebouwd (I-Nat-a LPD 16).

- ✓ Hier is het aangewezen om het atoommodel van Bohr te gebruiken.
- ✓ Je kan aandacht besteden aan de beperktheid en geldigheid van een model.
- ✓ Je kan de verschillende elementaire deeltjes kwantitatief bepalen vanuit A en Z met behulp van het PSE.

- ✓ Je kan dit 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. Je kan het PSE linken met het STEM-concept “patronen” (LPD 2).

LPD 23 De leerlingen beschrijven het PSE als een rangschikking van elementen volgens toenemend atoomnummer.

★ Opbouw van het PSE in functie van een atoommodel

Groep, periode

Valentie-elektronen, edelgasconfiguratie

- ✓ Je kan hier 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 hier verwijzen naar de doorlopende nummering van de groepen volgens IUPAC.
- ✓ Je kan dit behandelen in samenhang met de STEM-concepten: modellen (LPD 2).

LPD 24 De leerlingen gebruiken het PSE om eigenschappen van atomen af te leiden voor de elementen uit de a-groepen en de edelgassen.

★ Eigenschappen van atomen: metaal- en niet-metaalkarakter, elektronegativiteit

Atoommassa

- ✓ Je besteedt aandacht aan het reactievermogen van alkali- en aardalkalimetalen en het niet-reageren van edelgassen. Zo gedragen halogenen zich vaak gelijkaardig.
- ✓ Je kan hier ook de begrippen absolute en relatieve atoommassa behandelen in samenhang met LPD 25. Je kan hierop verder bouwen bij het onderdeel chemisch rekenen.
- ✓ Je kan dit behandelen in samenhang met de STEM-concepten: patronen (LPD 2).

LPD 25 De leerlingen tonen het verband aan tussen de relatieve en absolute massa van atomen.

★ Atoommassa – atoommassa-eenheid

Relatieve en absolute massa

- ✓ Het is aangewezen om te kaderen waarom het nodig is om over te stappen naar een relatief begrip.
- ✓ Hier kan verwezen worden naar de opbouw van het PSE (LPD 22 en LPD 23).
- ✓ Je kan verwijzen naar de massa van een kerndeeltje ($1.66 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$) en dit terugkoppelen naar $1/12$ C-atoom.

4.3.4 De chemische bindingen

LPD 26 De leerlingen stellen de ionbinding, de atoombinding en de metaalbinding op als het streven van atomen naar de edelgasconfiguratie.

★ Onderscheid tussen atoom en ion

Ionvorming

Ionlading

Opstellen van de Lewisstructuur

Ionrooster, molecuulrooster, atoomrooster, metaalrooster

- ✓ Bij het opstellen van de Lewisstructuur voor anorganische verbindingen kan je je beperken tot binaire stoffen.
- ✓ Bij ionvorming beperk je je tot metalen en niet-metalen uit de hoofdgroepen Ia, IIa, IIIa, VIa en VIIa. Dit behandel je in samenhang met LPD 24 (eigenschappen van ionen afleiden uit het PSE).
- ✓ Je kan volgende vuistregel hanteren: een ionbinding wordt gevormd tussen metalen en niet-metalen, een atoombinding tussen niet-metalen en een metaalbinding tussen metalen, dit omdat de regel op basis van het verschil in elektronegatieve waarde niet altijd opgaat.
- ✓ Je kan hier aan de hand van experimenten de eigenschappen van metalen en niet-metalen illustreren zoals glans, inertie, dichtheid, elektrische geleidbaarheid, aggregatietoestand, plooibaarheid. Je kan deze eigenschappen verklaren vanuit roosterkenmerken.
- ✓ Over de finaliteiten heen opteren we voor het hanteren van de term 'atoombinding'.
- ✓ Dit leerplandoel kan je behandelen in samenhang met STEM-LPD 1, STEM-LPD 5 en STEM-LPD 6 (labo) en met de STEM-concepten: model als vereenvoudiging (LPD 2).

LPD 27 De leerlingen stellen chemische formules op van binaire anorganische stoffen met behulp van het PSE.

★ Elementen uit de a-groepen van het PSE

Brutoformule en formule-eenheid

Oxidatiegetal

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

4.3.5 Indeling van samengestelde stoffen

LPD 28 De leerlingen classificeren anorganische stoffen als zuren, basen, oxiden of zouten zowel op basis van een gegeven chemische formule als op basis van een naam.

- ★ Polyatomische ionen: nitraation, nitrietion, sulfietion, sulfaation, fosfaation, carbonaation, hydroxide-ion, bromaat-ion, chloraat-ion en jodaat-ion, ammoniumion

Zuur-base eigenschappen

Fysische eigenschappen: kookpunt, smeltpunt

- ✓ Je kan hier het onderscheid maken tussen organische en anorganische stoffen.
- ✓ Het onderscheid tussen een binair zuur en een ternair zuur komt aan bod. Bij de basen komen zowel hydroxiden als ammoniak aan bod.
- ✓ Als chemische formule komen de brutoformule en de formule-eenheid aan bod.
- ✓ Je kan zuur-base eigenschappen aantonen met een aantal indicatoren.
- ✓ Toepassingen kunnen hier onder de aandacht gebracht worden.
- ✓ De fysische eigenschappen kan je aanbrengen via tabellen met kookpunt en/of smeltpunt of door een aantal stoffen te tonen. Zo kan je ook de aggregatietoestand bij kamertemperatuur duiden.
- ✓ Dit leerplandoel kan je behandelen in samenhang met STEM-concept: patronen (LPD 2).

LPD 29 De leerlingen vormen van anorganische stoffen met gegeven formule de naam en omgekeerd.

- ★ Naamgeving:

- regels van de IUPAC-naamgeving
- regels voor stocknotatie bij ionverbindingen
- regels voor naamgeving met Griekse telwoorden bij moleculaire stoffen

Courante triviale namen van stoffen

Namen en chemische formules van stoffen: CO, CO₂, H₂O

- ✓ Het is de bedoeling dat leerlingen een zicht krijgen op de naamgeving zonder dat dit doorgedreven en complex aan bod komt.
- ✓ Mogelijke courante triviale namen van stoffen: zoutzuur, ammoniak, salpeterzuur, zwavelzuur, fosforzuur, soda, koolzuur, loogoplossing, gips, keukenzout, bakpoeder, kalk.
- ✓ Voorbeelden van andere namen en chemische formules van stoffen: O₃, NaCl, N₂, NH₃.
- ✓ Voor elementen uit de groepen Ia, IIa en IIIa kan je het oxidatiegetal afleiden via het periodiek systeem. Dit is een voorbereiding op het ontleden van een redoxreactie. Je kan leerlingen een tabel laten gebruiken met oxidatiegetallen.

- ✓ Dit leerplandoel kan je behandelen in samenhang met het STEM-concept: patronen (LPD 2).

LPD 30 De leerlingen herkennen algemene reactiepatronen in voorbeelden uit het dagelijkse leven:

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

- ✓ Voorbeelden die aan bod kunnen komen: zure regen, corrosie, verbranding, zure grond neutraliseren met kalk, maagzuurremmer gebruiken ...

LPD 31 De leerlingen classificeren organische stoffen zowel op basis van een gegeven formule als op basis van een naam.

- ★ Algemene structuur van koolwaterstoffen en karakteristieke functionele groep van alcoholen, carbonzuren

Regels van de IUPAC-naamgeving

Brutoformule, structuurformule: Lewisformule en skeletnotatie

Fysische eigenschappen: kookpunt, smeltpunt

Triviale naam: azijnzuur

Samenhang eerste graad: leerlingen lichten aggregatietoestanden toe met behulp van het deeltjesmodel (I-NRT-a LPD 37); daarnaast verklaren ze de faseovergangen smelten, stollen, condenseren, verdampen, sublimeren en desublimeren van stoffen bij een temperatuursverandering met behulp van het deeltjesmodel (I-NRT-a LPD 39).

- ✓ Bij koolwaterstoffen komen alkanen, alkenen, alkynen, cyclische KWS en aromaten aan bod.
- ✓ Regels van de IUPAC-naamgeving: de nadruk wordt gelegd op het gebruik van achtervoegsels bij de karakterisering van de functionele groep. Uitgebreide principes van de naamgeving komen aan bod in de derde graad.
- ✓ Toepassingen van organische stoffen kunnen hier onder de aandacht gebracht worden.
- ✓ De 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.
- ✓ Je kan kleurencodes hanteren voor atomen (C: zwart, metalen: grijs; H: wit, O: rood, N: blauw, halogenen: groen ...).
- ✓ Je kan dit doel in samenhang met doel LPD 32 behandelen.
- ✓ Dit leerplandoel kan je behandelen in samenhang met het STEM-concept: patronen (LPD 2).

LPD 32 De leerlingen vormen van de laagste 10 n-alkanen met gegeven formule de naam en omgekeerd.

4.3.6 Eigenschappen van stoffen

LPD 33 De leerlingen onderscheiden polaire en apolaire stoffen op basis van hun oplosbaarheid in water.

- ★ Elektronegativiteit: verschil in EN-waarde tussen de bindingsatomen om een polaire van een apolaire binding te onderscheiden

Water als polair oplosmiddel

Polaire en apolaire stoffen

- ✓ Je kan aangeven dat er stoffen zijn met polaire bindingen maar toch een apolaire verbinding zijn vanuit de geometrie (zoals CO_2).

LPD 34 De leerlingen leggen het verband uit tussen bindingstype en oplosbaarheid in water.

- ★ Water als dipoolmolecule

Principe van oplossen: dissociatie, ionisatie

LPD 35 De leerlingen leggen het verband uit tussen het bindingstype en het geleidingsvermogen.

- ★ Principe van elektrische geleiding, geleider en isolator

Elektrolyten en niet-elektrolyten

- ✓ Je kan het verband tonen tussen het aantal ionen in een oplossing en geleidbaarheid.
- ✓ Hier maak je het onderscheid tussen de geleidbaarheid van zuivere stoffen en die van oplossingen.
- ✓ Je kan aangeven dat metalen niet geleiden door ionen maar door beweeglijke elektronen.
- ✓ Dit leerplandoel kan je behandelen in samenhang met STEM-LPD 1, STEM-LPD 5 en STEM-LPD 6 (labo).

4.3.7 Kwantitatieve aspecten

LPD 36 De leerlingen passen massaprocent toe in betekenisvolle contexten.

- ★ Massadichtheid in functie van concentratieberekening

- ✓ Het begrip massadichtheid komt in Fysica aan bod (LPD 45).
- ✓ In de derde graad komen nog andere concentratiegrootheden aan bod.

LPD 37 De leerlingen passen het verband toe tussen stofhoeveelheid enerzijds en molaire massa en molaire concentratie anderzijds.

★ Mol

Constante van Avogadro

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

- ✓ Je kan gebruik maken van een formularium.
- ✓ Het omvormen van formules kan je beperken tot één variabele uitdrukken in functie van de ander.
- ✓ Je kan hier het omgaan met grootheden en eenheden benadrukken en de link leggen met het STEM-doel daarrond (LPD 4). Je kan het omzetten van eenheden inoefenen.

LPD 38 De leerlingen leiden de stoichiometrische stofhoeveelheden uit de reactievergelijking af.

- ✓ Stoichiometrische berekeningen worden uitgevoerd op een gegeven aflopende chemische reactie. Hierbij wordt beperkt tot eenvoudige berekeningen met stofhoeveelheden en massahoeveelheden.
- ✓ Het is hier niet de bedoeling om te rekenen met overmaat.

4.3.8 Reactiesoorten

LPD 39 De leerlingen classificeren aan de hand van waarnemingen een chemische reactie als neerslag-, gasontwikkelings- of neutralisatiereactie.

- ✓ Dit leerplandoel kan je in samenhang behandelen met STEM-LPD 1, STEM-LPD 5, STEM-LPD 6 (labo) en met STEM-concept: patronen (LPD S2) .

LPD 40 De leerlingen stellen met gegeven reagentia de vergelijking van een eenvoudige neerslagreactie op met behulp van een oplosbaarheidstabel.

★ Aggregatietoestanden van alle stoffen zijn gegeven

Notatie van aggregatietoestanden in chemische reacties

Principe van een neerslagreactie

- ✓ Leerlingen leiden eerst uit een oplosbaarheidstabel 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.
- ✓ Een stappenplan als oplossingsstrategie kan hier aan bod komen: het opstellen van de ionisatie- en dissociatievergelijking van de samenvoegende stoffen, het opstellen van de essentiële ionenreactie, het opstellen van de stoffenreactievergelijking.
- ✓ Dit leerplandoel kan je behandelen in samenhang met LPD 20 (balanceren reactie, wet van behoud van massa).

LPD 41 De leerlingen stellen met gegeven reagentia de vergelijking van een eenvoudige neutralisatiereactie op.

★ Principe van een zuur-basereactie

- ✓ Dit leerplandoel kan je behandelen in samenhang met LPD 20 (balanceren reactie, wet van behoud van massa).

LPD 42 De leerlingen brengen de pH-schaal in verband met het zuur, basisch of neutraal karakter van een waterige oplossing.

- ✓ Je kan aangeven dat het pH-begrip een aanduiding is voor de zuurtegraad van een oplossing.
- ✓ De functie van een zuur-base indicator wordt aan bod gebracht.

LPD 43 De leerlingen ontleden in een eenvoudige redoxreactie de begrippen oxidator, reductor, oxidatie en reductie, elektronenoverdracht.

★ Principe van een redoxreactie

Verandering van oxidatiegetal

- ✓ Je kan hier het oxidatiegetal leren afleiden uit de brutoformule aan de hand van regels, het periodiek systeem of de Lewisformule. Je kan dit behandelen in samenhang met LPD 29 (formules vormen).

LPD 44 De leerlingen stellen de vergelijking van een eenvoudige redoxreactie tussen enkelvoudige stoffen op.

★ Gegeven reagentia en reactieproducten.

- ✓ Een stappenplan als oplossingsstrategie kan hier aan bod komen.
- ✓ Dit leerplandoel kan je behandelen in samenhang met LPD 20 (balanceren reactie, wet van behoud van massa).

4.4 Fysica

4.4.1 Verbanden tussen grootheden

LPD 45 De leerlingen onderzoeken massadichtheid als recht evenredig verband tussen massa en volume of inhoud.

Samenhang tweede graad: II-Wis-da LPD 17 (eerstegraadsfunctie); II-NatS-da LPD 15 (scheidingstechnieken)

Samenhang eerste graad: de leerlingen komen in de eerste graad vanuit omtrek, oppervlakte en inhoud/volume (I-Wis-a LPD 28) reeds in contact met verschillende verbanden (lineair, kwadratisch en kubisch). Daarnaast leggen leerlingen het verband tussen enerzijds recht- en omgekeerd

evenredige verbanden en hun voorstellingswijzen (I-Wis-a LPD 35). In de eerste graad (I-NRT-a LPD 25) onderzoeken leerlingen het verband tussen afstand en tijd voor een beweging met constante snelheid. Daarnaast voeren leerlingen een eenvoudig statistisch onderzoek uit (I-Wis-a LPD 37 - 41) en gebruiken en interpreteren daarbij voorstellingswijzen.

- ✓ Je kan aantonen met een tabel dat een kilogram pluimen een veel groter volume inneemt dan een kilogram lood. Leerlingen zien dan in dat massadichtheid wel een stofeigenschap is en de massa niet.
- ✓ Je kan het belang aangeven van massadichtheid als stofeigenschap en de link leggen met studierichtingspecifieke materialen en stoffen.
- ✓ Het is belangrijk dat leerlingen de (vaak meerdere) veranderlijke grootheden in een situatie leren herkennen. Om een verband te bestuderen moeten de andere grootheden constant gehouden worden. In dit geval is dat de temperatuur. In de eerste graad verklaren leerlingen de uitzetting en inkrimping van stoffen bij een temperatuursverandering (I-NRT-a LPD 38). De leerlingen ontdekken hier het verband tussen massa en volume als wiskundig model van massadichtheid als stofeigenschap. De leerlingen hanteren hierbij de STEM-concepten 'systemen en hun modellen'.
- ✓ Je kan het begrip massadichtheid plaatsen in het materiemodel in Chemie. Je kan de link leggen naar scheidingstechnieken die gebaseerd zijn op massadichtheid.
- ✓ Je kan de grafiek en de formule zowel manueel als met ICT opstellen. Rekenwerk is geen doel op zich. Je kan vanuit grafieken de massadichtheid afleiden en problemen oplossen. Bij het experimenteel vaststellen van dit verband door opstellen en interpreteren van grafiek en formule kan je dit doel combineren met de STEM-doelen.

4.4.2 Kracht en verandering van beweging

LPD 46 De leerlingen maken gebruik van een vectormodel om krachten voor te stellen in verschillende contexten.

Samenhang eerste graad: de leerlingen tonen soorten krachten aan in voorbeelden: zwaartekracht, wrijvingskracht, trek- en duwkracht (I-NRT-a LPD 17). Ze onderzoeken kwalitatief het verband tussen krachten en hun uitwerking: verandering van de bewegingstoestand (dynamisch) of vervorming (statisch) (I-NRT-a LPD 18). De leerlingen stellen in eenvoudige en concrete situaties krachten voor met behulp van het vectormodel (I-NRT-a LPD 21). In Wiskunde verklaren ze het beeld van een vlakke figuur door verschuiving over een vector (I-Wis-a LPD 22).

- ✓ De zwaartekracht, wrijvingskracht, normaalkracht en Archimedeskracht kunnen aan bod komen.
- ✓ 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.

LPD 47 De leerlingen beredeneren het kwalitatief verband tussen de bewegingstoestand en evenwicht van krachten.

★ Snelheid als vectoriële grootte

Tekenen van krachten die inwerken op een lichaam als vectoren, krachten som in één dimensie

Eerste wet van Newton

Tweede wet van Newton: dynamische effecten van een resulterende kracht: versnellen, vertragen, van richting veranderen

Samenhang eerste graad: leerlingen bepalen de evenredigheidsfactor bij recht evenredige grootheden waaronder schaal en constante snelheid (I-Wis-a LPD 35). Zij onderzoeken ook het verband tussen constante snelheid, afstand en tijd (I-NRT-a LPD 25).

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

LPD 48 De leerlingen gebruiken concepten met betrekking tot kracht en beweging om veiligheidsmaatregelen en -toepassingen in het verkeer toe te lichten.

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

zone door vervorming het grootste deel van de botsingsenergie op. Zo wordt minder kracht uitgeoefend op de inzittenden.

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

4.4.3 Licht en straling

LPD 49 De leerlingen gebruiken de rechtlijnige voortplanting van het licht, weerkaatsing en breking om fenomenen en toepassingen te verklaren.

- ✓ Voorbeelden van fenomenen en toepassingen die inspelen op de leefwereld of de eigenheid van de studierichting: gebruik van (gebogen) spiegels o.a. voor dode hoek, schaduwvorming in vormgeving, waarneming van kleuren aan de hand van weerkaatsing door oppervlakken, verstrooiing en glansgraad van oppervlakken, reflecterende lagen in superisolerend glas, opletten voor lichtbreking bij het aflezen van volumetrisch glaswerk ...Lichtstralen kunnen van richting veranderen (breking) als de optische dichtheid van een stof verandert, bijvoorbeeld bij een overgang van optisch ijl naar optisch dicht of omgekeerd.
- ✓ Je kan aandacht besteden aan het gezichtsveld van een spiegel en dit aantonen met een eenvoudige constructie. Je kan dan ingaan op het STEM-concept 'structuur en functie', in dit geval van een spiegel.
- ✓ Het is niet de bedoeling om beeldvorming bij lenzen te bespreken en de wet van Snellius bij breking te behandelen.
- ✓ Het is niet omdat er licht op een voorwerp invalt dat we dit met het oog waarnemen, dat is een vaak voorkomend misconception. Om het voorwerp te kunnen zien moet licht weerkaatsen op het voorwerp en het oog bereiken. Lichtstralen vertrekken ook niet vanuit het oog.
- ✓ Je kan de link leggen met het STEM-concept 'systemen en modellen ervan': het stalenmodel om de voortplanting van het licht aan te geven in een optisch systeem.

LPD 50 De leerlingen lichten veiligheidsaspecten in verband met licht en straling toe aan de hand van weerkaatsing en absorptie.

Samenhang eerste graad: de leerlingen tonen aan de hand van voorbeelden uit het dagelijkse leven effecten aan van verschillende stralingen (ioniserende straling, X-straling, UV-straling, zichtbaar licht, IR-straling, microgolfstraling) (I-NRT-a LPD 34).

- ✓ Je kan aangeven dat licht en straling op veel oppervlakken gedeeltelijk weerkaatst, geabsorbeerd en gebroken wordt.
- ✓ Je kan licht situeren als deel van het EM-spectrum in functie van de hoeveelheid energie van de straling.
- ✓ Je kan ingaan op veiligheid bij laserstralen, gebruik van zonnebril, lasbril, UV-licht ...
- ✓ Je kan ingaan op het STEM-concept 'oorzaak en gevolg' en aangeven dat straling overal is en zeker niet altijd gevaarlijk is. Denk ook aan nuttige effecten van straling zoals infrarood, straling voor communicatie-toepassingen, kankerbehandeling, medische

beeldvorming, veiligheidsscreening van personen en vrachtvervoer, doorstralen als bewaringstechniek ...

4.4.4 Druk en geluid

LPD 51 De leerlingen gebruiken het concept druk om fenomenen, toepassingen en veiligheidsaspecten uit het dagelijkse leven te verklaren.

★ $p = F/A$

Hydrostatische en atmosferische druk

Beginsel van Pascal

Samenhang tweede graad: II-Wis-da LPD 23 (omgekeerd evenredig verband).

Samenhang eerste graad: de leerlingen vergelijken materialen in functie van krachten bij trek en druk op een kwalitatieve manier (I-NRT-a LPD 23). Vanuit omtrek, oppervlakte en inhoud/volume (I-Wis-a LPD 28) komen ze reeds in contact met verschillende verbanden (lineair, kwadratisch en kubisch). Daarnaast leggen leerlingen het verband tussen enerzijds recht- en omgekeerd evenredige verbanden en hun voorstellingswijzen (I-Wis-a LPD 35).

- ✓ 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 de invloed van een gegeven kracht $F = p \cdot A$ gewijzigd worden. Je kan ook de grafiek $p = f(A)$ opstellen bij $F = C^{\text{te}}$ en zo het wiskundig model opbouwen van het omgekeerd evenredig verband.
- ✓ 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 ...
- ✓ 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.
- ✓ Je kan aangeven dat de hydrostatische en de atmosferische druk veroorzaakt wordt door de zwaartekracht op de massa van de bovenliggende deeltjes en afhangt van de hoogte van de bovenliggende lagen.
- ✓ Je kan aangeven dat de luchtdruk gemeten kan worden met een barometer.
- ✓ Door een verschil tussen onderdruk en bovendruk ontstaat er een kracht waardoor de bewegingstoestand verandert (bv. in het weer, in de longen, bloedcirculatie ...). Zie ook het belang van overdruk in steriele ruimtes en onderdruk in kerncentrales.
- ✓ Voorbeelden van toepassingen: opzuigen van stoffen, rondpompen van vloeistoffen in verwarmingssystemen, ademhaling, watertoren, weersfenomenen ...

LPD 52 De leerlingen gebruiken concepten rond geluid en de decibelschaal om fenomenen, toepassingen en veiligheidsaspecten uit het dagelijks leven te verklaren.

★ Geluidsnelheid

Samenhang eerste graad: de leerlingen leiden energieomzettingen af in een technisch systeem (deel van I-NRT-a LPD 29).

- ✓ Je kan het ontstaan van hoorbaar geluid verklaren aan de hand van het deeltjesmodel: een geluidsbron (een elastisch trillend systeem zoals een trillende lat, stembanden of een luidspreker) geeft bewegingsenergie door aan de deeltjes van een middenstof tot aan een ontvanger zoals oor of microfoon.
- ✓ Het concept toonhoogte (aantal trillingen per seconde met als eenheid 'hertz') kan hier aan bod komen. Geluiden kunnen op basis van toonhoogte van elkaar onderscheiden worden (bijvoorbeeld een mannelijke stem met meer lage tonen versus een vrouwelijke stem met meer hoge tonen). Je kan aangeven dat geluidssnelheid afhankelijk is van de middenstof en de temperatuur (5100 m/s in ijzer; 1500 m/s in water; 340 m/s in lucht; 50 m/s in rubber).
- ✓ Het geluidsniveau van 0dB stemt overeen met de menselijke gehoordrempel; het geluidsniveau in een klasomgeving bedraagt ongeveer 75 dB. Via een applet kan je door meting een indicatie van het geluidsniveau krijgen. Het is zinvol om een aantal vergelijkende metingen te doen van geluidsbronnen. Je kan een decibelschaal maken en die illustreren met foto's van geluidsbronnen.
- ✓ Bij een verdubbeling van de geluidsintensiteit (bijvoorbeeld van één naar twee rijdende auto's) verhoogt het geluidsniveau met 3 dB en halveert de veilige luisterperiode. Je kan inspelen op de verwondering dat een verandering van 0 tot 120 dB een enorme verandering van geluidsintensiteit betekent.
- ✓ Je kan aandacht besteden aan het STEM-concept 'oorzaak en gevolg' en aangeven dat het kritische geluidsniveau waaraan je permanent blootgesteld kan worden zonder blijvende gehoorschade 80 dB bedraagt. Hogere geluidsniveaus vragen beschermingsmaatregelen (fysiek/PBM of in blootstellingsduur). Menselijk gehoor heeft een zeker recuperatievermogen maar is vatbaar voor permanente gehoorschade. Gehoorgrenzen (in toonhoogte) zijn persoonsgebonden en kunnen variëren in functie van leeftijd. Ook dieren kunnen heel verschillende gehoorgrenzen hebben.
- ✓ Eigenschappen van geluidsgolven zoals absorptie en reflectie worden gebruikt in toepassingen zoals bijvoorbeeld echografie, sonar of geluidschermen. Je kan het STEM-concept 'structuur en functie' aan bod laten komen door na te gaan hoe de vormgeving van systemen en materialen geluidsoverlast kan beperken zoals bij gehoorbeschermers, dempende materialen of een geluidswal.

4.4.5 Warmte en temperatuur

LPD 53 De leerlingen lichten kwalitatief het verband toe tussen warmtehoeveelheid en temperatuursverandering.

★ Thermische energie, warmte

Temperatuursveranderingen en faseovergangen aan de hand van het deeltjesmodel

Samenhang eerste graad: de leerlingen lichten aggregatietoestanden van stoffen toe met behulp van het deeltjesmodel (I-NRT-a LPD 37) en verklaren uitzetting van stoffen via het deeltjesmodel (I-NRT-a LPD 38).

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

LPD 54 De leerlingen beredeneren het ontstaan van thermisch evenwicht kwalitatief aan de hand van de warmtebalans.

★ Veiligheidsaspecten

Samenhang tweede graad: II-Aard-da LPD 12 (stralingsbalans in systeem aarde).

Samenhang eerste graad: leerlingen leggen geleiding, stroming/convectie en straling uit als transportmogelijkheden van thermische energie (I-NRT-a LPD 32).

- ✓ Thermisch evenwicht ontstaat als twee objecten of systemen dezelfde temperatuur bereiken en geen energie meer uitwisselen via warmte.
- ✓ Voorbeelden van veiligheidsaspecten: warmtecapaciteit, isolatie om te beschermen tegen hoge temperatuur, koelvinnen en ventilatoren om oververhitting te vermijden ...
- ✓ Je kan simulaties rond thermodynamica inzetten.
- ✓ Je kan de link leggen met het STEM-concept ‘systemen en hun modellen’ (aanduiden van de warmtestroom in een blokschema).

4.4.6 Energie-omzettingen en -transport

LPD 55 De leerlingen stellen een energiebalans kwalitatief op om energieomzettingen te beschrijven op basis van de wet van behoud van energie.

★ Energiesoorten: gravitationele, elastische, kinetische, chemische, thermische, elektrische, straling, kernenergie

kWh, kcal

Samenhang tweede graad: II-Aar-da LPD 12 (stralingsbalans); II-NatS-da LPD 21 (energie-uitwisseling bij reacties)

Samenhang eerste graad: de leerlingen herkennen verschillende energievormen, leiden energieomzettingen af en benoemen nuttige en niet-nuttige energie (I-NRT-a LPD 26 en 29). In dit leerplandoel wordt meer nadruk gelegd op de behoudswet.

- ✓ 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.
- ✓ Het is niet de bedoeling om omzettingen tussen eenheden voor energie uit te voeren.
- ✓ 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.
- ✓ 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 ...
- ✓ Voorbeelden van toepassingen: een schommel, een achtbaan, skatebanen ... Je kan ook gebruik maken van simulaties om de omzetting te visualiseren.
- ✓ De **STEM-concepten** 'systemen en hun modellen' en 'stromen van energie' kunnen aan bod komen door de aanvoer en uitvoer van energie aan te geven in een blokschema.

LPD 56 De leerlingen passen formules rond energie, vermogen en rendement toe bij energieomzettingen in systemen.

★ Gemiddeld vermogen: $P = \Delta E / \Delta t$; Rendement: $\eta = E_{\text{nuttig}} / E_{\text{totaal}}$

Samenhang eerste graad: de leerlingen benoemen geleverde nuttige en niet-nuttige energie (deel van I-NRT-a LPD 29).

- ✓ 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.
- ✓ Het is belangrijk om in te spelen op leerlingendenkbeelden rond "energieverlies" door gebruik te maken van het concept energiedissipatie bij open en geïsoleerde systemen.
- ✓ 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.
- ✓ 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 bevord door aangepaste vormgeving: koelvinnen, verhogen van de oppervlakte, gebruik van koelvloeistof ...
Afgifte wordt tegengaan door gebruik van isolatiematerialen, vermijden van warmtelekken ...

5 Lexicon

Deeltjesmodel

In het deeltjesmodel komen de eigenschappen van de verzameling van deeltjes overeen met de bestudeerde eigenschappen van een stof. Een apart deeltje in het model heeft niet noodzakelijk dezelfde eigenschappen van de stof.

STEM-concepten

STEM-concepten worden ook wel vakoverschrijdende denkwijzen of perspectieven genoemd die technici, natuurwetenschappers en ingenieurs hanteren om uitdagingen aan te pakken of vragen te beantwoorden.

STEM-disciplines

STEM staat voor de interactie tussen drie disciplines: het natuurwetenschappelijke (S), het technisch-wetenschappelijke (TE) en het wiskundige (M).

Concept

Concepten zijn principes, wetten, beginselen, theorieën, structuren of systemen en vormen de basis van kennisopbouw.

Context

Contexten zijn concrete situaties of probleemstellingen die voor leerlingen betekenisvol zijn of kunnen worden door de uit te voeren leeractiviteiten. Contexten kunnen het leren betekenisvoller maken en bij leerlingen de motivatie en attitude versterken. Afwisseling in contexten is nodig voor transfer van kennis en vaardigheden. Een context kan een concept verduidelijken of de verbinding vormen tussen verschillende concepten.

Model

Voorstellingswijze van een systeem of verschijnsel. Voorbeelden van modellen: deeltjesmodel, vectormodel, schetsen, schema's, plannen, tekeningen, prototypes, stroomdiagrammen, schaalmodel, wiskundige verbanden, formules ...

Systeem

Een orgaan, een organisme, een stelsel, een machine, een constructie ... kan worden beschouwd worden als een systeem. Een systeem is een voorstellingswijze van een natuurlijk of technisch verschijnsel om het te onderzoeken of aan te passen. Een systeem kan uit meerdere componenten of onderdelen bestaan. Relaties tussen de componenten in een systeem kunnen samenhang en ordening vertonen. Veranderingen in systemen worden gekenmerkt door stromen en feedback. Men onderscheidt processen binnen het systeem en wisselwerking met de omgeving.

6 Basisuitrusting

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

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

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

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

De zorg van de school voor een veilige, gezonde en milieubewuste leef- en leeromgeving in de (praktische) lessen natuurwetenschappen vormen 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. Hierbij 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 steeds getoetst aan de pedagogisch-didactische praktijk. Ook hiervoor is een hulpmiddel voor risicoanalyse ter beschikking.

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

6.1 Infrastructuur

Een lokaal:

- met een (draagbare) computer waarop de nodige software en audiovisueel materiaal kwaliteitsvol werkt en die met internet verbonden is;
- met de mogelijkheid om (bewegend beeld) kwaliteitsvol te projecteren;
- met de mogelijkheid om geluid kwaliteitsvol weer te geven;
- met de mogelijkheid om draadloos internet te raadplegen met een aanvaardbare snelheid;
- met voldoende materiaal (per 2 leerlingen) voor de uit te voeren leerlingenexperimenten;
- met een demonstratietafel, waar zowel water als elektriciteit voorhanden zijn;
- met de nodige werktafels, lestafels, voldoende opbergruimte, een wasbak en nutsvoorzieningen;
- met voorzieningen voor correct afvalbeheer;
- dat voldoende ruim is om eventueel flexibele klasopstellingen mogelijk te maken.

Toegang tot (mobile) devices voor leerlingen.

6.2 Materiaal, toestellen, machines en gereedschappen beschikbaar in de infrastructuur

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

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

7 Concordantie

De concordantietabel geeft aan welke leerplandoelen eindtermen (ET) en cesuurdoelen (CD) realiseren.

[zie disclaimer]

Leerplandoel	Eindtermen en cesuurdoelen
1	ET 6.29; ET 13.11; ET 13.12; ET 13.14
2	ET 6.30
3	ET 6.25
4	ET 6.27
5	ET 6.26
6	ET 6.31; ET 13.13
7	ET 6.32
8	ET 6.33
9	ET 6.22
10	ET 6.23
11	ET 6.23
12	ET 6.23
13	ET 6.24
14	ET 6.24
15	ET 6.14
16	--

17	ET 6.16
18	ET 6.16; ET 6.19
19	ET 6.16
20	ET 6.19
21	ET 6.19
22	ET 6.15
23	CD 9.2.2
24	CD 9.2.2
25	CD 9.2.2
26	CD 9.2.3; CD 9.2.2; CD 9.2.4
27	CD 9.2.3
28	CD 9.2.1; CD 9.2.4
29	ET 6.19; CD 9.2.1
30	--
31	ET 6.19; CD 9.2.1; CD 9.2.2
32	--
33	CD 9.2.4
34	CD 9.2.4
35	CD 9.2.4
36	CD 9.2.8
37	CD 9.2.8
38	CD 9.2.8
39	CD 9.2.7
40	CD 9.2.7
41	CD 9.2.7
42	--
43	CD 9.2.7
44	CD 9.2.7

45	ET 6.14; ET 6.28
46	ET 6.20
47	ET 6.20
48	ET 6.20
49	ET 6.21
50	ET 6.21
51	ET 6.20; ET 6.28
52	ET 6.20
53	ET 6.18
54	ET 6.18
55	ET 6.17
56	ET 6.17

7.1 Eindtermen

6.14 De leerlingen onderzoeken stoffen in het dagelijkse leven aan de hand van stoffeigenschappen en scheidingstechnieken.

Met inbegrip van kennis

***Feitenkennis**

- Zuivere stof, mengsel
- Stoffeigenschap
- Massadichtheid, smeltpunt, kookpunt
- Scheidingstechniek

***Conceptuele kennis**

- Onderscheid tussen een zuivere stof, een bestanddeel en een mengsel
- Zuivere stoffen, mengsels en scheidingstechnieken in het dagelijkse leven
- Soorten mengsels: homogene en heterogene mengsels zoals aerosols (rook, nevel), oplossing, schuim, suspensie, emulsie
- Stoffeigenschappen: massadichtheid, kookpunt, smeltpunt, deeltjesgrootte en andere zoals geleidbaarheid, oplosgedrag van stoffen
- Principe van scheidingstechnieken: filtreren, decanteren, centrifugeren, destilleren, uitdampen, zeven

***Procedurele kennis**

- Kiezen van de geschikte scheidingstechniek(en) om bestanddelen uit mengsels te scheiden
- Uitvoeren van scheidingstechnieken zoals filtreren, decanteren, centrifugeren, destilleren, uitdampen, zeven

Met inbegrip van context

- De eindterm wordt met context gerealiseerd.

Met inbegrip van dimensies eindterm

Cognitieve dimensie: beheersingsniveau analyseren

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

Met inbegrip van kennis

*Feitenkennis

- Namen en symbolen van elementaire deeltjes: proton, neutron, nucleonen, elektron
- Symbolische voorstelling van een atoom met atoomnummer en massagetal

*Conceptuele kennis

- Atoomkern
- Energieniveau
- Massagetal en atoomnummer

*Procedurele kennis

- Gebruiken van het PSE

Met inbegrip van context

- De eerste 18 elementen van het PSE komen aan bod.

Met inbegrip van dimensies eindterm

Cognitieve dimensie: beheersingsniveau toepassen

6.16 De leerlingen interpreteren chemische formules in termen van atomen en moleculen.

Met inbegrip van kennis

*Feitenkennis

- Namen en symbolen van elementen uit het PSE: H, He, C, N, O, P, Ne, Na, Mg, Al, S, Cl, K, Ca, Fe, Cu, Zn, Br, Ag, Au, Hg, Pb, F, I, U, Sn, Li, Cd, Ar, Si, Be

*Conceptuele kennis

- Molecule als samenstelling van atomen
- Chemische formule: brutoformule
- Onderscheid tussen een index en een coëfficiënt

Met inbegrip van context

- De eindterm wordt met context gerealiseerd.

Met inbegrip van dimensies eindterm

Cognitieve dimensie: beheersingsniveau begrijpen

6.17 De leerlingen gebruiken de wet van behoud van energie kwalitatief en kwantitatief om energieomzettingen, rendement en vermogen in systemen te beschrijven.

Met inbegrip van kennis

*Feitenkennis

- Energie, vermogen, rendement
- Gravitationele energie, elastische energie, kinetische energie, chemische energie, thermische energie, stralingsenergie, kernenergie, elektrische energie
- Wet van behoud van energie
- Formules
 - > Gemiddeld vermogen $P = \Delta E / \Delta t$
 - > Rendement $\eta = E_{\text{nuttig}} / E_{\text{totaal}}$

***Conceptuele kennis**

- Verbanden tussen energie, rendement en vermogen inclusief formules voor gemiddeld vermogen $P = \Delta E / \Delta t$ en rendement $\eta = E_{\text{nuttig}} / E_{\text{totaal}}$
- Soorten energie: gravitationele energie, elastische energie, kinetische energie, chemische energie, thermische energie, stralingsenergie, kernenergie, elektrische energie
- Wet van behoud van energie, energiebalans
- Energiedissipatie, open en geïsoleerde systemen
- Energie-eenheden die niet in het SI voorkomen: kilowattuur, kilocalorie

***Procedurele kennis**

- Omvormen van formules: één variabele uitdrukken in functie van de andere
- Berekeningen maken m.b.t. vermogen, energie en rendement
- Kwalitatief opstellen van de energiebalans bij een energieomzetting

Met inbegrip van context

- De eindterm wordt met context gerealiseerd.

Met inbegrip van dimensies eindterm

Cognitieve dimensie: beheersingsniveau toepassen

6.18 De leerlingen gebruiken concepten met betrekking tot thermodynamica om fenomenen en toepassingen ervan uit het dagelijkse leven te verklaren.

Met inbegrip van kennis

***Feitenkennis**

- Temperatuur, thermische energie, warmte
- Thermisch evenwicht

***Conceptuele kennis**

- Temperatuur, thermische energie, warmte en kwalitatieve verbanden ertussen
- Warmtebalans, thermisch evenwicht
- Temperatuursveranderingen en faseovergangen aan de hand van het deeltjesmodel
- Veiligheidsaspecten

***Procedurele kennis**

- Gebruiken van concepten om fenomenen en toepassingen ervan te verklaren

Met inbegrip van context

- De eindterm wordt met context gerealiseerd.

Met inbegrip van dimensies eindterm

Cognitieve dimensie: beheersingsniveau toepassen

6.19 De leerlingen interpreteren chemische reacties in termen van materie- en energieuitwisselingen aan de hand van waarnemingen en voorbeeldreacties uit het dagelijkse leven.

Met inbegrip van kennis

*Feitenkennis

- Courante triviale namen van stoffen zoals zuurstofgas, zoutzuur, ammoniak, soda, koolzuur, stikstofgas, alcohol, azijnzuur, ozon
- Namen en chemische formules van stoffen: CO, CO₂, H₂O, O₂ en andere zoals O₃, NaCl, N₂, CH₄, NH₃

*Conceptuele kennis

- Principe van een chemische reactie als een herschikking van atomen en vorming van nieuwe stoffen
- Voorstellingswijze van een chemische reactie
- Reagentia en reactieproducten
- Onderscheid tussen een index en een coëfficiënt
- Wet van behoud van massa
- Onderscheid tussen een exo-energetische en een endo-energetische reactie
- Energiediagram

Met inbegrip van context

- De eindterm wordt met contexten van verschillende stofklassen zoals zuren, basen, oxidatiemiddelen, metalen, niet-metalen en edelgassen gerealiseerd.

Met inbegrip van dimensies eindterm

Cognitieve dimensie: beheersingsniveau begrijpen

6.20 De leerlingen gebruiken concepten met betrekking tot mechanica om fenomenen en toepassingen ervan uit het dagelijkse leven te verklaren.

Met inbegrip van kennis

*Feitenkennis

- Kracht, snelheid, versnelling
- Vector, grootte, richting, zin, aangrijpingspunt
- Druk, hydrostatische druk, atmosferische druk
- Decibel
- Formule voor druk $p=F/A$

*Conceptuele kennis

- Kracht en beweging
 - > Kracht, snelheid en versnelling
 - > Kracht en snelheid als vectoriële grootheden
 - > Grootte, richting, zin, aangrijpingspunt
 - > Resulterende kracht
 - > Eerste wet van Newton
 - > Tweede wet van Newton: dynamische effecten van een kracht: versnellen, vertragen, van richting veranderen
- Druk
 - > Druk als grootte van de kracht per oppervlakte inclusief formule $p=F/A$

- > Hydrostatische druk, atmosferische druk
- > Beginsel van Pascal
- Geluid
 - > Principe van de decibelschaal
 - > Geluidssnelheid
- Veiligheidsaspecten

*Procedurele kennis

- Gebruiken van concepten om fenomenen en toepassingen ervan te verklaren
- Omvormen van formules: één variabele uitdrukken i.f.v. de andere
- Teken en van krachten als vectoren
- Werken met vectoriële grootheden
 - > Bepalen van de richting en de zin van een vectoriële grootheid
 - > Grafisch samenstellen van vectoren in één en twee dimensies, zonder berekeningen

Met inbegrip van context

- De eindterm wordt met context gerealiseerd.

Met inbegrip van dimensies eindterm

Cognitieve dimensie: beheersingsniveau toepassen

6.21 De leerlingen gebruiken concepten met betrekking tot optica om fenomenen en toepassingen ervan uit het dagelijkse leven te verklaren.

Met inbegrip van kennis

*Feitenkennis

- Weerkaatsing, breking

*Conceptuele kennis

- Rechthoekige voortplanting van het licht
- Weerkaatsing, breking
- Veiligheidsaspecten

*Procedurele kennis

- Gebruiken van concepten om fenomenen en toepassingen ervan te verklaren

Met inbegrip van context

- De eindterm wordt met context gerealiseerd.

Met inbegrip van dimensies eindterm

Cognitieve dimensie: beheersingsniveau toepassen

6.22 De leerlingen leggen aan de hand van een voorbeeld biologische feedback uit.

Met inbegrip van kennis

*Feitenkennis

- Positieve feedback, negatieve feedback

*Conceptuele kennis

- Rol en werking van organen in een feedbacksysteem
- Principe van biologische feedback

Met inbegrip van dimensies eindterm

Cognitieve dimensie: beheersingsniveau begrijpen

6.23 De leerlingen leggen de rol van micro-organismen uit.

Met inbegrip van kennis

*Feitenkennis

- Virus, bacterie, schimmel
- Antibiotica

*Conceptuele kennis

- Diversiteit van micro-organismen: virussen, bacteriën en schimmels
- Antibiotica en antibioticaresistentie
- Microbioom
- De rol van micro-organismen in verschillende domeinen zoals ecologie, geneeskunde, industriële productie, voedingstechnologie, biotechnologie

Met inbegrip van context

- De eindterm wordt met context gerealiseerd.

Met inbegrip van dimensies eindterm

Cognitieve dimensie: beheersingsniveau begrijpen

6.24 De leerlingen bespreken bij de mens de bevruchting en factoren die de ontwikkeling van embryo en foetus beïnvloeden.

Met inbegrip van kennis

*Feitenkennis

- Eicel, zaadcel

*Conceptuele kennis

- Stamcel, eicel, zaadcel
- Zygote, embryo, foetus
- Beïnvloedende factoren: gezondheidsgedrag, leefmilieu

Met inbegrip van dimensies eindterm

Cognitieve dimensie: beheersingsniveau begrijpen

6.25 De leerlingen gebruiken met de nodige nauwkeurigheid meetinstrumenten en hulpmiddelen om te observeren, te meten, te experimenteren en te onderzoeken in wiskundige, natuurwetenschappelijke, technologische en STEM-contexten.

Met inbegrip van kennis

*Conceptuele kennis

- Hulpmiddelen en meetinstrumenten verbonden aan eindtermen van de tweede graad dubbele finaliteit

***Procedurele kennis**

- Gebruiken van hulpmiddelen en meetinstrumenten verbonden aan eindtermen van de tweede graad dubbele finaliteit zoals gereedschappen, weegschaal, meetlat, maatbeker, chronometer

Met inbegrip van dimensies eindterm

Cognitieve dimensie: beheersingsniveau toepassen

Psychomotorische dimensie: Een vaardigheid zelfstandig uitvoeren: bewegingen/handelingen worden meer automatisch uitgevoerd, zijn vloeiend, betrouwbaar en efficiënt. Essentiële elementen van de beweging/handeling zijn regelmatig aanwezig.

6.26 De leerlingen werken op een veilige en duurzame manier met materialen, chemische stoffen en technische en biologische systemen.

Met inbegrip van kennis

***Feitenkennis**

- Veiligheidspictogrammen

***Conceptuele kennis**

- H/P-zinnen

***Procedurele kennis**

- Gebruiken en indien nodig onderhouden van technische systemen zoals handwerkgereedschappen, glaswerk, meetinstrumenten, computers
- Gebruiken van informatie zoals instructiekaarten, pictogrammen, symbolen, onderhoudsvoorschriften, handleidingen en (werk)tekeningen
- Toepassen van goede praktijken zoals
 - > Ordelijk werken, productetiketten interpreteren
 - > Alert zijn voor energie die kan vrijkomen onder de vorm van warmte, geluid, straling, elektriciteit
- Omgaan met chemisch en biologisch afval

Met inbegrip van dimensies eindterm

Cognitieve dimensie: beheersingsniveau toepassen

Psychomotorische dimensie: Een vaardigheid uitvoeren na instructie of uit het geheugen: de meest essentiële elementen van de beweging/handeling zijn aanwezig, maar nog niet consequent.

6.27 De leerlingen gebruiken op een gepaste manier meetwaarden, grootheden en eenheden in wiskundige, natuurwetenschappelijke, technologische en STEM-contexten.

Met inbegrip van kennis

***Feitenkennis**

- Symbolen van grootheden en (SI-) eenheden uit eindtermen van de tweede graad dubbele finaliteit

***Conceptuele kennis**

- Meetnauwkeurigheid

***Procedurele kennis**

- Gebruiken van relevante symbolen van grootheden en (SI-) eenheden uit eindtermen van de tweede graad dubbele finaliteit
- Herleiden van courante eenheden
- Schatten van grootheden aan de hand van referentiepunten

Met inbegrip van dimensies eindterm

Cognitieve dimensie: beheersingsniveau toepassen

6.28 De leerlingen onderzoeken verbanden tussen grootheden op kwantitatieve wijze.

Met inbegrip van kennis

***Feitenkennis**

- Namen en symbolen van grootheden en eenheden uit eindtermen van de tweede graad dubbele finaliteit

***Conceptuele kennis**

- Recht en omgekeerd evenredig verband
- Lineair verband, kwadratisch verband van de vorm $f(x) = ax^2$ (met $a \in \mathbb{R}_0$)

***Procedurele kennis**

- Opstellen en interpreteren van grafieken en formules
- Omvormen van formules: één variabele uitdrukken in functie van de andere

Met inbegrip van context

- De eindterm wordt met context gerealiseerd.
- Verbanden tussen grootheden zoals tussen massa en volume of inhoud komen aan bod.

Met inbegrip van dimensies eindterm

Cognitieve dimensie: beheersingsniveau analyseren

6.29 De leerlingen passen een wetenschappelijke methode toe om kennis te ontwikkelen en om vragen te beantwoorden.

Met inbegrip van kennis

***Conceptuele kennis**

- Wiskundige, natuurwetenschappelijke en technologische concepten uit eindtermen van de tweede graad dubbele finaliteit
- Wetenschappelijke methode

***Procedurele kennis**

- Definiëren en afbakenen van de probleemstelling
- Formuleren van een onderzoeksvraag en hypothese
- Opstellen en uitvoeren van een onderzoeksplan en experiment
- Waarnemen en verzamelen van data
- Analyseren van data
- Conclusies trekken op basis van data die grafisch en op andere manieren worden weergegeven: grafieken, tabellen en diagrammen
- Formuleren van conclusie(s) als verklaring of antwoord op de oorspronkelijke onderzoeksvraag
- Reflecteren en communiceren over de gekozen methodologie en resultaten

Met inbegrip van dimensies eindterm

Cognitieve dimensie: beheersingsniveau analyseren

Psychomotorische dimensie: Een vaardigheid uitvoeren na instructie of uit het geheugen: de meest essentiële elementen van de beweging/handeling zijn aanwezig, maar nog niet consequent.

6.30 De leerlingen analyseren natuurlijke en technische systemen aan de hand van aangereikte STEM-concepten.

Met inbegrip van kennis

*Conceptuele kennis

- Wiskundige, natuurwetenschappelijke en technologische concepten uit eindtermen van de tweede graad dubbele finaliteit
- Natuurlijke en technische systemen
- STEM-concepten (cross-cutting concepts)
 - > Energie, materie en informatie
 - > Oorzaak en gevolg, terugkoppeling
 - > Patronen
 - > Verhouding en hoeveelheid
 - > Stabiliteit en verandering
 - > Structuur en functie
 - > Systemen en modellen

*Procedurele kennis

- Identificeren van het behoud en omzetting van materie, energie of informatie in en tussen systemen
- Identificeren van (causale) verbanden en terugkoppeling om te verklaren en te voorspellen
- Herkennen van regelmaat om gegevens te ordenen en systemen te evalueren
- Herkennen van de invloed van schaal, proportie en aantal op de eigenschappen van systemen
- Bepalen van de invloed van verstoringen op systemen, terugkoppeling
- Leggen van de relatie tussen de vorm en de opbouw van dat systeem met de eigenschappen en de functie van dit systeem en vice versa
- Benaderend weergeven van fenomenen door af te bakenen en te modelleren

Met inbegrip van dimensies eindterm

Cognitieve dimensie: beheersingsniveau analyseren

6.31 De leerlingen ontwerpen een oplossing voor een probleem door concepten en praktijken uit verschillende STEM-disciplines geïntegreerd aan te wenden.

Met inbegrip van kennis

*Conceptuele kennis

- Wiskundige, natuurwetenschappelijk, technologische en STEM- concepten uit eindtermen van de tweede graad dubbele finaliteit

*Procedurele kennis

- Toepassen van probleemoplossende strategieën
 - > Definieren van het probleem
 - > Bepalen van criteria voor de oplossing

- > Identificeren van deelproblemen en erbij horende wiskundige, wetenschappelijke of technologische concepten
- > Bedenken van mogelijke oplossingen voor deelproblemen
- > Testen, evalueren en bijsturen van de totaaloplossing
- > Toepassen van wiskundige, natuurwetenschappelijke, technologische en STEM- concepten en praktijken om deelproblemen op te lossen
- > Integreren van deeloplossingen
- > Testen, evalueren en bijsturen van de totaaloplossing

Met inbegrip van context

- Elke STEM-discipline komt ten minste één maal geïntegreerd aan bod.

Met inbegrip van dimensies eindterm

Cognitieve dimensie: beheersingsniveau creëren

6.32 De leerlingen beargumenteren vanuit verschillende invalshoeken keuzes bij het gebruik van technische systemen.

Met inbegrip van kennis

*Conceptuele kennis

- Wiskundige, natuurwetenschappelijke en technologische concepten uit eindtermen van de tweede graad dubbele finaliteit
- Invalshoeken zoals ecologisch, ethisch, cultureel, technisch, economisch, maatschappelijk

*Procedurele kennis

- Toepassen van criteria om een geschikte keuze te bepalen

*Metacognitieve kennis

- Eigen normen en waarden

Met inbegrip van dimensies eindterm

Cognitieve dimensie: beheersingsniveau evalueren

Affectieve dimensie^o: Voorkeur tonen voor en belang hechten aan waarden, opvattingen, gedragingen, gebeurtenissen, informatie, taken, strategieën ...

6.33 De leerlingen leggen aan de hand van concrete maatschappelijke uitdagingen de wisselwerking tussen STEM-disciplines onderling en tussen STEM-disciplines met de maatschappij uit.

Met inbegrip van kennis

*Conceptuele kennis

- Wiskundige, natuurwetenschappelijke en technologische concepten uit eindtermen van de tweede graad dubbele finaliteit
- Relatie tussen maatschappelijke behoeften, keuzes en STEM-toepassingen
- Dynamiek tussen de STEM-disciplines onderling
- Wiskunde, wetenschappen en technologie als onderdeel van de culturele ontwikkeling
- Belang van interdisciplinariteit en multiperspectiviteit bij het aanpakken van de grote uitdagingen
- Systeemdenken

Met inbegrip van context

- Contexten zoals klimaatverandering, hernieuwbare energie, zorg en gezondheid, onderwijs, watervoorziening, mobiliteit, leefbare en duurzame steden, oceaanvervuiling komen aan bod.
- De duurzame ontwikkelingsdoelen zoals geformuleerd door de internationale gemeenschap worden aangereikt (SDG's, sustainable development goals).

Met inbegrip van dimensies eindterm

Cognitieve dimensie: beheersingsniveau begrijpen

13.11 De leerlingen formuleren, na analyse van een aangereikt probleem, een onderzoeksvraag en een hypothese.

Met inbegrip van kennis

*Conceptuele kennis

- Onderzoeksvraag
- Hypothese
- Invalshoeken om een probleem te bekijken
- Criteria voor een onderzoeksvraag zoals onderzoekbaar, haalbaar, ondubbelzinnig, afgebakend, relevant, beknopt, vraagvorm
- Criteria voor een hypothese zoals toetsbaar, ondubbelzinnig, afgebakend, relevant, beknopt

*Procedurele kennis

- Toepassen van criteria bij de formulering van een onderzoeksvraag en een hypothese
- Toepassen van principes van inductief en deductief redeneren
- Uitvoeren van een probleemanalyse

Met inbegrip van dimensies eindterm

Cognitieve dimensie: beheersingsniveau creëren

13.12 De leerlingen voeren een onderzoekstechniek uit om digitale en niet-digitale gegevens te verwerven in functie van een onderzoeksvraag.

Met inbegrip van kennis

*Conceptuele kennis

- Soorten onderzoekstechnieken: experiment en meting en andere technieken zoals observatie, interview, enquête, algoritme

*Procedurele kennis

- Toepassen van een onderzoekstechniek

Met inbegrip van dimensies eindterm

Cognitieve dimensie: beheersingsniveau toepassen

13.13 De leerlingen voeren een zelfgekozen en geschikte oplossingsstrategie uit in functie van een onderzoek of een probleem.

Met inbegrip van kennis

*Conceptuele kennis

- Algoritme, heuristiek

- Criteria om een geschikte oplossingsstrategie te bepalen zoals doelstellingen, beschikbaarheid van gegevens, tijd, middelen

*Procedurele kennis

- Toepassen van specifieke oplossingsstrategieën en specifieke vuistregels
- Toepassen van criteria om een geschikte oplossingsstrategie te bepalen
- Toepassen van reflectievaardigheden

Met inbegrip van dimensies eindterm

Cognitieve dimensie: beheersingsniveau evalueren

13.14 De leerlingen formuleren een conclusie bij een onderzoeksvraag en een antwoord op een hypothese op basis van eigen onderzoeksresultaten.

Met inbegrip van kennis

*Conceptuele kennis

- Criteria voor een conclusie zoals onderzoeksgebaseerd, bondig, relevant, eenduidig, gestructureerd

*Procedurele kennis

- Gebruiken van voorkennis
- Gebruiken van de tijdens het onderzoek verworven informatie
- Toepassen van criteria voor het formuleren van een conclusie

Met inbegrip van dimensies eindterm

Cognitieve dimensie: beheersingsniveau creëren

7.2 Cesaurodoelen

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

Met inbegrip van kennis

*Feitenkennis

- Vakterminologie inherent aan de afbakening van het cesaurodoel waaronder
 - > Namen van elementen uit het PSE: H, He, C, N, O, P, Ne, Na, Mg, Al, S, Cl, K, Ca, Fe, Cu, Zn, Br, Ag, Au, Hg, Pb, F, I, U, Sn, Li, Cd, Ar, Si, Be
 - > Courante triviale namen van stoffen zoals zuurstofgas, zoutzuur, loogoplossing, ammoniak, salpeterzuur, zwavelzuur, fosforzuur, soda, koolzuur, stikstofgas, ozon
- Symbolen van elementen uit het PSE: H, He, C, N, O, P, Ne, Na, Mg, Al, S, Cl, K, Ca, Fe, Cu, Zn, Br, Ag, Au, Hg, Pb, F, I, U, Sn, Li, Cd, Ar, Si, Be
- Regels van de IUPAC-naamgeving
- Regels voor stocknotatie bij ionverbindingen
- Regels voor naamgeving met Griekse telwoorden bij moleculaire stoffen

*Conceptuele kennis

- Zuren als een samenstelling van proton(en) + zuurrest
- Hydroxiden als een samenstelling van een metaalion + hydroxide-ion(en)
- Zouten als een samenstelling van een metaalion + zuurrest

- Oxiden als een samenstelling van een metaal of niet-metaal + zuurstofato(o)m(en)
- Chemische structuur van koolwaterstoffen
- Chemische structuur van alcoholen, carbonzuren
- Soorten chemische formules: structuurformule, brutoformule, formule eenheid, skeletnotatie

Met inbegrip van context

- Voor anorganische en monofunctionele (alcoholen, carbonzuren) organische stoffen gebeurt de classificatie op basis van de structuurformule, de brutoformule, de naam.

Met inbegrip van dimensies eindterm

Cognitieve dimensie: Begrijpen

9.2.2 De leerlingen gebruiken het PSE om eigenschappen van atomen en ionen af te leiden.

Met inbegrip van kennis

*Feitenkennis

- Vakterminologie inherent aan de afbakening van het cesaurodoel waaronder groep, periode, valentie-elektron, edelgasconfiguratie, atoomnummer, atoommassa, metaal, niet-metaal, edelgas

*Conceptuele kennis

- Opbouw van het PSE in functie van een atoommodel
- Groep, periode
- Valentie-elektronen, edelgasconfiguratie
- Eigenschappen: massa van een atoom, ionvorming
- Onderscheid tussen een atoom en een ion
- Eigenschappen van atomen
 - > Metaal- en een niet-metaalkarakter, elektronegativiteit
 - > Ionlading

*Procedurele kennis

- Leggen van het verband tussen de plaats van een element in het PSE en de eigenschappen ervan

Met inbegrip van context

- Elementen uit de a-groepen en de edelgassen komen aan bod.

Met inbegrip van dimensies eindterm

Cognitieve dimensie: Toepassen

9.2.3 De leerlingen stellen chemische formules op voor anorganische stoffen.

Met inbegrip van kennis

*Feitenkennis

- Vakterminologie inherent aan de afbakening van het cesaurodoel waaronder namen van elementen uit het PSE: H, He, C, N, O, P, Ne, Na, Mg, Al, S, Cl, K, Ca, Fe, Cu, Zn, Br, Ag, Au, Hg, Pb, F, I, U, Sn, Li, Cd, Ar, Si, Be
- Symbolen van elementen uit het PSE: H, He, C, N, O, P, Ne, Na, Mg, Al, S, Cl, K, Ca, Fe, Cu, Zn, Br, Ag, Au, Hg, Pb, F, I, U, Sn, Li, Cd, Ar, Si, Be

*Conceptuele kennis

- Soorten chemische bindingen: ionbinding, covalente binding, metaalbinding
- Oxidatiegetal
- Elektronegativiteit
- Onderscheid tussen een index en een coëfficiënt
- Soorten chemische formules: structuurformule, brutoformule, formule eenheid, skeletnotatie

*Procedurele kennis

- Gebruiken van het PSE
- Opstellen van Lewisstructuren
- Opstellen van chemische formules van anorganische stoffen

Met inbegrip van context

- Beperkt tot binaire stoffen

Met inbegrip van dimensies eindterm

Cognitieve dimensie: Toepassen

9.2.4 De leerlingen leggen het verband tussen de structuur en de eigenschappen van stoffen.

Met inbegrip van kennis

*Feitenkennis

- Vakterminologie inherent aan de afbakening van het cesuurdoel waaronder polariteit

*Conceptuele kennis

- Polariteit (afbakenen tot di-atomisch)
- Water als dipoolmolecule
- Stofeigenschappen: kookpunt, smeltpunt, het oplosgedrag van stoffen, geleidbaarheid, zuur-base eigenschappen, ionisatie en dissociatie eigenschappen
- Elektrolyten
- Ionrooster, molecuulrooster, atoomrooster, metaalrooster

Met inbegrip van context

- Het cesuurdoel wordt met studierichtingspecifieke context gerealiseerd.
- De chemische structuur wordt aangereikt.

Met inbegrip van dimensies eindterm

Cognitieve dimensie: Begrijpen

9.2.7 De leerlingen stellen een reactievergelijking op.

Met inbegrip van kennis

*Feitenkennis

- Vakterminologie inherent aan de afbakening van het cesuurdoel waaronder
 - > Oxidator, reductor, oxidatie, reductie
 - > Namen van elementen uit het PSE: H, He, C, N, O, P, Ne, Na, Mg, Al, S, Cl, K, Ca, Fe, Cu, Zn, Br, Ag, Au, Hg, Pb, F, I, U, Sn, Li, Cd, Ar, Si, Be
- Symbolen van elementen uit het PSE: H, He, C, N, O, P, Ne, Na, Mg, Al, S, Cl, K, Ca, Fe, Cu, Zn, Br, Ag, Au, Hg, Pb, F, I, U, Sn, Li, Cd, Ar, Si, Be
- Notatie van aggregatietoestanden in chemische reacties

***Conceptuele kennis**

- Naamgeving van anorganische stoffen en ionen
- Chemische formules: brutoformule, structuurformule
- Principe van een zuur-basereactie, een neerslagreactie en een redoxreacties
- Wet van behoud van massa

***Procedurele kennis**

- Gebruiken van het PSE
- Opstellen van eenvoudige redoxvergelijkingen tussen enkelvoudige stoffen
- Opstellen van eenvoudige zuur-basereacties en eenvoudige neerslagreacties: schrijven van chemische formules en balanceren van de reactie

Met inbegrip van context

- Het cesuurdoel wordt met context gerealiseerd
- De volgende gegevens worden aangereikt
 - > De reagentia
 - > De aggregatietoestanden van alle stoffen
 - > In geval een redoxreactie: de namen of chemische structuur van reagentia en reactieproducten
 - > Een tabel van goed en slecht oplosbare stoffen

Met inbegrip van dimensies eindterm

Cognitieve dimensie: Toepassen

9.2.8 De leerlingen voeren stoichiometrische berekeningen uit op een gegeven aflopende chemische reactie.

Met inbegrip van kennis

***Feitenkennis**

- Vakterminologie inherent aan de afbakening van het cesuurdoel waaronder
 - > Molaire concentratie, massaprocent, massadichtheid
 - > Namen van grootheden, SI-eenheden en andere eenheden
- Symbolen van grootheden, SI-eenheden en andere eenheden

***Conceptuele kennis**

- Mol
- Molaire massa
- Getal van Avogadro
- Molaire concentratie
- Massaprocent
- Massadichtheid

***Procedurele kennis**

- Gebruiken van het PSE
- Gebruiken van een formularium
- Omvormen van formules: één variabele uitdrukken in functie van de andere
- Rekenen met verhoudingen
- Omzetten van concentratie-eenheden

Met inbegrip van context

- Het cesuurdoel wordt met studierichtingspecifieke context gerealiseerd.

Met inbegrip van dimensies eindterm

Cognitieve dimensie: Toepassen

Inhoud

1	Algemene inleiding	5
1.1	Het leerplanconcept: vijf uitgangspunten	5
1.2	De vormingscirkel – de opdracht van secundair onderwijs	5
1.3	Ruimte voor leraren(teams) en scholen	6
1.4	Differentiatie	7
1.5	Opbouw van de leerplannen.....	8
1.6	Tot slot	8
2	Situering	9
2.1	Samenhang met de eerste graad	9
2.2	Samenhang in de tweede graad	9
2.3	Plaats in de lessentabel.....	10
3	Pedagogisch-didactische duiding	10
3.1	Natuurwetenschappen en het vormingsconcept	10
3.2	Krachtlijnen	11
3.3	Opbouw.....	11
3.4	Leerlijnen.....	12
3.4.1	Samenhang met de eerste graad	12
3.4.2	Samenhang in de tweede graad	13
3.5	Aandachtspunten	14
3.5.1	Oriëntatie van het leerplan.....	14
3.5.2	Samenhang tussen wetenschappen	15
3.5.3	Aandachtspunten bij de leerplandoelen.....	18
4	Leerplandoelen	18
4.1	STEM-doelen	18
4.2	Biologie.....	25
4.2.1	Biologische feedback.....	25
4.2.2	Rol van micro-organismen	26
4.2.3	Voortplanting	27
4.3	Chemie	28
4.3.1	Mengsels en zuivere stoffen	28
4.3.2	Aspecten van een chemische reactie.....	29
4.3.3	Bouw en eigenschappen van atomen.....	30
4.3.4	De chemische bindingen	32

4.3.5	Indeling van samengestelde stoffen	33
4.3.6	Eigenschappen van stoffen	35
4.3.7	Kwantitatieve aspecten.....	35
4.3.8	Reactiesoorten	36
4.4	Fysica	37
4.4.1	Verbanden tussen grootheden	37
4.4.2	Kracht en verandering van beweging	38
4.4.3	Licht en straling	40
4.4.4	Druk en geluid	41
4.4.5	Warmte en temperatuur.....	42
4.4.6	Energie-omzettingen en -transport	43
5	Lexicon	44
6	Basisuitrusting	45
6.1	Infrastructuur	46
6.2	Materiaal, toestellen, machines en gereedschappen beschikbaar in de infrastructuur	47
7	Concordantie	47
7.1	Eindtermen.....	49
7.2	Cesuurdoelen	60