

Natuurwetenschappen B

2de graad A-finaliteit

II-Nat-a

BRUSSEL

D/2021/13.758/103

Versie januari 2022

Disclaimer

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 dialoogschool 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 dialoogschool 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 dialogeschool 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.

Verschiede 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

Het leerplan Natuurwetenschappen bestaat uit vier grote leerplanonderdelen: de STEM-doelen, leerplandoelen Leven, Materie en Energie.

2.2 Samenhang in de tweede graad

2.2.1 Samenhang binnen de studierichting

De leerplannen algemene vorming binnen de A- finaliteit (Maatschappelijke vorming, Nederlands, Engels-Frans, Natuurwetenschappen en Wiskunde) vertonen een belangrijke samenhang. Die samenhang heeft niet zozeer te maken de invalshoek van het leerplan die voor elk vak verschillend is, maar wel met de levensechte en betekenisvolle [contexten](#) die gelijkaardig kunnen zijn bij de realisatie van de verschillende leerplannen.

2.3 Plaats in de lessentabel

Dit leerplan Natuurwetenschappen is bestemd voor alle studierichtingen in de arbeidsmarktfinaliteit: Artistiek creatieve bewerkingen; Bakkerij; Beweging en sport; Bouw; Decor en etalage; Elektriciteit; Haar- en schoonheidsverzorging; Hout; Mechanica; Moderealisatie en textielverzorging; Onthaal en recreatie; Organisatie en logistiek; Paardenhouderij; Plant, dier en milieu; Printmedia; Restaurant en keuken; Schilderen en decoratie; Slagerij; Topsport (Finaliteit arbeidsmarkt); Zorg en welzijn.

In de modellessentabel zijn voor dit leerplan 2 graaduren 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

Het leerplan Natuurwetenschappen rijkt jongeren handvaten aan om op een methodische wijze betrouwbare kennis te verwerven. 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.

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. De lessen wetenschappen bieden opportuniteiten om de leerlingen te laten inzien hoe wiskundige technieken concrete toepassingen hebben.

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. 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.

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

3.2 Krachtlijnen

Wetenschappelijke kennis opbouwen in betekenisvolle contexten om een referentiekader voor wetenschappelijke geletterdheid te ontwikkelen

Leerlingen leren concepten rond Leven, Materie en Energie. In de rubriek 'Leven' komt de menselijke voortplanting en de rol van micro-organismen aan bod. In de rubriek 'Materie' wordt ingezoomd op mengsels en scheidingstechnieken. Ook chemische stoffen in het dagelijks leven komen aan bod. In de rubriek 'Energie' komen de concepten 'kracht' en/of 'druk' aan bod naast geluid en de decibelschaal, de begrippen temperatuur en warmte en energie-omzettingen.

Wetenschappelijke denk- en werkwijzen ontwikkelen om als persoon deel te nemen aan de samenleving

Leerlingen leren eenvoudige problemen oplossen aan de hand van wetenschappelijke informatie. Daarnaast analyseren zij natuurlijke en technische systemen aan de hand van [STEM-concepten](#). Daarbij leren ze ook om geïnformeerd te werken met materialen en stoffen.

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 technische systemen (zoals gebruiksvoorwerpen) beargumenteren leerlingen de gemaakte keuzes. Daarnaast lichten zij ook interacties tussen STEM en samenleving toe, bijvoorbeeld vanuit actuele problemen.

3.3 Opbouw

Het leerplan is opgebouwd uit inhouds-overschrijdende STEM-doelen, inhouds-gebonden doelen Leven, Materie en Energie. 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 wenken bij de leerplandoelen vind je hiertoe suggesties. [\[zie disclaimer\]](#)

STEM-doelen	Leven	Materie	Energie
<ul style="list-style-type: none"> – Meetinstrumenten en hulpmiddelen gebruiken – Geïnformeerd werken met materialen en stoffen – Systemen analyseren met aangereikte STEM-concepten – Een oplossing ontwerpen voor een eenvoudig probleem – Gebruik van technische systemen beargumenteren – Wisselwerking tussen STEM en samenleving uitleggen 	<ul style="list-style-type: none"> – Diversiteit van micro-organismen – Rol van micro-organismen – Bevruchting – Invloeden op ontwikkeling embryo en foetus 	<ul style="list-style-type: none"> – Mengsels en scheidings-technieken – Chemische stoffen in het dagelijks leven 	<ul style="list-style-type: none"> – Kracht of druk – Geluid en de decibelschaal – Temperatuur en warmte – Energie-omzettingen
2 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.

In de eerste graad ontwikkelen leerlingen in de component ‘Natuur’ vanuit een biotoopstudie en de studie van materie en energie inzichten in structuur, functies en samenhang in levende systemen. Daarna kunnen transport, belang en effecten van energie en fotosynthese aan bod komen. Aansluitend zijn er ook doelen rond voortplanting en krachten. In de component ‘Ruimte’ onderzoeken leerlingen vanuit een terreinstudie en waarnemingen via geografische hulpbronnen kenmerken van landschapsvormende lagen. Vervolgens onderzoeken zij onderlinge interacties tussen die lagen in samenhang met de studie van materie, krachten en energie. Die interacties uiten zich vaak in waarneembare landschapspatronen. De leerlingen onderzoeken verder welke invloed natuurlijke en menselijke factoren hebben op de verstoring van interacties en hun ruimtelijke effecten op het landschap. In de component ‘Techniek’ onderzoeken de leerlingen eigenschappen van materialen als ook de structuren, functies en samenhang van technische systemen en technische processen. Vervolgens kunnen ze in de verschillende ervaringsgebieden door middel van ontwerp- en maakprocessen de materiaaleigenschappen, technische systemen en technische processen in [prototypes](#) en realisaties toepassen.

3.4.2 Samenhang in de tweede graad

Samenhang met Wiskunde



De samenhang met Wiskunde en Maatschappelijke vorming komt vooral naar voren in de STEM-doelen van dit leerplan. Inhouden Wiskunde die een relatie vertonen met inhouden Natuurwetenschappen:

- gebruik van grootheden en eenheden, gebruik van referentiematen.
- problemen oplossen door wiskundige concepten en vaardigheden in te zetten;
- gebruik van het STEM-concept 'verhouding en hoeveelheid';
- toepassingen van wiskunde in andere domeinen;
- meetinstrumenten en hulpmiddelen (bijv. ICT) gebruiken;

Samenhang met Maatschappelijke vorming

Inhouden Maatschappelijke vorming die een relatie vertonen met inhouden Natuurwetenschappen:

- geografische hulpbronnen aanwenden om ruimtelijke processen en gevolgen te situeren;
- GIS-viewers gebruiken om informatie over een plaats te verzamelen;
- systeemdenken toepassen bij duurzaamheidskwesties;
- uitdagingen om een duurzame wereld te creëren;
- kenmerken en ruimtelijke gevolgen van mondialisering;
- gelijkenissen en verschillen, vroeger en nu.

Samenhang met richtingsspecifieke leerplannen in STEM-richtingen

Ook in richtingsspecifieke leerplannen van STEM-richtingen in de arbeidsmarktfinaliteit komen er STEM-doelen aan bod:

- meetinstrumenten en hulpmiddelen gebruiken;
- meetwaarden, grootheden en eenheden gebruiken;
- systemen onderzoeken door gebruik van STEM-concepten;
- een oplossing ontwerpen voor een hedendaags STEM-probleem;
- keuzes beargumenteren bij het gebruik van technische systemen;
- de wisselwerking tussen natuurwetenschappen, technische wetenschappen, wiskunde en de maatschappij uitleggen.

3.5 Aandachtspunten

Nogal wat leerlingen hebben aan het begin van de tweede graad al een hele onderwijsloopbaan achter de rug. Niet altijd is die ideaal verlopen. Het zelfvertrouwen van sommige leerlingen is eerder laag. Inzetten op een veilig en verbindend klasklimaat is in dat opzicht cruciaal, een waarderende houding van een leraar is belangrijk. Zeker voor een kwetsbare leerling kan een hernieuwd geloof in de eigen leermogelijkheden wonderen verrichten. De leraar is vaak een model voor de leerling.

De leerlingen van de tweede graad A-finaliteit vormen een diverse groep. Dat maakt een gedifferentieerde aanpak nodig.

Het leerplan helpt leerlingen in het leggen van verbanden binnen het leerplan en over de vakken heen. Het stimuleert leerlingen tot leren in samenhang. Die samenhang krijgt zijn vorm in verschillende organisatiemodellen waarbij vakken afzonderlijk, gedeeltelijk geïntegreerd of geïntegreerd worden aangeboden. Deze organisatiemodellen worden niet in de leerplannen opgenomen, maar kan je consulteren op de leerplanpagina op de website van Katholiek Onderwijs Vlaanderen.

De leerling in de A-finaliteit heeft het vaak wat moeilijker om abstract te denken. Het leerproces verloopt dan ook bij voorkeur inductief: levensechte opdrachten kunnen inspelen op de ervaring van leerlingen maar kunnen ook de ervaringswereld van leerlingen verbreden.

Leerlingen van de A-finaliteit hebben behoefte aan duidelijke structuur en ondersteuning zowel wat betreft de inhoud van het geleerde als wat betreft het leren zelf. Sturing heeft op termijn de zelfstandige ontwikkeling van de leerling op het oog.

3.5.1 Oriëntatie van het leerplan

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

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-contextbenadering.		
Tweede en derde graad Derde graad	Wetenschappelijke geletterdheid voor de burger van morgen Voor de studierichtingen in arbeidsmarkt en dubbele finaliteit buiten het STEM-domein. Context-conceptbenadering: nadruk op <u>contextuele</u> structuur.	Wetenschappelijke vorming voor de professional van morgen Voor doorstroomrichtingen die voorbereiden op studies die een brede wetenschappelijke kennisbasis verwachten en voor studierichtingen die een specifieke wetenschappelijke onderbouw nastreven voor studie of beroep. Concept-context- en ook context-conceptbenadering in functie van inhoud in het leerplan.	Doorgedreven wetenschappelijke vorming voor de STEM-professional van morgen Voor de doorstroomrichtingen in het STEM-domein die voorbereiden op studies met een doorgedreven wetenschappelijke onderbouw Concept-contextbenadering: nadruk op <u>conceptuele</u> structuur.

In dit leerplan ligt de nadruk op wetenschappelijke geletterdheid voor de burger van morgen.

3.5.2 Samenhang tussen wetenschappen

Betekenisvol STEM-onderwijs doorbreekt de grenzen van traditionele disciplines en leert verbanden leggen tussen concepten, fenomenen en toepassingen. Deze samenhang komt op drie 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 context-conceptbenadering hanteren;
- de STEM-doelen (vaardigheden) in het leerplan doelgericht combineren met inhoudelijke doelen Leven en/of Materie en/of Energie. 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 rond het analyseren van natuurlijke en technische systemen aan de hand van STEM-concepten in.

Deze drie 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: context-conceptbenadering

Contexten brengen situaties of probleemstellingen naar voren die voor leerlingen betekenis hebben of krijgen doorheen de leeractiviteiten. Concepten zijn belangrijke ideeën in wetenschap. In dit leerplan vinden we ze vooral terug in de rubrieken 'Leven', 'Materie' en 'Energie'.

In een betekenisvolle context vinden we vaak elementen van verschillende vakgebieden en wetenschappelijke disciplines.

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 context). Ook contexten die verwijzen naar de professionele STEM-praktijk kunnen zinvol zijn om de link te leggen tussen algemene vorming en specifieke vorming.

In één richting kunnen contexten motiverend zijn voor leerlingen want zij geven betekenis aan concepten. In de andere richting worden de concepten 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:

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

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 'Natuur en ruimte' en 'Techniek' binnen de eerste graad B-stroom.

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 Leven, Materie en Energie aan bod. Hierdoor kan het schoolteam

verbanden tussen kennis en vaardigheden op verschillende manieren benaderen en meer betekenis geven aan de doelen. Omdat er in STEM-studierichtingen ook STEM-doelen aan bod komen in de richtingsspecifieke leerplannen ontstaan er bijkomende kansen voor transfer over algemene vorming en specifieke vorming heen.

3.5.3 Aandachtspunten bij de leerplandoelen

Leerlingen maken waar relevant gebruik van wiskundige, natuurwetenschappelijke en technologische **concepten**, inzichten, symbolen, vaardigheden en technieken uit leerplandoelen van de tweede graad arbeidsmarktfinaliteit.

4 Leerplandoelen

4.1 Doelen natuurwetenschappen

Het is de bedoeling om de leerplandoelen uit de rubrieken leven, materie en energie in samenhang te realiseren met de leerplandoelen uit de rubriek met de STEM-doelen.

De wenken bij de doelzinnen vormen mogelijkheden om het leerplandoel te realiseren. Het is niet nodig om alle wenken te realiseren om het leerplandoel te bereiken.

4.1.1 Leven

LPD 1 De leerlingen illustreren aan de hand van voorbeelden de diversiteit van virussen, bacteriën en schimmels.

Samenhang eerste graad: leerlingen leiden de wet van eten en gegeten af uit gegeven voedselketens (I-NRT-b LPD 47).

- ✓ Je sluit best aan bij de leefwereld van de leerling en geeft aan dat micro-organismen maatschappelijk en ecologisch belangrijk zijn: bij hygiëne, in voeding, bij verzorging ...
- ✓ Diversiteit van micro-organismen kan aan bod komen bij verschillende soorten gisten als ééncellige schimmels (bakkersgist, brouwersgist, zuurdesem ...), bij soorten bacteriën (melk- en azijnzuurbacteriën vb. in zuurdesembrood, yoghurt, kaas en alcoholische dranken) en bij virussen (griep, wratten, herpes, HIV, SARS-CoV-2, ...).
Het is de bedoeling om de diversiteit te verhelderden zonder te streven naar classificatie.

LPD 2 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 en gedragsregels bij niezen en hoesten, bij begroeten, bij zwemmen.
- ✓ Je kan duiden 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 worden voorkomen.

- ✓ Je kan inspelen op overheids campagnes om het antibioticagebruik in geneeskunde en de dierenteelt te beperken of gericht in te zetten. Ziekenhuisbacteriën zijn voorbeelden van bacteriën die resistent zijn voor antibiotica. 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 aandacht besteden aan één of meerdere van onderstaande mogelijkheden om de negatieve rol van micro-organismen te beperken:
 - bewaringstechnieken in voeding om bederf door micro-organismen te vertragen. Bewaringstechnieken: drogen, roken, pasteuriseren, steriliseren, doorstralen, opleggen in zuur/suiker/alcohol/zout ...;
 - de rol van lichaamseigen micro-organismen en hoe de mens ervoor kan zorgen dat die lichaamseigen micro-organismen beschermd blijven zodat ze hun werk kunnen doen: bv. gebruik van specifieke zepen of reinigingsproducten, invloed van voedingsstoffen of medicijnen op het darmmicrobioom ...
Ook de problematiek van overmatige hygiëne die de goede werking van het immuunsysteem kan verstoren, kan aan bod komen.
- ✓ Je kan het STEM-concept : oorzaak en gevolg (LPD 16) aan bod laten komen bijvoorbeeld bij ziek worden, bij ontstaan van tandbederf en bij voedselbederf als gevolg van contact met virussen, bacteriën en/of schimmels.
- ✓ Je kan de link leggen naar het gemeenschappelijk funderend leerplan rond het beoordelen van bronnen bijvoorbeeld bij misleidende tegenover correcte informatie over mogelijke gevolgen van vaccinatie.

LPD 3 De leerlingen leggen uit hoe de mens de positieve rol van micro-organismen kan beïnvloeden.

★ Positieve rol van het microbiom bij de mens

- ✓ Je geeft aan dat leerlingen op verschillende manieren met de positieve rol van micro-organismen in contact komen: bij yoghurt drankjes, vaccinatie, composteren ... Aan de hand van deze voorbeelden kan de rol van micro-organismen duidelijk gemaakt worden in verschillende domeinen: voedingstechnologie, geneeskunde, ecologie, biotechnologie ...
- ✓ Je kan een microbiom omschrijven als het geheel van micro-organismen (bacteriën, virussen, gisten ...) die in en op het lichaam aanwezig zijn zoals op de huid en in het maag-darmstelsel (darmmicrobioom). De micro-organismen en het organisme (vb. mens) werken samen met voordelen voor beiden.
- ✓ Je kan aandacht besteden aan één of meerdere van onderstaande toepassingen:
 - processen in voedingstechnologie: de productie van kazen, azijn, alcoholische dranken en brood, de fermentatie van thee en cacao ...;
 - industriële processen met micro-organismen: composteerinstallaties, waterzuiveringsinstallaties, de productie van voedingsmiddelen en insuline, de ontwikkeling van een vaccin ...;

- het genetisch manipuleren van micro-organismen door de mens om bijvoorbeeld nuttige stoffen te produceren zoals enzymen (voor reiniging, bleken, leerlooien ...), aroma's (als smaakstof in voedingsmiddelen) en vitamines.
- ✓ Je kan het STEM-concept: stromen van materie (LPD 16) verduidelijken bij voorbeelden van processen waarbij materie wordt omgezet: compostering, het zelfzuiverend vermogen van bodems, oppervlaktewater en septische put door de werking van micro-organismen.

LPD 4 De leerlingen lichten aan de hand van afbeeldingen de bevruchting en de ontwikkeling van de bevruchte eicel bij de mens toe.

★ Eicel, zaadcel, bevruchte eicel, stamcel, embryo, foetus

Samenhang tweede graad: II-MaVo-a LPD 9 (aspecten van relationele en seksuele integriteit)

Samenhang eerste graad: aspecten van de voortplanting komen aan bod: voortplantingsorganen en de fasen in de bevruchting (I-NRT-b LPD 32 tot 36).

- ✓ Een stamcel is een niet-gespecialiseerde cel die nog tot verschillende celtypes kan ontwikkelen zoals bijvoorbeeld een hartcel, levercel of huidcel.
- ✓ Het is de bedoeling om de ontwikkeling van de bevruchte eicel te verduidelijken aan de hand van afbeeldingen. Het is niet de bedoeling om nadruk te leggen op het proces van celdelingen en celdifferentiatie.
- ✓ 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 5 De leerlingen illustreren de invloed van gezondheidsgedrag en leefmilieu op het embryo en de foetus aan de hand van een aantal voorbeelden.

- ✓ Factoren in gezondheidsgedrag: voeding, stress, alcoholgebruik, drugsgebruik, medicijngebruik, roken en sommige ziekten kunnen bij de foetus afwijkingen veroorzaken als de moeder tijdens de zwangerschap met de stof in aanraking komt, deze stof inademt of inneemt, dan wel de ziekte doormaakt. De invloed van positief gezondheidsgedrag: voeding, foliumzuur, beweging kan ook aan bod komen.
- ✓ Factoren in het leefmilieu: bestraling met röntgenstraling, milieuverontreiniging zoals door lood, kwik, pesticiden, microplastics ... kunnen bij embryo en foetus afwijkingen veroorzaken.
- ✓ Je kan de gevolgen van toxoplasmose (infectie veroorzaakt door een parasiet) aan bod laten komen.
- ✓ Je kan het STEM-concept: oorzaak en gevolg (LPD 16) aan bod laten komen bij oorzaken van lichamelijke afwijkingen.



4.1.2 Materie

LPD 6 De leerlingen geven op basis van het deeltjesmodel voorbeelden van zuivere stoffen, bestanddelen, homogene en heterogene mengsels in het dagelijks leven.

Samenhang eerste graad: leerlingen onderscheiden voorbeelden van zuivere stoffen en mengsels in authentieke contexten (I-NRT-b LPD 26) en gebruiken het deeltjesmodel om fysische verschijnselen door temperatuursveranderingen aan te tonen (I-NRT-b LPD 28).

- ✓ Je kan vanuit voorbeelden een homogeen mengsel : kraantjeswater, lucht, mayonaise, lijmen, shampoo, huid crème, margarine omschrijven als een mengsel waarvan je de bestanddelen niet kan onderscheiden met het blote oog. In een heterogeen mengsel zoals beton, fruitsap, muesli of rook kan je die bestanddelen wel onderscheiden.
- ✓ In de omgangstaal wordt vaak gesproken over ‘zuivere lucht’ of ‘zuiver water’ waarmee men bedoelt dat deze stoffen geen gevaarlijke bestanddelen bevatten. Natuurwetenschappelijk bestaat een zuivere stof maar uit één soort deeltjes. Je kan aangeven dat zuivere stoffen heel zeldzaam zijn in de natuur. Voorbeelden van zuivere stoffen: gedestilleerd water, witte suiker, aluminiumpapier, heliumgas in ballonnen.
- ✓ Je kan dit linken aan het STEM-concept: systemen en hun modellen (LPD 16) en het deeltjesmodel gebruiken om dit visueel voor te stellen.

LPD 7 De leerlingen illustreren dat mengsels via eenvoudige scheidingstechnieken kunnen uitgesplitst worden in één of meerdere bestanddelen.

- ✓ Illustreer dit met scheidingstechnieken waar leerlingen in het dagelijks leven mee in contact komen: koffie of thee zetten, bloem zeven, groenten wassen, een eierdooier afscheiden, een zeef in de vaatwasmachine, een stoffilter in de droogkast en de stofzuiger ...
- ✓ Eenvoudige scheidingstechnieken uit het dagelijks leven hebben vaak een specifieke naam zoals zeven, filtreren, decanteren (vet afgieten van saus), uitdampen (inkoken van een saus) ...
- ✓ Het STEM-concept ‘verhouding en hoeveelheid’ (LPD 16) kan aan bod komen bij de deeltjesgrootte als factor in een scheidingstechniek bijvoorbeeld bij de keuze van een zeef. Je kan ook hier het deeltjesmodel gebruiken om scheidingstechnieken toe te lichten (link met STEM-concept ‘systemen en hun modellen’). Je kan dit doel ook koppelen aan het STEM-doel rond ‘probleemoplossen’ (LPD 15) bijvoorbeeld bij het scheiden van een emmer zeewater in zijn bestanddelen: water, zout, zand met verschillende korrelgroottes, schelpen, plastics ...

LPD 8 De leerlingen brengen chemische stoffen en chemische formules in verband met fenomenen of toepassingen in het dagelijks leven.

- ★ Koolstofmonoxide CO, koolstofdioxide CO₂, water H₂O, zuurstofgas O₂ en andere stoffen
- ✓ Illustreer het voorkomen van chemische stoffen door etiketten te raadplegen van consumptieartikelen zoals schoonmaakmiddelen, verzorgingsproducten,

voedingsmiddelen. Je kan dit linken aan het STEM-doel rond 'geïnformeerd gebruiken van materialen en stoffen' (LPD 14).

- ✓ Je kan de link maken met het gevaar voor CO-vergiftiging bij onvolledige verbranding en naar het voorkomen van CO₂: in spuitwater, als veroorzaker van luchtige gaatjes in brood, in uitgeademde lucht, als broeikasgas ...
- ✓ Je kan aandacht besteden aan water als belangrijk bestanddeel van levende organismen, als drinkwater, als oppervlaktewater, als afvalwater, als belangrijk oplosmiddel.
- ✓ Je kan ingaan op het gebruik van zuurstofgas: in de geneeskunde, zuurstoftoevoer om een barbecue aan te blazen, ramen sluiten bij een woningbrand om het vuur niet aan te wakkeren ...
- ✓ Mogelijke andere stoffen die je kan beschouwen: NH₃ (ammoniak), O₃ (ozon), NaCl (keukenzout), CH₄ (methaangas), N₂ (stikstofgas in lucht).
- ✓ Het STEM-concept: oorzaak en gevolg (LPD 16) kan aan bod komen bijvoorbeeld in de aanwezigheid van een chemische stof en daaraan gekoppelde gevolgen. Je kan dan ook de link maken met het STEM-doel rond 'interacties met de samenleving' (LPD 18).

4.1.3 Energie

LPD 9 De leerlingen verklaren fenomenen en toepassingen uit het dagelijks leven aan de hand van kracht of druk.

Samenhang eerste graad: leerlingen tonen met voorbeelden uit het dagelijks leven de uitwerking van krachten aan: zwaartekracht, wrijvingskracht, trek- en duwkracht (I-NRT-b LPD 16). Daarnaast onderzoeken ze de werking van hefboomen en eenvoudige overbrengingen (I-NRT-b LPD 17) en illustreren ze dat landschappen veranderen onder invloed van krachten zoals bij gebergtevorming en aardbevingen (I-NRT-b LPD 18).

- ✓ Bij een keuze voor kracht:
 - Je kan starten met het waarnemen van verschillende soorten bewegingen: rust, constante snelheid, versnellen, vertragen, van richting veranderen. Dit kan goed waargenomen en ervaren worden in een attractiepark en bij een rit op de lijnbus.
 - Veiligheidsaspecten zoals 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 kracht ...
 - Je geeft best ook aandacht aan veiligheidsaspecten bij het effect van krachten zoals airbags en kreukelzones in auto's.
 - Je kan de relatie tussen voorbewegingssnelheid, reactietijd en stopafstand in het verkeer bespreken.
 - Je kan aandacht besteden aan toepassingen van krachten zoals de hefboomwerking bij het inzetten van gereedschappen, het evenwichtig beladen van een (aanhang)wagen, plaatsen van een ladder, opbouwen van een stelling, gebruik van takels in de zorgsector ...
 - STEM-concept dat hier aan bod kan komen: 'stabiliteit en verandering': er is een kracht nodig om de snelheid te veranderen. Er is ook een kracht nodig om de vorm van een voorwerp te veranderen.



- ✓ Bij een keuze voor druk:
 - Druk is de kracht per eenheid van oppervlakte. Denk aan voorbeelden van drukverhoging door de oppervlakte te verkleinen (bijv. spijker, naaldhak, paal, injectienaald, piercing ...) of drukverlaging door de oppervlakte te vergroten (tractorbanden, ski's ...).
 - Je besteedt best aandacht aan veiligheidsaspecten bij gevolgen van druk.
 - Leerlingen kunnen druk op verschillende manieren ervaren of waarnemen: druk in luchtbanden van de fiets, druk in drankverpakkingen, spuitbussen, vernevelaars, druk op de waterleiding, de gasleiding, gasflessen, druk in snelkookpan, de invloed van luchtdruk op het weer, drukverandering op het trommelvlies bij het duiken of vliegen ...
 - STEM-concept dat hier aan bod kan komen: oorzaak en gevolg in veiligheidssituaties zoals de gasdruk in een gesloten volume die toeneemt bij stijgende temperatuur. Je kan dan wijzen op mogelijke gevolgen zoals een verhitte fietsband in de zon die bezwijkt. Je kan ook de functie van een drukventiel demonstreren: de druk verlagen tot een veilige of gewenste waarde. Andere veiligheidsaspecten: 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, geen spuitbussen doorboren.

LPD 10 De leerlingen gebruiken de decibelschaal om fenomenen, toepassingen en veiligheidsaspecten rond geluid uit het dagelijks leven te verklaren.

- ✓ Leerlingen komen in vele situaties met geluid in contact. De decibelschaal wordt gebruikt om het geluidsniveau aan te geven in bijvoorbeeld fuifzalen en om geluidsbegrenzungen in te stellen.
- ✓ Je kan met een applet een indicatie van het geluidsniveau krijgen door meting. Het is zinvol om een aantal vergelijkende metingen te doen van geluidsbronnen en hierbij de decibelschaal te gebruiken.
- ✓ Je kan aangeven dat het kritische geluidsniveau waaraan je permanent kan blootgesteld worden zonder blijvende gehoorschade 80 dB bedraagt. Hogere geluidsniveaus vragen beschermingsmaatregelen (fysiek/PBM of in blootstellingsduur).
- ✓ Je kan aangeven dat een geluidsniveau van 0 dB overeenstemt met de menselijke gehoordrempel en dat het geluidsniveau in een klasomgeving ongeveer 75 dB bedraagt. Je kan een decibelschaal maken en deze illustreren met foto's van geluidsbronnen. Je maakt dan gebruik van het STEM-concept 'verhouding en hoeveelheid'
- ✓ Bij een verdubbeling van de geluidsintensiteit (bijvoorbeeld twee luidsprekers in plaats van één) verhoogt het geluidsniveau met 3 dB en halveert de veilige luisterperiode. De blootstellingsduur is een belangrijk gegeven. Als je de afstand tot de geluidsbron halveert, stijgt het geluidsniveau met 6 dB.
- ✓ STEM-concept dat hier aan bod kan komen: 'oorzaak en gevolg'. Je kan aandacht besteden aan het gegeven dat het menselijk gehoor een zeker recuperatievermogen heeft maar vatbaar is voor permanente gehoorschade. Een veelvoorkomend effect op het menselijk gehoor is tinnitus.

- ✓ Een ander STEM-concept dat hier aan bod kan komen: ‘structuur (vorm) en functie’. Je kan aandacht besteden aan maatregelen om geluidsoverlast te beperken zoals geluidsschermen, gehoorbeschermers, dempende materialen ... en preventie zoals pictogrammen, veiligheidsvoorschriften. Ook gevaren van een hoog geluidsniveau in bijvoorbeeld een hoofdtelefoon kunnen aan bod komen.
- ✓ Je kan aangeven dat gehoorgrenzen (in toonhoogte) persoonsgebonden zijn en kunnen variëren in functie van leeftijd en in functie van persoonlijk gedrag en blootstelling. Ook dieren kunnen heel verschillende gehoorgrenzen hebben.

LPD 11 De leerlingen verklaren fenomenen en toepassingen uit het dagelijks leven aan de hand van de concepten temperatuur en warmte.

Samenhang eerste graad: leerlingen tonen met het deeltjesmodel aan dat temperatuursveranderingen waarneembare fysische verschijnselen waaronder uitzetten, krimpen en verandering van aggregatietoestand veroorzaken (I-NRT-b LPD 28).

- ✓ Je kan aangeven dat in de spreektaal het begrip warmte (“het is warm in het klaslokaal”) vaak gebruikt wordt om iets te zeggen over de temperatuur. Het wetenschappelijk begrip warmte is een soort energie.
- ✓ Je kan aandacht besteden aan één of meerdere van onderstaande mogelijkheden:
 - Je kan het verschil tussen temperatuur en warmte duiden door aan te geven dat je in een woning voortdurend warmte (energie) moet aanvoeren om de temperatuur in de winter constant te houden.
 - Aan de hand van een eenvoudige proef kan je aantonen dat een kookpot met een groot volume water meer warmte-energie nodig heeft om tot koken te brengen: je kan dit waarnemen omdat bij eenzelfde stand van het fornuis meer tijd nodig is.
 - Warmte is transport van energie die kan verlopen via geleiding (bijv. via handvat van kookpan), convectie/stroming (bijv. radiator centrale verwarming) of straling (bijv. zon).
 - Je kan wijzen op het belang van isolatie (gebouwen, kledij, koelkast ...) om het transport van warmte (warmte-lekken) te verminderen. Warmtelekken kan je ontdekken met een infraroodcamera.
 - Je kan aangeven dat het verdampen van water veel energie vraagt zoals het belang van dekselgebruik tijdens het koken aangeeft. Het menselijk lichaam kan onder meer afkoelen door transpireren. Een eenvoudige airco kan de lucht in een ruimte koelen omdat warmte onttrokken wordt aan de omgeving bij het verdampen van water.
 - STEM-concept dat hier aan bod kan komen: structuur en functie. Je kan ingaan op de relatie tussen structuur (vorm) en functie van isolatie, verwarmingselementen, koelvinnen ...
 - Je kan aangeven dat temperatuur geen bovengrens heeft, maar wel een ondergrens: het absolute nulpunt.

LPD 12 De leerlingen maken een visuele voorstelling van de energieomzettingen in een stelsel.

★ De wet van behoud van energie

Soorten energie: mechanische, chemische, thermische, straling, elektrische



Kilowattuur, kilocalorie

Samenhang tweede graad: II-Wis-a LPD 8 (grootheden en eenheden).

Samenhang eerste graad: leerlingen tonen verschillende energiesoorten aan in een systeem: bewegingsenergie, warmte, chemische energie, elektrische energie, stralingsenergie. Ook de energievormen kinetische energie en potentiële energie komen aan bod. (I-NRT-b LPD 20). Daarnaast tonen ze met voorbeelden uit het dagelijks leven aan dat energie van de ene in de andere soort kan omgezet worden (I-NRT-b LPD 21).

- ✓ Het is niet de bedoeling om de energiebalans te berekenen. In de derde graad berekenen leerlingen de hoeveelheid energie, het vermogen en het rendement. Je geeft aan dat kilowattuur en kilocalorie eenheden zijn om de 'hoeveelheid energie' aan te geven.
- ✓ Je kan met een energiemeter het (sluimer)verbruik of het vermogen van verschillende toestellen meten en vergelijken. Je kan energiegebruik ook illustreren aan de hand van consumenteninformatie voor huishoudelijke toestellen. Je kan ook de link leggen met energie die het mogelijk maakt om een gsm functies te laten vervullen en dus de energie van de batterij gebruikt.
- ✓ Soorten energie waarmee leerlingen in het dagelijks leven mee in contact komen zoals: chemische energie (zoals in voedingsmiddelen), elektrische energie (zoals bijv. geleverd door een elektriciteitscentrale of een batterij), stralingsenergie (zoals bijv. geleverd door de zon), bewegingsenergie (zoals bijv. aanwezig in een bewegend voertuig), magnetische energie (zoals door een magneet), warmte.
- ✓ STEM-concepten die hier aan bod kunnen komen: 'systemen en modellen' & 'stromen en behoud van energie'. Je kan een blokschema als visuele voorstelling gebruiken om aan te geven welke soorten energie ingevoerd, uitgevoerd en opgeslagen worden. Je kan aangeven dat een systeem zorgt voor de omvorming: een motor, een generator, een verwarmingselement ... In bijvoorbeeld een haardroger wordt elektrische energie (invoer) omgevormd tot bewegingsenergie (door de motor) en warmte (door de elektrische weerstand).
- ✓ De gemaakte visuele voorstelling kan je beschouwen als een energiebalans. Een inzicht in de energiebalans ontstaat door invoer en uitvoer van energie in een systeem te beschouwen. Je kan tot de vaststelling komen dat niet alle uitgevoerde energie nuttig kan gebruikt worden. Vaak ontstaat warmte als niet-gewenste energie bijvoorbeeld in een automotor. In de derde graad zal men de link leggen naar de energieprestatie van een systeem en het belang van energielabels aangeven. Je kan bij lampen heel eenvoudig de niet-nuttige energie waarnemen onder de vorm van warmte
- ✓ Je kan op basis van waarnemingen tot het besluit komen dat energie niet verloren gaat maar omgezet wordt van de ene soort naar de andere.

4.2 STEM-doelen

Deze doelen komen aan bod in combinatie met doelen uit de leerplanrubrieken 'Leven', 'Materie' en 'Energie'.

LPD 13 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-MaVo-a LPD 23 (geografische hulpbronnen en terreintechnieken); ; II-MaVo-a LPD 24 (gebruik GIS-viewers); II-Wis-a LPD 2 (meetinstrumenten en hulpmiddelen gebruiken).

Samenhang eerste graad: Leerlingen gebruiken hulpmiddelen om metingen, lokalisaties, observaties, experimenten en een terreinstudie uit te voeren. Meetinstrumenten en meetmethoden voor de bepaling van lengte, massa, inhoud/volume, tijd, temperatuur komen aan bod (I-NRT-b LPD 2).

- ✓ Dit doel komt aan bod in natuurwetenschappelijke, technologische en STEM-contexten. In wiskunde zullen leerlingen grootheden en eenheden gebruiken.
- ✓ Voorbeelden van hulpmiddelen en meetinstrumenten: gereedschappen, weegschaal, meetlat, thermometer, chronometer (gsm), decibelmeter (met gsm), manometer (op fietspomp), schuifpasser.
- ✓ Voorbeelden van Natuurwetenschappelijke contexten:
 - meten van het geluidsniveau met een applet;
 - waarnemen van schimmels, bacteriënkolonies met een loep;
 - gebruik van indicatoren.
- ✓ Voorbeelden van Technologische en STEM contexten: energiegebruik van huishoudelijke toestellen, snelheidsmeter op een fiets, drukmeting bij oppompen fietsband.

LPD 14 De leerlingen werken geïnformeerd op een veilige en duurzame manier met materialen, chemische stoffen, technische en biologische systemen.

★ **Veiligheidspictogrammen, [H/P-zinnen](#)**

Samenhang eerste graad: de leerlingen gebruikten en onderhielden systemen duurzaam, doelgericht, veilig en ergonomisch (I-NRT-b LPD 14). Ze pasten ook eenvoudige methodes toe om waarneembare eigenschappen van courante materialen en grondstoffen te onderscheiden ivf een technisch proces (I-NRT-b LPD 29).

- ✓ Het is belangrijk om de attitude te ontwikkelen om geïnformeerd te werken. Dat kan door gebruik te maken van informatie zoals pictogrammen en symbolen op een etiket, handleidingen, onderhoudsvorschriften, instructiekaarten, (werk)tekeningen en richtlijnen i.v.m. het omgaan met chemische en biologische stoffen (bv. aan de hand van infoposters).
- ✓ Duurzaam omgaan met systemen zoals door onderhouden en reinigen van systemen in proefopstellingen.
- ✓ Materialen en chemische stoffen zoals zepen en detergents, ontsmettingsalcohol, veilig omgaan met kleurstoffen en indicatoren.
- ✓ Technische systemen zoals meetinstrumenten, computers, handwerkgereedschappen, glaswerk.



- ✓ Biologische systemen zoals omgaan met afvalproducten van kweekexperimenten, vervaldatum van voedingsmiddelen ...
- ✓ Gebruik als leraar de COS-brochure (Chemicaliën Op School) om op een verantwoorde en veilige manier om te gaan met chemische stoffen op school.

LPD 15 De leerlingen ontwerpen een oplossing voor een eenvoudig probleem aan de hand van natuurwetenschappen, technologie en wiskunde.

★ Probleemoplossend proces:

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

Samenhang tweede graad: II-Wis-a LPD 1 (probleemoplossen).

Samenhang eerste graad: leerlingen pasten een wetenschappelijke methode toe om een aangereikt probleem te onderzoeken (I-NRT-b LPD 1). Ze wendden kennis en vaardigheden uit meerdere [STEM-disciplines](#) geïntegreerd aan om een probleem op te lossen (I-NRT-b LPD 7). Daarnaast passen leerlingen een ontwerp van een technisch systeem aan in functie van de aangereikte vereisten (I-NRT-b LPD 12). Ze gebruiken ook aangereikte [modellen](#) (zoals stappenplannen) om te visualiseren en te beschrijven (I-NRT-b LPD 6).

- ✓ Het is de bedoeling om een kleinschalig probleem te behandelen. Het gaat hier niet om een geïntegreerde proef.
- ✓ Om dit leerplandoel te bereiken wordt vertrokken van een specifieke context of situatie waarin kennis en vaardigheden op een creatieve manier ingezet worden. Leerlingen wegen verschillende oplossingen tegenover elkaar af en maken keuzes. Stappenplannen en zoekstrategieën kunnen dit proces ondersteunen maar vervangen het creatief denken niet. Een probleemoplossend proces verloopt systematisch maar mag niet worden voorgesteld als een uniforme methode die verloopt volgens een vast ritueel of recept.
- ✓ Voorbeelden van problemen die leerlingen kunnen oplossen en die aansluiten bij andere leerplandoelen:
 - 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;
 - een dagmenu samenstellen dat de dagelijkse behoefte aan voedingsstoffen dekt en rekening houdt met verbruik door inspanning en de milieu-impact van voedingsmiddelen;
 - 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 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.
- ✓ Criteria zoals doelstellingen, beschikbaarheid van gegevens, tijd, middelen.
- ✓ Ook in Wiskunde kunnen stappenplannen (algoritmen) en zoekstrategieën (heuristieken) aan bod komen bij het probleemoplossen.

LPD 16 De leerlingen analyseren natuurlijke en technische systemen door gebruik van aangereikte STEM-concepten:

- **oorzaak en gevolg, terugkoppeling;**
- **invloed van verhouding en hoeveelheid op eigenschappen van systemen;**
- **relatie tussen structuur (vorm, opbouw) en functie van een systeem;**
- **systemen en modellen ervan;**
- **stromen en behoud van energie, materie en informatie;**
- **patronen herkennen om te ordenen;**
- **stabiliteit en verandering.**

Samenhang tweede graad: II-Wis-a LPD 3 (verhouding en hoeveelheid).

- ✓ Voorbeelden van technische systemen: gebruiksvoorwerpen, keukentoestellen, woonhuis, transportmiddel.
- ✓ Voorbeelden van natuurlijke systemen: waterkringloop, niet gecultiveerde dieren en planten.
- ✓ De STEM-concepten zijn een hulpmiddel en leidraad om systemen te analyseren. De leerlingen kunnen een overzicht van de STEM-concepten gebruiken bij de analyse.
- ✓ Via de STEM-concepten kunnen leerlingen 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 het leerplandoel.
 - Voorbeelden van ‘oorzaak en gevolg’: gevolgen van de aanwezigheid van een bepaalde chemische stof, de invloed van de temperatuur op de gasdruk in een gesloten volume, gehoorschade als gevolg van blootstelling aan geluid, de negatieve en positieve rol van micro-organismen, invloed van gezondheidsgedrag en leefmilieu.
 - Verhouding en hoeveelheid zoals deeltjesgrootte als factor voor de scheidingstechniek ‘zeven’. Veel grootheden zijn op verhoudingen gebaseerd zoals snelheid en druk.
 - Structuur en functie zoals in maatregelen om geluidsoverlast te beperken, invloed van de oppervlakte op de druk, vormgeving van veiligheidssystemen om te beschermen tegen krachten, temperatuur ...
 - Voorbeelden van modellen van systemen: deeltjesmodel van stoffen, schetsen, (blok)schema's, flowcharts, werktekeningen en recepten.



- Voorbeelden van stromen en behoud van energie: opstellen van een blokschema dat de in- en uitvoer van energie in een systeem weergeeft. Voorbeeld van materiestroom: composteren. Voorbeeld een informatiestroom: verwerken van gegevens in een computer.
- Voorbeelden van patronen bij eenvoudige classificaties: rol van micro-organismen, geluidsbronnen, bewegingen, energiesoorten.
- Stabiliteit en verandering zoals bij de verandering van snelheid. Invloed van verstoringen op de groei van organismen.

LPD 17 De leerlingen beargumenteren keuzes bij het gebruik van technische systemen.

Samenhang tweede graad: II-MaVo-a LPD 17 (uitdagingen om een duurzame wereld te creëren).

Samenhang eerste graad: leerlingen gebruiken en onderhouden systemen duurzaam, doelgericht, veilig en ergonomisch (I-NRT-b LPD 14). Ze testen ook aan de hand van aangereikte hulpmiddelen en methoden of een technisch systeem voldoet aan de behoeften of criteria (I-NRT-b LPD 14).

- ✓ 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.
- ✓ Argumenteren vanuit een concrete taakgerichte situatie 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: huishoudelijke toestellen, voedingsmiddelen, transportsystemen, energiesystemen, gereedschappen, meetinstrumenten.
- ✓ Gebruiken van vergelijkende onderzoeksgegevens en betrouwbare testgegevens zoals productrecensies door officiële betrouwbare bronnen, kwaliteits- en veiligheidslabels, testen door consumentenorganisaties of ervaringsverslagen van gebruikers.

LPD 18 De leerlingen leggen aan de hand van concrete maatschappelijke uitdagingen de onderlinge wisselwerking uit tussen natuurwetenschappen, technische wetenschappen, wiskunde en de maatschappij.

Samenhang tweede graad: II-Wis-a LPD 1 (probleemoplossen/toepassingen in andere domeinen); II-MaVo-a LPD 17, 18, 19, 15 (uitdagingen om een duurzame wereld te creëren, systeemdenken, mondialisering, gelijkenissen en verschillen vroeger en nu).

Samenhang eerste graad: leerlingen illustreren de wisselwerking tussen STEM-disciplines onderling en met de maatschappij (I-NRT-b LPD 9). Ze illustreren ook dat landschappen die ze waarnemen veranderden onder invloed van natuurlijke oorzaken en menselijke ingrepen (I-NRT-b LPD 42).

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

- ✓ Contexten en maatschappelijke uitdagingen zoals klimaatverandering, hernieuwbare energie, zorg en gezondheid, onderwijs, watervoorziening, mobiliteit, leefbare en duurzame steden, oceaanvervuiling kunnen aan bod komen ...
- ✓ De rol van wiskunde om bijvoorbeeld hoeveelheden exact te bepalen, het verloop van evoluties te voorspellen (bijv. verspreiding van een ziekte), om kansen te berekenen ...
- ✓ Je kan aandacht besteden aan de relatie tussen maatschappelijke behoeften zoals voeding, gezondheid, veiligheid, communicatie, comfort, ontspanning ... keuzes en STEM-toepassingen. Een voorbeeld van de historische ontwikkeling in het gebruik van grondstoffen (steen, brons, ijzer ...), landbouwtechnieken, stedenbouw, stoommachines, elektriciteit ... en de hierbij benodigde kennis vanuit wiskunde, wetenschappen en technologie illustreert de STEM-wisselwerking als deel van onze cultuur.
- ✓ Je kan wijzen op het belang van interdisciplinariteit en multiperspectiviteit bij het aanpakken van de grote uitdagingen. Het is de bedoeling om de link te leggen naar de duurzame ontwikkelingsdoelen geformuleerd door de Verenigde Naties (SDG's, Sustainable Development Goals).

5 Lexicon

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.

Deeltjesmodel

In een 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.

Geluidsintensiteit



Geluidintensiteit is een wetenschappelijke maat voor de “sterkte van geluid”. Het is de hoeveelheid geluidsenergie die per seconde op een oppervlak (bijvoorbeeld ons trommelvlies) terecht komt. De eenheid is Watt/m².

Geluidsniveau

Het geluidsniveau is een grootte die gemeten wordt in decibel. Het geluidsniveau in een normale omgeving varieert tussen ca. 30 en 120 decibel. De nulwaarde stemt overeen met een geluidintensiteit bij de gehoordrempel. Het geluidsniveau verloopt logaritmisch.

H/P-zinnen

De Verenigde Naties ontwikkelden een wereldwijd systeem voor classificatie en labeling van stoffen en preparaten (GHS). Een GHS-etiket bevat pictogrammen die gevaren aangeven (GHS-symbolen). Daarnaast komen er ook H- en P-zinnen voor op verpakkingen van gevaarlijke stoffen. H-zinnen omschrijven het gevaar voor milieu en gezondheid. P-zinnen omschrijven veiligheidsaanbevelingen en voorzorgsmaatregelen voor preventie, respons bij blootstelling, opslag, afvalverwerking.

Model

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

Prototype

Model van een ontworpen systeem om te testen en te evalueren op basis van de ontwerpcriteria. Opeenvolgende versies kunnen door aanpassingen evolueren naar een produceerbaar ontwerp.

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 veiligheidsonderwijs voor leerlingen, de aankoop, opslag en het gebruik van chemicaliën, het milieuvriendelijk en veilig afvalbeheer, de inrichting van wetenschapslokalen en de organisatie van praktijklessen. 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 leerlingexperimenten;
- met een demonstratietafel, waar zowel water als elektriciteit voorhanden zijn;
- met de nodige werktafels, lestafels, voldoende opbergruimte, een wasbak en nutsvoorzieningen;
- met voorzieningen voor correct afvalbeheer;
- dat voldoende ruim is om eventueel flexibele klasopstellingen mogelijk te maken.

Toegang tot (mobile) devices voor leerlingen.

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

Om aan probleemoplossend en onderzoeksgericht onderwijs in natuurwetenschappen te doen kan in dit leerplan gebruik gemaakt worden van courante huishoudelijke materialen en producten. Ook



basismateriaal zoals glaswerk (zoals maatbeker, trechter ...), (meet)toestellen (zoals meetlint, thermometer, loep, balans ...), sensoren (zoals in gsm), 2D- en 3D-modellen, informatiefiches (zoals lijst met veiligheidspictogrammen en H- en P-zinnen) is nodig. Dit basismateriaal is afgestemd op de realisatie van de leerplandoelen. De beschikbaarheid van opstellingen om (demo-)experimenten uit te voeren kan de lessen vlotter laten verlopen. Er worden persoonlijke en collectieve beschermingsmiddelen voorzien in functie van de uit te voeren activiteiten.

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) realiseren. [zie disclaimer]

Leerplandoel	Eindtermen
1	ET 6.10
2	ET 6.10
3	ET 6.10
4	ET 6.11
5	ET 6.11
6	ET 6.6
7	ET 6.6
8	ET 6.7
9	ET 6.9
10	ET 6.9
11	ET 6.9
12	ET 6.8
13	ET 6.12
14	ET 6.13
15	ET 6.16; ET 13.11; ET 13.12
16	ET 6.15; ET 13.11
17	ET 6.17
18	ET 6.18

7.1 Eindtermen

6.6 De leerlingen brengen soorten mengsels en scheidingstechnieken in verband met toepassingen uit het dagelijks leven.

Met inbegrip van kennis

*Conceptuele kennis

- Onderscheid tussen een zuivere stof, een bestanddeel en een mengsel op basis van het deeltjesmodel
- Mengsels en scheidingstechnieken in het dagelijks leven
- Soorten mengsels: homogene en heterogene mengsels
- Scheidingstechnieken zoals filtreren, decanteren, uitdampen, zeven

Met inbegrip van context

- De eindterm wordt met context gerealiseerd.

Met inbegrip van dimensies eindterm

Cognitieve dimensie: beheersingsniveau begrijpen

6.7 De leerlingen brengen chemische stoffen en chemische formules in verband met fenomenen of toepassingen in het dagelijks leven.

Met inbegrip van kennis

*Feitenkennis

- Namen en chemische formules van stoffen: CO, CO₂, H₂O, O₂ en andere zoals O₃, NaCl, N₂, CH₄, NH₃

*Conceptuele kennis

- Chemische stoffen en chemische formules in het dagelijks leven

Met inbegrip van context

- De eindterm wordt met context gerealiseerd.

Met inbegrip van dimensies eindterm

Cognitieve dimensie: beheersingsniveau begrijpen

6.8 De leerlingen gebruiken de wet van behoud van energie kwalitatief om energieomzettingen in systemen te beschrijven.

Met inbegrip van kennis

*Feitenkennis

- Energie
- Mechanische energie, chemische energie, thermische energie, stralingsenergie, elektrische energie

*Conceptuele kennis

- Soorten energie: mechanische energie, chemische energie, thermische energie, stralingsenergie, elektrische energie
- Wet van behoud van energie, energiebalans
- Energie-eenheden die niet in het SI voorkomen: kilowattuur, kilocalorie

*Procedurele kennis



- 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

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

Met inbegrip van kennis

*Conceptuele kennis

- Concepten m.b.t.
 - > Mechanica
 - # Geluid: principe van de decibelschaal
 - # Andere zoals snelheid, hefboom, kracht, druk
 - > Thermodynamica zoals temperatuur, warmte
- 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

6.10 De leerlingen leggen in functionele contexten de rol van micro-organismen uit.

Met inbegrip van kennis

*Feitenkennis

- Virus, bacterie en 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

6.11 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

6.12 De leerlingen gebruiken met de nodige nauwkeurigheid meetinstrumenten, 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 arbeidsmarktfinaliteit

*Procedurele kennis

- Gebruiken van hulpmiddelen en meetinstrumenten verbonden aan eindtermen van de tweede graad arbeidsmarktfinaliteit zoals gereedschappen, weegschaal, 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.

6.13 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 richtlijnen i.v.m. het omgaan met chemisch en biologisch afval, instructiekaarten, pictogrammen, symbolen, onderhoudsvorschriften, handleidingen en (werk)tekeningen

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.

6.15 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 arbeidsmarktfinaliteit
- 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 ze af te bakenen en te modelleren

Met inbegrip van dimensies eindterm

Cognitieve dimensie: beheersingsniveau analyseren

6.16 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 arbeidsmarktfinaliteit

*Procedurele kennis

- Toepassen van probleemoplossende strategieën
 - > Definiëren 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

6.17 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 arbeidsmarktfinaliteit
- 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, ...

6.18 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 arbeidsmarktfinaliteit
- 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

Met inbegrip van context

- * Contexten zoals klimaatverandering, hernieuwbare energie, zorg en gezondheid, onderwijs, watervoorziening, mobiliteit, leefbare en duurzame steden, oceaانvervuiling 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 ontwikkelen een onderzoekende houding.° (attitudinaal)

13.12 De leerlingen doorlopen systematisch het probleemoplossend proces in functie van een probleemstelling.

Met inbegrip van kennis

*Conceptuele kennis

- Fases van een probleemoplossend proces:
 - > >Problemen analyseren en definiëren
 - > Probleemoplossingsstrategieën genereren, analyseren en selecteren
 - > Mogelijke oplossingen genereren
 - > Toepassen en evalueren van de oplossing
- Algoritme, heuristiek
- Criteria om een geschikte oplossingsstrategie te bepalen zoals doelstellingen, beschikbaarheid van gegevens, tijd, middelen

*Procedurele kennis

- Toepassing van de fases van het probleemoplossend proces
- Toepassing van specifieke oplossingsstrategieën en specifieke vuistregels
- Toepassing van criteria om een geschikte oplossingsstrategie te bepalen
- Toepassing van reflectievaardigheden

Met inbegrip van dimensies eindterm

Cognitieve dimensie: beheersingsniveau creëren

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
2.2.1	Samenhang binnen de studierichting	9
2.3	Plaats in de lessentabel.....	9
3	Pedagogisch-didactische duiding	9
3.1	Natuurwetenschappen en het vormingsconcept	9
3.2	Krachtlijnen	10
3.3	Opbouw.....	11
3.4	Leerlijnen.....	11
3.4.1	Samenhang met de eerste graad	11
3.4.2	Samenhang in de tweede graad	11
3.5	Aandachtspunten.....	12
3.5.1	Oriëntatie van het leerplan.....	13
3.5.2	Samenhang tussen wetenschappen	13
3.5.3	Aandachtspunten bij de leerplandoelen.....	15
4	Leerplandoelen	15
4.1	Doelen natuurwetenschappen	15
4.1.1	Leven	15
4.1.2	Materie.....	18
4.1.3	Energie	19
4.2	STEM-doelen	22
5	Lexicon en pop-ups	Fout! Bladwijzer niet gedefinieerd.
5.1	Lexicon	27
6	Basisuitrusting	28

6.1	Infrastructuur	29
6.2	Materiaal, toestellen, machines en gereedschappen beschikbaar in de infrastructuur	29
7	Concordantie	30
7.1	Eindtermen.....	31