

Bouwwetenschappen B+S
2de graad D-finaliteit
II-Bou-d

BRUSSEL

D/2021/13.758/011

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 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 leeransen 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

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 komt 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'.

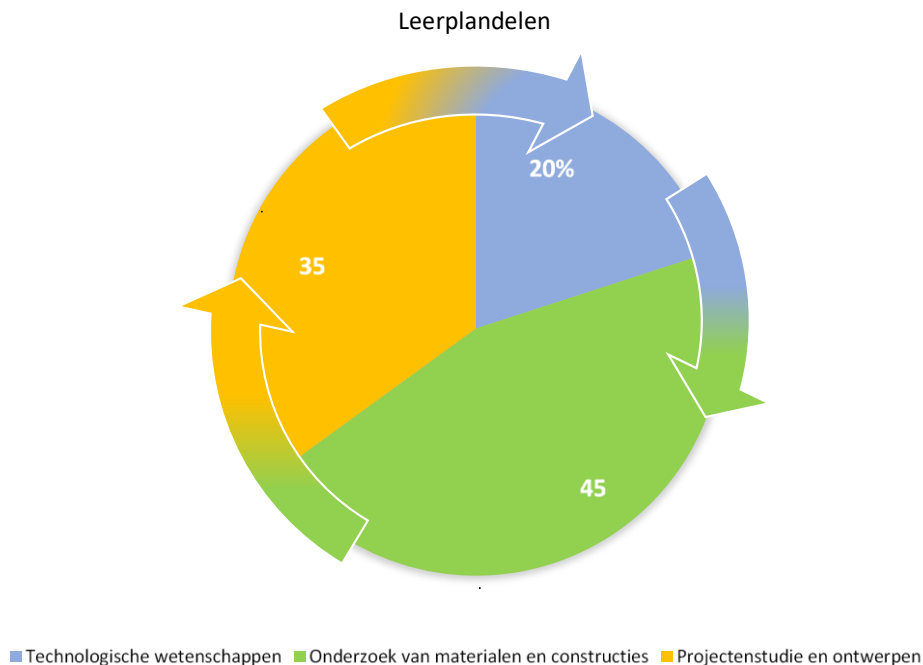
2.2 Samenhang in de tweede graad

Betekenisvol STEM-onderwijs doorbreekt de grenzen van traditionele disciplines en leert verbanden leggen tussen concepten, fenomenen en toepassingen, door de leerlingen een aantal vakdiscipline-overschrijdende werkwijzen te laten ervaren. Dit kan je als leraar realiseren door de leerplandoelen van het leerplan Bouwwetenschappen doelgericht te combineren met inhoudelijke doelen in Aardrijkskunde, Chemie en Wiskunde.



2.3 Plaats in de lessentabel

Het leerplan is gericht op 18 graduren en is bestemd voor de studierichting Bouwwetenschappen. Onderstaande grafiek maakt duidelijk dat de onderdelen aan elkaar gelinkt zijn en niet zonder elkaar kunnen binnen het geïntegreerd projectmatig werken. Zonder in een strakke opdeling in vakken te vervallen kan een mogelijke verdeling van onderdelen over de graad als volgt. [\[zie disclaimer\]](#)



3 Pedagogisch didactische duiding

3.1 Bouwwetenschappen en het vormingsconcept

Het leerplan Bouwwetenschappen is ingebed in het vormingsconcept van de katholieke dialoogschool. In het leerplan ligt de nadruk op de natuurwetenschappelijke en technische vorming en is er een verbinding met wiskundige vorming en maatschappelijke vorming. De wegwijzers duurzaamheid en verbeelding maken er inherent deel van uit.

Natuurwetenschappelijke en technische vorming

Via de verschillende wetenschapsvakken worden jongeren in staat gesteld 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.

In natuurwetenschappelijke en technische vorming wordt kennis opgebouwd vanuit een wetenschappelijke 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.

Tijdens de technisch-wetenschappelijke vorming ontwikkelen de leerlingen hun technologisch denken en vaardig zijn, als ook het probleemoplossend leren en het leren ontwerpen.

Een vlot gebruik van informaticatechnologieën in wetenschappen en technische vorming kan een sterk hulpmiddel zijn. Ook simulatie- en tekensoftware 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 en technologische kennis te verwerven als om te communiceren. Wiskunde is ook een krachtig instrument om complexe problemen te beschrijven en op te lossen. De lessen binnen het leerplan Bouwwetenschappen 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 een dieper inzicht in en appreciatie voor wiskunde verwerven, terwijl ze hun wetenschappelijke en technologische kennis verdiepen.

Maatschappelijke vorming

Wetenschappen en techniek 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 en techniek namelijk in het creëren van een samenleving waarin onderzoeks- & innovatiepraktijken streven naar duurzame, ethisch aanvaardbare en maatschappelijk gewenste resultaten. In de diverse wetenschaps- en technische vakken willen we de maatschappelijke betrokkenheid bij leerlingen bevorderen. Leerlingen moeten in staat worden gesteld om bij te dragen aan en hun zegje te doen over onderzoek & innovatie en om kritisch te reflecteren over de rol van de mens in het systeem aarde.

De **wegwijzers duurzaamheid en verbeelding** kleuren het leerplan Bouwwetenschappen. Werken vanuit duurzaamheid legt sterk de nadruk op de intrinsieke verbondenheid van alle dingen en mensen en het streven naar een betere duurzame wereld. Inhoudelijk gaat het ook om het belang van biodiversiteit en duurzaam omgaan met technologie met aandacht voor het milieu, veilig en ergonomisch werken en circulaire economie. 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 praktijk heeft immers in essentie een creatief karakter.

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

3.2 Krachtlijnen

Computationele, digitale, natuur- en technologisch-wetenschappelijke vaardigheden, denk- en werkwijzen verwerven

In Bouwwetenschappen verwerven leerlingen, op een onderzoekende wijze inzichten in de fysische concepten: elementen van de krachtenleer, bewegingsleer, statisch evenwicht in het vlak, arbeid en energie, druk, elektrische gelijkstroomkringen, elektromagnetisme en thermodynamica. Ze leren



meetinstrumenten gebruiken bij onder ander topografische toepassingen, omgaan met grootheden en eenheden en nieuwe technologieën gebruiken. Daarnaast leren ze ook de structuur en de eigenschappen van stoffen en materialen kennen om geïnformeerd en toepassingsgericht te kunnen werken.

Ontwerpmethoden toepassen, efficiënt modelleren, betrouwbare kennis verwerven in technische processen, technologische en wetenschappelijke methoden

In Bouwwetenschappen leren de leerlingen conceptueel denken en contextgericht te werken. Ze leren hoe natuurwetenschappelijke, technologische en wiskundige modellen te ontwikkelen om te verklaren of om geïntegreerde STEM-oplossingen voor problemen te ontwikkelen. Bouwknopen modelleren in CAD voor BEN- en passiefprojecten zijn het uitgangspunt. Hiervoor is er een sterke verwevenheid met het toepassen van ontwerpmethoden, inzichten in realisatietechnieken, technische processen en systemen noodzakelijk.

Zorg voor het milieu en circulair bouwen vormen een rode draad doorheen de studierichting.

Technische processen en wetenschappelijke methoden toepassen om betrouwbare kennis te verwerven

De leerlingen leren technische processen en systemen ontwikkelen en analyseren met betrekking tot de realisatie van bouwknopen voor BEN- en passiefprojecten. Ze maken gebruik van de nieuwste systemen en technologieën zoals virtual en augmented reality om uitvoeringsvormen, technieken en conflicten te ervaren bij voorbereiding en de uitvoering van bouwprojecten en het verzamelen van digitale data. Ze grijpen de kans om het modelleren in CAD bij te sturen en passen topografische meetmethoden toe.

Interacties duiden tussen wetenschappen, techniek, engineering en wiskunde

De leerlingen leren conceptueel denken en leggen de link tussen de verschillende STEM-disciplines onderling bij een concretisering in context. Daarbij gebruiken ze de STEM-concepten (cross-cutting concepts) als vakoverschrijdende denkwijzen en perspectieven om de uitdagingen aan te pakken of vragen te beantwoorden. Bij het onderzoeken en ontwerpen beargumenteren leerlingen de gemaakte keuzes. Daarnaast onderzoeken zij interacties tussen STEM en samenleving.

3.3 Opbouw

De leerplandoelen zijn samengebracht in de clusters STEM-doelen, Technologische wetenschappen, Onderzoek van materialen en constructies, Projectenstudie en ontwerpen, Preventie:

STEM-doelen

Deze doelen bieden ruimte aan de leraar om tussen kennis en vaardigheden verbanden te leggen vanuit een systematische benadering, toegepast op meerdere inhouden en contexten:

- wetenschappelijke methoden voor onderzoek;
- technische processen en technische systemen onderzoeken;
- keuzes beargumenteren;
- modelleren en problemen oplossen in techniek;
- interacties tussen wetenschap, techniek, engineering en wiskunde.

Leerplandoelen Bouwwetenschappen

De leerplandoelen zijn geordend volgens onderstaande clusters:

- Technologische wetenschappen
 - De wetten van Newton

- Bewegingsleer
- Statisch en dynamisch evenwicht in het vlak
- Arbeid en energie
- Thermodynamica
- Druk
- Gelijkstroomkringen
- Elektromagnetisme
- Onderzoek van materialen en constructies
 - Materiaalkunde
 - Constructies
- Projectenstudie en ontwerpen
 - Projectenstudie
 - Vormgeving
 - Ontwerpen
 - Topografie
- Preventie

3.4 Leerlijnen

3.4.1 Samenhang met de eerste graad

De STEM-doelen in het leerplan Bouwwetenschappen zijn overkoepelende, breed-wetenschappelijke werkwijzen/procedures. Ze verwijzen naar karakteristieke werkwijzen die terug te vinden zijn bij onderzoekers, ingenieurs, ontwerpers, technici ... Ze bouwen voort op de STEM-doelen (in het leerplan Natuur, ruimte & techniek of de aparte leerplannen Aardrijkskunde, Natuurwetenschappen, Techniek in de eerste graad.

De leerlingen maakten kennis met een technisch proces en een wetenschappelijke methode, waarbij het leren onderzoeken/ontwerpen en het ontwerpen/onderzoekend leren centraal staat.

3.4.2 Samenhang in de tweede graad

Bouwwetenschappen heeft een samenhang met Wiskunde, Biologie, Chemie en Aardrijkskunde. In Wiskunde leren leerlingen probleem oplossen, rekenen met reële getallen, 2D-voorstellingen van 3D-situaties analyseren, rekenen met vectoren, formules omvormen, eerstegraadsfuncties gebruiken, verbanden beschrijven en beschrijvende statistiek. Via de STEM-doelen is het ook interessant samen te werken met het vak Biologie en Chemie. In functie van een duurzame samenleving is er een samenhang met Aardrijkskunde.

3.4.3 Samenhang met de derde graad

Bouwwetenschappen in de tweede graad D-finaliteit is de logische studierichting voor de studierichting Bouw- en houtwetenschappen in de derde graad D-finaliteit.

3.4.4 Samenhang binnen de finaliteit

	Bouwwetenschappen	Biotechnologische STEM-wetenschappen	Technologische wetenschappen
STEM-doelen	Gevorderde STEM-engineering	Gevorderde STEM-engineering	Gevorderde STEM-engineering



Chemie	Materiaalkunde m.i.v. elementen uitgebreide chemie	Uitgebreide chemie	Uitgebreide chemie
Biologie		Uitgebreide biologie	
Fysica	Mechanica: Kracht Beweging Statisch evenwicht Arbeid, energie	Mechanica: Kracht Beweging Statisch evenwicht Arbeid, energie	Mechanica: Kracht Beweging Statisch evenwicht Arbeid, energie
Wiskunde	Uitgebreide wiskunde i.f.v. wetenschappen	Uitgebreide wiskunde i.f.v. wetenschappen	Gevorderde wiskunde
Bouwkunde	Bouwkunde		
Constructieleer	Constructieleer		Constructieleer
Elektronica			Elektronica
			Hydrostatica
Thermodynamica	Thermodynamica	Thermodynamica	Thermodynamica
Informatica	Algoritmen en programmeren, modelleren en simuleren	Algoritmen en programmeren, modelleren en simuleren	Algoritmen en programmeren, modelleren en simuleren, Software ontwikkeling, informatie- en databaseer, computer- en netwerkkarchitectuur
Kunstbeschouwing	Toegepaste kunstbeschouwing		
	CAD		CAD

3.4.5 Samenhang over de finaliteiten heen

	D-finaliteit Bouwwetenschappen	D/A-finaliteit Bouwtechnieken/Houttechnieken	A-finaliteit Bouw/Hout/Schilderen en decoratie
STEM-doelen	Gevorderde STEM-engineering	Gevorderde STEM	STEM-doelen
Chemie	Materiaalkunde m.i.v. elementen uitgebreide chemie	Toegepaste materiaalkunde	
Fysica	Mechanica: Kracht Beweging Statisch evenwicht Arbeid, energie	Mechanica: Kracht Beweging Statisch evenwicht Arbeid, energie	
Wiskunde	Uitgebreide wiskunde i.f.v. wetenschappen, cesuurdoelen	toegepaste wiskunde, cesuurdoelen	
Bouwkunde	Gevorderde bouwkunde	Toegepaste bouwkunde	
Constructieleer	Constructieleer	Constructieleer	
Thermodynamica	Thermodynamica	Thermodynamica	
Informatica	Algoritmen en programmeren,	Software bewerken	Software gebruiken

	modelleren en simuleren		
Kunstbeschouwing	Toegepaste kunstbeschouwing		
Studierichting gerelateerd	- Onderzoek van constructies en materialen. - Projectenstudies en ontwerpen	Onderzoek	Opdracht procesmatig voorbereiden m.i.v. onderzoek op materialen en constructies, uitvoeringstechnieken, digitale toepassingen
		Organisatie	
		Realisatie	Opdracht volgens voorbereiding realiseren
	CAD	CAD	CAD

3.5 Aandachtspunten

Om efficiënt het leerplan te implementeren is het belangrijk om **het leerplan als één geheel** te beschouwen waarbij de STEM-doelen, technologische wetenschappen, onderzoek van materialen en constructies, projectenstudie en ontwerpen, zoveel als mogelijk aan elkaar gelinkt zijn en niet zonder elkaar kunnen. De leerplandoelen rond de technologische wetenschappen worden zo sterk mogelijk gerealiseerd binnen de context van bouwprojecten. De ordening in clusters leidt niet tot een organisatie van afzonderlijke vakken. Het is evident dat hiervoor een sterk en goed samenwerkend lerarenteam noodzakelijk is om bij te dragen tot het lescomfort van zowel de leerlingen als de leraar.

Het lerarenteam dient de leerplandoelen te spreiden over de twee leerjaren, overleg en een planmatige aanpak, gelijkgericht werken, evalueren, remediëren en feedback is hierbij noodzakelijk.

De focus van dit leerplan beperkt zich tot de residentiële contexten van zowel massiefbouw als van houtbouwmethodes.

Zorg voor het milieu en circulair bouwen vormen een rode draad doorheen de studierichting. Dit is ondersteunend bij een brede visieontwikkeling rond duurzaam bouwen en wonen. Zo kunnen leerlingen uitgedaagd worden om na te denken over de ideale woning van de toekomst, het wonen anders gaan beleven zoals bijvoorbeeld bij co-housing, kangoeroewoningen ... het doordacht gebruiken van producten, hergebruik van water en materialen, het collectief inzetten van systemen.

Om de beroepsgerichte vorming in de D/A- en de A-finaliteit effectief te realiseren, is het van belang dat leerlingen een aantal generieke competenties verwerven. Zij fungeren als onderbouw van de beroepsgerichte vorming, ze zijn de voorwaarde om die vorming te kunnen realiseren. In sommige gevallen worden die generieke competenties in het leerplan binnen specifieke doelen uitgediept of geconcretiseerd, maar in alle gevallen is het belangrijk dat je er als leraar en lerarenteam oog voor hebt. Je vindt die generieke onderbouwende competenties voorafgaand aan de eigenlijke leerplandoelen.

3.6 Leerplanformularium

Ter ondersteuning van de leerplandoelen werden de formules eigen aan het leerplan opgenomen in een leerplanformularium. Hierin werd een onderscheid gemaakt in formules met het label 'te kennen, te begrijpen en toe te passen' enerzijds en formules 'te begrijpen en toe te passen' anderzijds. De formules uit de kolom 'te begrijpen en toe te passen' kunnen in formularium aangereikt worden voor de leerling.



3.6.1 Mechanica

De wetten van Newton, bewegingsleer, statisch evenwicht in het vlak, materialenleer

Minimum te kennen, begrijpen, toepassen	Te begrijpen, toepassen
2 ^{de} wet van Newton $F = m \cdot a$	Wrijvingskracht $F_w = \mu \cdot F_n$
Zwaartekracht $F = m \cdot g$	Veerkracht $F = k \cdot \Delta l$
	Krachtsmoment $M = r \cdot F \cdot \sin\alpha$
Gemiddelde snelheid $v_g = \frac{\Delta x}{\Delta t}$	
Gemiddelde versnelling $a_g = \frac{\Delta v}{\Delta t}$	
	Wet van Hooke $\sigma = E \cdot \varepsilon$ en $M = C$.

3.6.2 Arbeid, energie, vermogen en rendement

Te kennen	Te begrijpen, toepassen
Rendement $\eta = E_{nuttig}/E_{totaal}$	
Gemiddeld vermogen $P = \frac{\Delta E}{\Delta t}$	Joule-effect $Q = R \cdot I^2 \cdot \Delta t$
Vermogen $P = U \cdot I$	
	Gravitatie-energie $E = m \cdot g \cdot h$
	Elastische energie $E = \frac{1}{2} \cdot k \cdot (\Delta l)^2$
	Kinetische energie $E = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2$
	Elektrische energie $E = Q \cdot V$
	Stralingsenergie $E = h \cdot f$
	Arbeid door constante kracht $W = F \cdot \Delta x \cdot \cos\alpha$

3.6.3 Elektriciteit

Gelijkstroomkringen, elektrostatica, elektromagnetisme en inductie, elektronica

Te kennen	Te begrijpen, toepassen
Stroomsterkte $I = \Delta Q / \Delta t$	
Wet van Ohm $U = I \cdot R$	Wet van Pouillet $R = \rho \cdot \frac{l}{A}$
Geleidbaarheid $G = \frac{I}{U}$	
	Coulombkracht $F = k \cdot \frac{Q_1 \cdot Q_2}{r^2}$
	Elektrische veldsterkte in een punt $E = k \cdot \frac{Q}{r^2}$
	Homogeen elektrisch veld $E = \frac{U}{d}$
	Capaciteit van een condensator $C = \frac{Q}{U}$ en $C = \varepsilon \cdot \frac{A}{d}$

	Magnetische inductie bij een stroomvoerende rechte geleider $B = \frac{\mu \cdot I}{2\pi \cdot r}$
	Magnetische inductie bij een stroomvoerende spoel $B = \frac{\mu \cdot I \cdot N}{l}$
	Kracht op een stroomvoerende geleider in een magnetisch veld $F = B \cdot l \cdot I \cdot \sin \alpha$
	Magnetische flux $\phi = A \cdot B \cdot \cos \alpha$
	Inductiespanning $U = -N \frac{\Delta \phi}{\Delta t}$
	Zelfinductie $U = -L \frac{\Delta I}{\Delta t}$

3.6.4 Druk in vaste stoffen, vloeistoffen en gassen, thermodynamica

Hydrostatica, thermodynamica

Te kennen	Te begrijpen, toepassen
Druk $P = \frac{F}{A}$	Hydrostatische druk $p = \rho \cdot g \cdot h$
Ideale gaswet $p \cdot V = n \cdot R \cdot T$	Totale druk in vloeistoffen $p = p_0 + \rho \cdot g \cdot h$
	Merkbare warmte $Q = c \cdot m \cdot \Delta T$
	Latente warmte $Q = l \cdot m$

4 Leerplandoelen

4.1 STEM-doelen

Deze doelen bieden ruimte aan de leraar om verbanden te leggen tussen kennis en vaardigheden vanuit een systematische benadering, toegepast op meerdere inhoud en contexten en te realiseren met de leerplandoelen uit de clusters technologische wetenschappen, onderzoek van materialen en constructies, projectenstudie en ontwerpen. Het is niet de bedoeling om de STEM-doelen op zichzelf te realiseren.

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 of 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: In de eerste graad onderzoeken leerlingen een aantal systemen en verschijnselen in aardrijkskunde, natuurwetenschappen en techniek (NRT LPD 1).

- ✓ Je kan dit leerplandoel in samenhang zien met LPD 4.



- ✓ Je kan aandacht besteden aan goede observaties waarin een aantal variabelen (afhankelijke versus onafhankelijk) kunnen worden onderscheiden. Deze geven vaak spontaan aanleiding tot interessante onderzoeksvragen.
- ✓ Je kan de leerlingen leren waarnemen en hoe data te verzamelen en te analyseren uit grafieken, tabellen, diagrammen en grafische voorstellingen en deze te interpreteren en kritisch omgaan met de bekomen informatie.
- ✓ Criteria voor een onderzoeksvraag en hypothese kunnen zijn: onderzoekbaar, ondubbelzinnig, afgebakend, relevant, beknopt. Criteria voor conclusies kunnen zijn: gebaseerd op onderzoek, bondig, relevant, eenduidig, gestructureerd. Criteria voor conclusies kunnen zijn: gebaseerd op onderzoek, bondig, relevant, eenduidig, gestructureerd.
- ✓ In wetenschap 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 deze confronteren met waarnemingen. Het aanbieden van taalsteun kan hierbij helpen. Het is daarom niet de bedoeling om alle mogelijke deelvaardigheden van een wetenschappelijke methode in de klaspraktijk voor te stellen als een vast ritueel of een recept.
- ✓ je kan overleggen met de leraar Biologie-Chemie om na te gaan op welke wijze dit leerplandoel gerealiseerd wordt.

LPD 2 De leerlingen analyseren natuurlijke en technische systemen door gebruik van aangereikte STEM-concepten (cross-cutting concepts):

- energie, materie en informatie;
- oorzaak en gevolg, terugkoppeling;
- patronen;
- verhouding en hoeveelheid;
- stabiliteit en verandering, storingen;
- structuur en functie;
- systemen en modellen.

Samenhang eerste graad: In de eerste graad herkennen leerlingen verschillende energievormen (NRTa LPD 26) en leiden ze energieomzettingen af in systemen (NRTa LPD 29). Daarnaast gebruiken ze aangereikte en zelfgemaakte modellen of simulaties (NRTa LPD 5). Aan de hand van het deeltjesmodel verklaren ze eigenschappen van materie. In wiskunde bepalen leerlingen de evenredigheidsfactor bij recht evenredige grootheden: schaal, constante snelheid (WISa LPD 36). Leerlingen onderzoeken ook stabiliteit van structuren (NRTa LPD 24). De leerlingen hebben reeds een zekere vertrouwdheid met het gebruik van specifieke modellen die een systeem of verschijnsel benaderd weergeven zoals deeltjesmodel, atoommodel, molecuulmodel, periodiek systeem, vectormodel, stroommodel, anatomisch model, terugkoppelingsschema.

- ✓ Je kan dit leerplandoel in samenhang zien met LPD 27, 34, 38.

- ✓ De leerlingen leren vanuit natuurlijke systemen de verbinding te maken Met STEM-concepten zoals bij het ontstaan van natuursteen, stollingsgesteente – afgekoeld magma, afzettingsgesteente – kristallisatie, metamorfose gesteente – druk en hoge temperaturen.
- ✓ Technische systemen kunnen zijn:
 - ontginning natuursteen, verzagen en bewerken.
 - gebakken steen en dakpannen, productieproces van betonproducten.
- ✓ 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 aanwenden.
- ✓ In functie van de studierichting Bouwwetenschappen kan je verbanden leggen tussen de STEM-concepten met natuurlijke en geforceerde ventilatie, zonneboiler en fotovoltaïsche cellen, waterzuiveringsinstallatie, rietveld, verwerking van bouwmaterialen in binnen- en buitentoepassingen, duurzaamheid.
- ✓ Je kan aandacht besteden aan oorzaak en gevolg zoals in toestandsveranderingen, fysisch-geografische processen, milieu- en gezondheid.
- ✓ Je kan aangeven dat terugkoppeling een grootheid in regelsystemen stabiel houdt zoals de temperatuur in een verwarmingssysteem.
- ✓ Je kan patronen zoals in kenmerken van organismen, systemen, landschappen... laten ontdekken als basis voor classificatie, ordening en optimalisering. Grafieken, diagrammen en kaarten kunnen helpen om patronen te ontdekken.
- ✓ Veel grootheden zijn op verhoudingen gebaseerd zoals snelheid, dichtheid, concentratie, vergrotingsfactor.
- ✓ Structuur en functie: functies worden verklaard met de vorm en omgekeerd. Je kan voor een systeem aangeven dat vertrouwde vormen niet willekeurig zijn maar kunnen worden verklaard door de functie (voorbeeld de punt van een nagel).
- ✓ Je kan overleggen met de leraar Biologie-Chemie om na te gaan op welke wijze dit leerplandoel gerealiseerd wordt.

LPD 3 De leerlingen ontwerpen een oplossing voor een technisch probleem door concepten uit wiskundige, natuurwetenschappelijke en technologische wetenschappen geïntegreerd toe te passen.

- ★ Technisch proces en opstellen van een planning
 - Probleem ontleden, bepalen van strategieën, criteria en deelproblemen;
 - Oplossingsmodellen, technische modellen vooropstellen en bespreken om keuzes te bepalen, vast te leggen en te plannen;
 - Analyseren van technische informatie;
 - Realiseren van een prototype, testen en evalueren;
 - Reflecteren over het resultaat, de toegepaste oplossingen, technieken en materialen;



- Rapporteren over het ontwerpproces en resultaat

Inzetten van computationele vaardigheden

Toepassen van probleemoplossende strategieën

Samenhang tweede graad: II-WisVB-d LPD 1

Samenhang eerste graad: In de eerste graad doorlopen leerlingen een probleemoplossend proces waarbij kennis en vaardigheden uit meerdere STEM-disciplines geïntegreerd worden aangewend (NRTa 6), ontwerpen leerlingen een systeem (NRTa 13) en hebben de leerlingen reeds een conceptueel inzicht verworven in een technisch proces (NRTa 11).

- ✓ Dit leerplandoel kan je realiseren in samenhang met LPD 1 en 38. Je laat elke [STEM-discipline](#) minstens met één andere STEM-discipline geïntegreerd aan bod komen.
- ✓ Je kan de leerlingen leren te werk te gaan met een gestructureerde aanpak, het opstellen van een planning en het toepassen van een wetenschappelijke onderzoeksmethode.
- ✓ De leerlingen kunnen probleemoplossende strategieën leren hanteren zoals bij het definiëren van het probleem, bepalen van criteria voor de oplossing, identificeren van deelproblemen, bedenken van mogelijke oplossingen voor deelproblemen, testen, evalueren en bijsturen van de totaaloplossing.
- ✓ De leerlingen kunnen criteria en specificaties bepalen zoals duurzaamheid, klimaat, ecologie, veiligheid, ergonomie, esthetisch, ethisch.
- ✓ De leerlingen kunnen hedendaagse, relevante maatschappelijke problemen en uitdagingen hanteren in het kader van duurzame ontwikkeling, klimaatwijken.
- ✓ Leerlingen leren technische modellen bedenken en oplossingen analyseren.
- ✓ Je kan de leerlingen oplossingen laten bedenken om bouwknoppen op een correcte manier te isoleren.
- ✓ Je kan oplossingen laten ontwerpen om tot goede verhoudingen te komen voor een klein bouwproject. Hierbij kan de relatie gelegd worden met de gulden snede in een wiskundig benadering.
- ✓ Je kan leerlingen een prototype met bouw- en houtmaterialen, systemen en technieken laten realiseren.
- ✓ Je kan computationele vaardigheden laten toepassen voor het opstellen van een flowchart, programmeren, modelleren en simuleren.

LPD 4 De leerlingen beargumenteren keuzes bij het ontwerp en het gebruik van technische systemen en andere STEM-oplossingen.

Samenhang eerste graad: de leerlingen beargumenteren keuzes die ze maken om een wiskundig, wetenschappelijk, technologisch of STEM-probleem op te lossen (NRTa 1).

- ✓ Je kan de leerlingen wiskundige, natuurwetenschappelijke en technologische concepten leren hanteren om het beargumenteren te ondersteunen.

- ✓ Je kan werken vanuit volgende invalshoeken zoals ecologisch, duurzaamheid, klimaat, ethisch, cultureel, technisch, ergonomisch, veiligheid, economisch, maatschappelijk.
- ✓ Je kan samen met de leerlingen criteria bepalen om juiste keuzes te maken. Deze kunnen zijn: behoeften, duurzaamheid, klimaat, ecologie, veiligheid, kwaliteit, ergonomie, esthetisch, ethisch.
- ✓ Je kan de leerlingen leren omgaan met weerstand en kritiek bij het aanbrenen van argumenten. Het kritisch leren bekijken van de eigen keuze is een belangrijke vaardigheid.
- ✓ De leerlingen kunnen gebruik maken van aangereikte en zelfontwikkelde modellen, dit kunnen schaalmodellen zijn, maar ook 3D beeldvorming.
- ✓ De keuze van een model en constructie kan kritisch bekeken worden door een VR bril, om zo een betere inschatting te maken van het geheel, zijn opbouw en samenstelling.

LPD 5 De leerlingen onderzoeken aan de hand van concrete maatschappelijke uitdagingen de wisselwerking tussen natuurwetenschappen, technische wetenschappen, wiskunde en de maatschappij.

Samenhang tweede graad: II-BiCh-d LPD S4; II-WisVB-d LPD 1

Samenhang eerste graad: In de eerste graad illustreren de leerlingen de wisselwerking tussen STEM-disciplines onderling en met de maatschappij (NRTa 9) en geven ze toepassingsvoorbeelden van Wiskunde (WISa LPD 9).

- ✓ Je kan gebruik maken van de duurzame ontwikkelingsdoelen zoals geformuleerd door de internationale gemeenschap (SDG's), om de wisselwerking en uitdagingen te duiden.
- ✓ Als wisselwerking tussen verschillende STEM-disciplines kan je de samenstelling van het bouwteam, de verantwoordelijkheden en verwachtingen van de bouwheer, de architect, de EPB-verslaggever, veiligheidscoördinator e.a. bespreken
- ✓ Je besteedt hierbij ook aandacht aan ruimtelijke ordening: bodembestemmingsplannen, RUP's, MER's, gewestplannen, verkavelingsplannen, inplantingsplan e.a.
- ✓ De leerlingen worden geïnformeerd over het doel van het omgevingsloket en stedenbouwkundige documenten.
- ✓ Je kan aandacht besteden aan het vergunningsbeleid: melding, kapvergunning, vergunning en vrijstelling van vergunning.
- ✓ De leerlingen leren gedurende de studierichting denken en handelen vanuit BIM.
- ✓ Contexten en maatschappelijke uitdagingen zoals klimaatverandering, hernieuwbare energie, zorg en gezondheid, onderwijs, watervoorziening, mobiliteit, leefbare en duurzame steden, oceaanvervuiling, infiltratie, waterlopen.
- ✓ Je kan Wiskunde, Wetenschappen en Technologie aanbrenen als onderdeel van culturele ontwikkeling. Je kan dit horizonverruimend illustreren door linken te leggen met actualiteit over 'onderzoek en ontwikkeling'. Ook historische ontwikkelingen



kunnen verhelderend werken. Je kan het belang van interdisciplinariteit en multiperspectiviteit duiden bij het aanpakken van grote uitdagingen.

- ✓ Je kan aandacht besteden aan de ketting van grondstof tot afgewerkt product, ecologische voetafdruk bij online bestellingen, duurzaam omspringen met materialen, hergebruik en circulaire economie.
- ✓ Je kan werken vanuit volgende Invalshoeken: ecologisch, ethisch, cultureel, technisch, economisch, maatschappelijk.
- ✓ Je kan de leerlingen bij het ontwerp laten inspelen op een toekomstig klimaatbeleid, waterbeheer, wateropvang, infiltratie, drainage. Je kan dit horizonverruimend illustreren door linken te leggen met actualiteit over 'onderzoek en ontwikkeling'. Ook historische ontwikkelingen verhelderen deze wisselwerking en laten wiskunde, wetenschappen en technologie zien als culturele ontwikkeling.
- ✓ Je kan leerlingen de woning van de toekomst laten ontwerpen rekening houdend met maatschappelijke uitdagingen zoals dichtbevolkte gebieden en hoe daarop anticiperen.
- ✓ je kan overleggen met de leraar Biologie-Chemie om na te gaan op welke wijze dit leerplandoel gerealiseerd wordt.

LPD 6 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.

★ Topografische toepassingen

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

- ✓ De leerlingen leren moderne, digitale meetapparatuur en hulpmiddelen voor topografische toepassingen gebruiken.
- ✓ De leerlingen kunnen ook andere hulpmiddelen en meetinstrumenten gebruiken: weegschaal, pH-meter en -indicatoren, thermometer, maatbeker, pipet, gereedschappen, decibelmeter, chronometer, zeven ...
- ✓ Je kan samen met de leerlingen de evolutie in moderne meetapparatuur opvolgen om op de hoogte te blijven van de modernste technieken. Bedrijfspartners kunnen daarbij ondersteunend zijn.
- ✓ Als voorbeeld van een natuurwetenschappelijke context kan je aandacht besteden aan het meten van het geluidsniveau met een decibelmeter en verbinding maken met opgelopen gehoorschade tijdens de arbeidsloopbaan en de noodzaak om gehoorbescherming te gebruiken.
- ✓ Je kan dit doel realiseren in functie van de topografische toepassingen bij het uitzetten van referentiepunten voor een bouwwerk en riolering.
- ✓ Je kan opmetingen doen van een beperkt terrein.

LPD 7 De leerlingen gebruiken op een gepaste manier meetwaarden, grootheden en eenheden in natuurwetenschappelijke, technologische en STEM-contexten.

- ★ Omgaan met meetnauwkeurigheid en meetfouten opsporen
- Schatten van grootheden aan de hand van referentiepunten
- Gebruik maken van vuistregels voor de bepaling van het aantal beduidende cijfers
- Herleiden van courante eenheden
- Onderscheid maken tussen vectoriële en scalaire grootheden
- Gebruiken van notaties met machten van 10: ingenieursnotatie

Samenhang tweede graad: II-WisVB-d LP 1

Samenhang eerste graad: In de eerste graad gebruiken leerlingen juiste grootheden en courante eenheden in een correcte weergave en herleiden in functie van de context: lengte, oppervlakte, massa, inhoud/volume, tijd, spanning, temperatuur, kracht en energie (NRTa LPD 3). In Wiskunde passen de leerlingen benaderingstechnieken toe: zinnig afronden en schatten (Wis a LPD 2) en passen ze rekenregels van machten met gehele exponenten toe (Wis a LPD 16).

- ✓ Je kan de lessen starten met een link naar het mathematische in Fysica bijvoorbeeld aan de hand van een film over de machten van 10 en visualisaties van dimensies in de natuur. Je kan aangeven dat Fysica op zoek is naar de basiswetten in de natuur die geldig zijn tot in de verste en kleinste uithoeken van het universum. Fysica gaat ervan uit dat de natuur logisch in elkaar steekt, kan begrepen worden met een wiskundige taal, en vrij is van tegenspraak; bv. bewegingswetten moeten niet enkel op aarde gelden maar overal, anders hebben we de juiste wetten nog niet gevonden.
- ✓ Je kan de leerlingen notaties met machten van 10 zoals wetenschappelijke notatie, ingenieursnotatie leren gebruiken.
- ✓ 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.

LPD 8 De leerlingen onderzoeken verbanden tussen grootheden op kwantitatieve wijze.

Samenhang eerste graad: In de eerste graad komen leerlingen vanuit omtrek, oppervlakte en inhoud/volume (WISa LPD 28) in contact met verschillende verbanden (lineair, kwadratisch en kubisch). Daarnaast leggen leerlingen het verband tussen enerzijds recht- en omgekeerd evenredige verbanden en hun voorstellingswijzen (WISa LPD 35). Daarnaast voeren leerlingen een eenvoudig statistisch onderzoek uit (WISa LPD 37 tot LPD 41) en gebruiken en interpreteren ze hierbij voorstellingswijzen.

- ✓ De leerlingen leren: recht en omgekeerd evenredig verband, lineair verband, kwadratisch verband.
- ✓ Je kan de leerlingen grafieken en tabellen leren interpreteren en gebruiken in functie van bouwmaterialen, bouwknopen e.a.
- ✓ Je kan volgende verbanden tussen grootheden aanbrengen:



- tussen massa en volume of inhoud;
- tussen stroomsterkte en spanning;
- tussen de grootte van de zwaartekracht en de massa;
- tussen temperatuurverandering, warmtehoeveelheid en massa.

4.2 Technologische wetenschappen

4.2.1 De wetten van Newton

LPD 9 De leerlingen stellen een kracht, snelheid en versnelling vectorieel voor.

Samenhang tweede graad: II-WisVB-d- LPD 15

- ✓ Dit leerplandoel kan gerealiseerd worden in samenhang met de leerplandoelen over kracht en beweging.
- ✓ Je besteedt ook aandacht aan soorten krachten/veld zoals wrijvingskracht, normaalkracht, zwaartekracht, zwaartevelddsterkte, veerkracht, reactiekracht.
- ✓ Je besteedt ook aandacht aan het voorstellen van krachtwerking ten opzichte van een punt, lijn of vlak (Trek, druk, doorbuiging, knik, torsie en wrijving of afschuiving).
- ✓ Je kan als voorbeeld aanreiken het aangrijpen van de zwaartekracht op een constructie, het zwaartepunt van een bouwelement (betonblok als rechthoek, stalen ligger met I-vorm).

LPD 10 De leerlingen onderzoeken de drie wetten van Newton en passen wetmatigheden toe:

- **traagheidswet, rust en beweging;**
- **verband tussen kracht, massa en versnelling;**
- **actie- en reactiekrachten.**

★ Concepten veerkracht, zwaartekracht, veld

Samenhang tweede graad: II-WisVB-d- LPD 15

Samenhang eerste graad: In de eerste graad tonen leerlingen soorten krachten aan in voorbeelden: zwaartekracht, wrijvingskracht, trek- en duwkracht (NRTa LPD 32). Ze onderzoeken kwalitatief het verband tussen krachten en hun uitwerking: verandering van de bewegingstoestand (dynamisch) of vervorming (statisch) (NRTa LPD 33). De leerlingen stellen in eenvoudige en concrete situaties krachten voor met behulp van het vectormodel (NRTa LPD 21). In Wiskunde verklaren ze het beeld van een vlakke figuur door verschuiving over een vector (WISa LPD 22).

- ✓ Ja kan aandacht besteden aan: soorten krachten: wrijvingskracht, normaalkracht, gewicht, gravitatiekracht.
- ✓ De leerlingen leren het verschil kennen tussen puntmassa en starlichaam/rotatie en translatie.
- ✓ Je kan als actie en reactie het voorbeeld aanreiken van effectieve belasting van een woning en het draagvermogen van een fundering.

- ✓ Je kan verduidelijken dat de normaalkracht niet altijd verticaal gericht is en daarom is deze soms verschillend van het gewicht. Je kan de leerlingen er op wijzen dat gewicht en normaalkracht geen actie-/reactiekrachtcombinatie is.
- ✓ Je kan de relatie leggen tussen veerkracht en de wet van Hooke.
- ✓ Je kan het verband leggen met het fenomeen zwaartekracht: massa, valversnelling (gravitatiekracht) en zwaartepunt.
- ✓ Je kan voorbeelden aanreiken in de contexten van bouw- en houtconstructies: loskomende moer en flenzen bij een snelwerkende remmotor aan de paneelzaagmachine (tafelcirkelzaag-), terugslageffect, plots stoppen bij het transporteren van werkstukken, verplaatsing van de inhoud bij het snel opentrekken van een lade, van een eenvoudige stoel de krachten op de vloer bepalen als gevolg van de massa, remweg auto, centrifugaal en g -krachten ...

4.2.2 Bewegingsleer

LPD 11 De leerlingen onderzoeken eenparig rechtlijnige en cirkelvormige beweging en verticale worp door het verband te leggen tussen positie, tijdstip, snelheid en versnelling en passen de wetmatigheden toe.

- ★ Verplaatsing, afgelegde weg, puntmassa, star lichaam, rotatie en translatie
 Positie, verplaatsing, snelheid, versnelling als vectoriële grootheden
 Gemiddelde snelheid/versnelling en ogenblikkelijke snelheid/versnelling
 Hoek- en omtreksnelheid
 Grafische voorstelling

Samenhang tweede graad: II-WisVB-d- LPD 29, 32, 37.

- ✓ Je kan de verticale worp verduidelijken als voorbeeld in de contexten van bouw: veiligheid op een werf (valgevaar van voorwerpen).
- ✓ Je kan voor de cirkelvormige beweging voorbeelden aanreiken in de toepassing op bouw- en houtbewerkingsmachines: draaisnelheid van een slijpschijf, cirkelzaagmachine, steenzaagmachine ...
- ✓ Je kan aandacht besteden aan:
 - Positie- en snelheidsfunctie inclusief grafieken.
 - Massamiddelpunt.
 - Vectorieel samenstellen en ontbinden in zijn componenten van bewegingen voer je best grafisch en via berekening uit.
- ✓ Je kan via videoanalyse het onderzoekend leren sterk ondersteunen.



4.2.3 Statisch evenwicht in het vlak

LPD 12 De leerlingen berekenen krachten, krachtmomenten en koppels

Samenhang tweede graad: II-WisVB-d- LPD 15

- ✓ Je kan voorbeelden aanreiken van optredende krachten: bepalen bij een deur met twee scharnieren, krachtverdeling bij verspanende bewerkingen, hefcapaciteit bij tweesprong, krachtenverdeling bij ophangsystemen...
- ✓ Je kan aandacht besteden aan soorten belastingen: puntlasten, lijnlasten.
- ✓ Bij het samenstellen van krachten kan je constructieve voorbeelden aanreiken zoals: horizontale en verticale belasting op een bouwconstructie (lastendaling, windbelasting, ...)
- ✓ Je kan aandacht besteden aan het ontbinden van krachten:
 - in functie van de soorten verbindingen (bv. kabel enkel trekkrachten).
 - toegepast op vakwerkliggers, dakconstructie, dubbele ladder.

LPD 13 De leerlingen onderzoeken de evenwichtsvoorwaarden en stellen de evenwichtsvergelijking op bij statisch evenwicht in het vlak.

- ★ Zwaartepunt, massamiddelpunt, wrijvingskracht, normaalkracht
 - ✓ Je kan de leerlingen leren eenvoudige praktijkvoorbeelden laten opzoeken zoals: optillen van een deur met een koevoet, opspannen van werkstukken, opspannen met moersleutel, belaste balk op twee steunpunten, kantelbrug met balast, torenkraan, takelsysteem zoals bij waterbron.
 - ✓ Je kan de leerlingen een krachtenbalans of momentenbalans laten schetsen om de resulterende kracht of krachtenmoment te bekomen.
 - ✓ Je kan de leerlingen leren het referentiestelsel bij het opstellen van de evenwichtsvergelijking, vakkundig vastleggen.
 - ✓ Je kan gebruik maken van de momentstelling van Varignon.
 - ✓ Je kan vakwerkconstructies vergelijken in hout en metaal, de stabiliteit vergelijken bij interieurelementen en bouwconstructies.
 - ✓ Je kan de soorten verbindingen laten opzoeken in de contexten van bouw- en houtconstructies: rolopleggingen, scharnieropleggingen, inklemmingen toegepast op bouwmaterialen (oplegging van welfsels, ingeklemde betonplaat, roloplegging bij een brug).
 - ✓ Je kan de leerlingen reactiekrachten bij isostatische constructies leren berekenen.

4.2.4 Arbeid en energie

LPD 14 De leerlingen gebruiken de concepten arbeid, energie, vermogen, rendement en het verband ertussen.

★ Arbeid geleverd door een constante kracht

Arbeid-energietheorema

Energieopslag en energiedissipatie

- ✓ Je kan geleverde arbeid laten ervaren door een grotere kracht bij een gelijke snelheid:
 - een fiets met een platte band, ondergrond zand, ijs;
 - karretje met wielen op lagers of geen lagers;
 - toepassing: een katrol, optillen van zware massa's;
 - smering: onderhoud bij machines.
- ✓ Je kan verduidelijken dat onder invloed van een resulterende kracht de snelheid zal veranderen waardoor de kinetische energie toeneemt. Deze toename is gelijk aan de arbeid verricht door die kracht. Dit is het arbeid-energietheorema.
- ✓ Je kan kwantitatieve problemen leren op lossen met betrekking tot arbeid en energie-omzettingen.

LPD 15 De leerlingen gebruiken de wet van behoud van energie om energieomzettingen, rendement en vermogen te beschrijven.

★ Gemiddeld rendement en vermogen

Kwantitatief opstellen van de energiebalans bij een omzetting van gravitationele energie, elastische energie en kinetische energie

Kwalitatief opstellen van de energiebalans bij omzetting van gravitationele energie, elastische energie en kinetische energie, potentiële elastische energie, chemische energie, thermische energie, stralingsenergie, kernenergie, elektrische energie

Samenhang tweede graad: II-BiCh-d-LPD C7

- ✓ Je kan verwijzen naar het thema duurzaam bouwen: omzetten van energievormen bij bouwkundige toepassingen vb. fotovoltaïsche cellen, windmolens, warmtepompen, rendementen verliezen.
- ✓ Je kan het verband tussen mechanisch en elektrisch vermogen en hun rendementen berekenen; ook een experiment leent zich hiertoe.
- ✓ Je kan om inzicht te verwerven bij energieomzettingen de begrippen warmte, energiedissipatie, open en geïsoleerde systemen aanbrengen.
- ✓ Je kan de link leggen met duurzame energieproductie. Productie betekent hier een energie-omzetting naar een door de mens bruikbare vorm. Je kan hier de link leggen met het STEM-doel rond interacties met de samenleving.
- ✓ Je kan arbeid hier beschouwen als overdrachtsvorm van energie: bij omzetting van de ene energiesoort naar de andere wordt arbeid verricht. Bijvoorbeeld: de



zwaartekracht verricht arbeid op een vallend voorwerp waarbij gravitationele potentiële energie omgezet wordt in kinetische energie.

- ✓ Je kan de leerlingen wijzen op het belang van energieopslag zoals batterijen, waterreservoirs, veren.
- ✓ Je hebt aandacht voor:
 - Opstellen van de energiebalans.
 - Energie-eenheden die niet in het SI voorkomen: kilowattuur, kilocalorie.
- ✓ Je kan de link leggen met duurzame energieproductie. Productie betekent hier een energie-omzetting naar een door de mens bruikbare vorm. Je kan hier de link leggen met het STEM-doel rond interacties met de samenleving. Je kan ook de link leggen naar het STEM-concept: stromen en behoud van energie.

4.2.5 Thermodynamica

LPD 16 De leerlingen verklaren het energietransport bij faseovergangen en bij temperatuursveranderingen van stoffen kwalitatief aan de hand van het deeltjesmodel.

- ★ Absolute temperatuur, thermische energie, warmte
Thermisch evenwicht
Merkbare warmte bij temperatuursveranderingen
 - Verband met kinetische energie van de deeltjes
 - Specifieke warmtecapaciteitLatente warmte bij faseovergangen
 - Verband met potentiële energie van de deeltjes
 - Cohesiekrachten

Samenhang eerste graad: In de eerste graad leggen leerlingen geleiding, convectie en straling uit als transportmogelijkheden van thermische energie met voorbeelden uit het dagelijks leven (NRTa LPD 32). Ze lichten aggregatietoestanden van stoffen toe met behulp van een deeltjesmodel (NRTa LPD 37) en verklaren uitzetting van stoffen via een deeltjesmodel (NRTa LPD 38).

- ✓ Je kan dit koppelen aan bouwkundige problemen: vorst onder de fundering, functie dampscherm (in plat dak).
- ✓ Je kan aandacht besteden aan:
 - thermische energie als bezitsvorm van energie.
 - geleiding, stroming/convectie, straling.
- ✓ Je kan de link leggen met praktische gevolgen van de grote specifieke warmtecapaciteit van water: de invloed van de zee op het klimaat, invloed van de grote hoeveelheid water in het menselijk lichaam op het constant houden van de lichaamstemperatuur
- ✓ Je kan warmtecapaciteit C van een systeem duiden als de capaciteit om een hoeveelheid warmte op te nemen per Kelvin.

- ✓ Je kan de nulde hoofdwet van de thermodynamica duiden vanuit temperatuur als toestandsgröotheid: twee systemen zijn in thermisch evenwicht met elkaar als hun temperatuur dezelfde is.
- ✓ Je kan dit doel koppelen aan het STEM-doel rond interacties met de samenleving en ingaan op het maatschappelijk belang van thermische isolatie.

LPD 17 De leerlingen passen concepten met betrekking tot de thermodynamica toe om fenomenen en toepassingen ervan te verklaren.

★ Ideale gaswet

Arbeid verricht door een systeem, verandering van inwendige energie van een systeem en warmtehoeveelheid toegevoegd aan een systeem

De 0^{de} en 1^{ste} hoofdwet van de thermodynamica

Open, gesloten en geïsoleerd systeem

Thermodynamische processen

Fasediagrammen

Warmtebalans bij temperatuurveranderingen en faseovergangen

Samenhang tweede graad: II-BiCh-d-LPD C21.

- ✓ De leerlingen maken kennis met de vier hoofdwetten van de thermodynamica.
- ✓ Je kan aandacht hebben voor de 0^{de} en 1^{ste} hoofdwet van de thermodynamica:
 - 0^{de}: transitieve relatie; als A in thermisch evenwicht is met B, en B met C, is ook A in thermisch evenwicht met C.
 - 1^{ste}: wet van behoud van energie; energie kan niet verloren gaan of uit het niets ontstaan.
- ✓ Je kan de leerlingen het smelt- en kookproces visueel laten waarnemen (fase in functie van temperatuur).
- ✓ Je kan aandacht besteden aan:
 - zuivere stoffen en mengsels;
 - open, gesloten en geïsoleerd systeem;
 - energiedissipatie, rendement.
- ✓ De inwendige energie of thermische energie van een object wordt bepaald door het aantal deeltjes en hun bewegingsenergie. Een adiabatisch proces verloopt te snel om transport van energie onder de vorm van warmte mogelijk te maken. De te leveren arbeid om het gas samen te drukken doet de inwendige energie ervan toenemen. Leerlingen kunnen waarnemen dat de temperatuur van het gas toeneemt. Omgekeerd gebruikt een adiabatisch expanderend gas inwendige energie waardoor de temperatuur van het gas daalt. Deze energie wordt dan omgezet in arbeid om het gas te laten uitzetten.
- ✓ Je kan een adiabatisch proces laten observeren zoals het oppompen of aflaten van een fietsband. Bij het ontkurken van een fles schuimwijn ontstaat een adiabatische



expansie. De daling van temperatuur zorgt voor de vorming van waterdruppels (condenspluimpje).

- ✓ De leerlingen gebruiken formules voor de ideale gaswet en toestandsvergelijking, merkbare warmte, latente warmte, rendement.
- ✓ Je kan de warmtebalans bij temperatuursveranderingen en faseovergangen verduidelijken met fasediagrammen.
- ✓ De leerlingen krijgen inzicht bij arbeid verricht door een systeem, verandering van inwendige energie van een systeem en warmtehoeveelheid toegevoegd aan een systeem.

4.2.6 Druk

LPD 18 De leerlingen gebruiken het concept druk bij vaste stoffen, gassen en vloeistoffen om fenomenen en toepassingen ervan te verklaren.

- ★ Hydrostatische druk en atmosferische druk, druk, overdruk, onderdruk.

Beginsel van Pascal

(on)samendrukbaarheid van fluïda

Samenhang eerste graad: In de eerste graad vergelijken leerlingen materialen in functie van krachten bij trek en druk op een kwalitatieve manier (NRTa LPD 23).

- ✓ Je kan aandacht hebben voor: grootte h als diepte in de vloeistof, (on-)samen-drukbaarheid van fluïda, de wet van Archimedes.
- ✓ Je kan de link leggen met fenomenen zoals luchtdrukdaling in functie van de hoogte, druk en drukverschillen in de atmosfeer, wind.
- ✓ Je kan aandacht besteden aan toepassingen zoals onderdruk en overdruk in een vat of een leiding, hoogtemeters die werken op basis van luchtdrukmeting, de invloed van luchtdrukbeïnvloeding in een vliegtuig op de constructiewijze, het gevaar voor caissonziekte bij het duiken, de invloed van de temperatuur op de luchtdruk in banden, de hydraulische pers als toepassing van het beginsel van Pascal...
- ✓ Je kan het deeltjesmodel gebruiken om de invloed van temperatuur op gasdruk en het verschijnsel absoluut nulpunt te verklaren.
- ✓ Je kan ingaan op het omgekeerd evenredig verband tussen druk en oppervlakte.
- ✓ Je kan de link leggen met de STEM-doelen en via een experiment het bestaan van het absoluut nulpunt aannemelijk maken door extrapolatie van een druk-temperatuur grafiek.
- ✓ Je kan ingaan op het omgekeerd evenredig verband tussen druk en oppervlakte.

4.2.7 Gelijkstroomkringen

LPD 19 De leerlingen onderzoeken het verband tussen de spanning over en de stroom door een verbruiker in elektrische gelijkstroomkringen.

- ★ Stroomsterkte, weerstand, geleidbaarheid
- Spanningsbron, gelijkspanning
- Conventionele en werkelijke stroomzin
- Wet van Pouillet

Samenhang tweede graad: II-BiCh-d LPD C8, C20.

Samenhang eerste graad: In de eerste graad realiseren leerlingen een elektrische stroomkring aan de hand van een schematische voorstelling (NRTa LPD 38).

- ✓ Je kan aandacht besteden aan het aarden van de werfkast, bouwkraan, aardingslus onder de fundering.
- ✓ Je kan aandacht besteden aan het elektrisch schema van een residentieel project, interieurprojecten, meubelen.
- ✓ Je kan hierbij aandacht besteden aan differentieelschakelaars in een woning (onderscheid met differentieelschakelaars voor vochtige ruimtes)
- ✓ Je kan aandacht besteden aan serie- en parallelschakeling van weerstanden, substitutieweerstand.
- ✓ Je kan de leerlingen op een praktische kennis laten maken met de wet van Ohm.
- ✓ Je besteedt aandacht aan:
 - veiligheidsaspecten: elektrocutie, kortsluiting en overbelasting.
 - veiligheid in een elektrische installatie: zekeringen, verliesstroomschakelaar, aarding, elektrische isolatie.
 - elektriciteit op de werf en het gebruik van IP44 contactdozen
 - Interpretieren van grafieken: verband tussen spanning en stroomsterkte.

LPD 20 De leerlingen onderzoeken de concepten elektrische energie en vermogen en de verbanden er tussen in elektrische gelijkstroomkringen.

- ✓ Er is aandacht voor de veiligheid in een elektrische installatie: zekeringen (elektrische zekeringen beveiligen een kring tegen te hoge stromen bij overbelasting of kortsluiting), verliesstroomschakelaar, aarding, elektrische isolatie. Je kan hiervoor verwijzen naar situaties op de bouwwerf.
- ✓ Je kan het joule-effect verklaren met het deeltjesmodel: bijvoorbeeld de stroom van elektronen in een geleider veroorzaakt meer botsingen met de roosterionen waardoor ze meer gaan trillen. Je legt dan de link naar het STEM-concept 'systemen en hun modellen'.



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

4.2.8 Elektromagnetisme

LPD 21 De leerlingen analyseren elektromagnetische fenomenen en toepassingen ervan aan de hand van de concepten kracht en veld.

- ★ Elektrische veldsterkte als vectoriële grootte en elektrische veldlijnen
Elektrisch potentiaal en elektrische spanning
Kracht op een stroomvoerende geleider in een magnetisch veld
 - ✓ Je besteedt hierbij aandacht aan elektrische veldsterkte als vectoriële grootte, elektrische veldlijnen en het verband ertussen. Magnetische inductie als vectoriële grootte, magnetische veldlijnen en het verband tussen die twee.
 - ✓ Je kan aangeven dat een magneet zijn omgeving beïnvloedt door een veldkracht uit te oefenen op elke magneet en magnetiseerbare (ferromagnetische) stoffen.
 - ✓ Je kan dit doel koppelen aan proefjes waarin leerlingen tot de bevinding komen dat niet alle stoffen magnetiseerbaar zijn, dat de krachtwerking het sterkst is aan de uiteinden (polen), dat de zin van de krachtwerking aan de polen niet gelijk is en dat polen ondeelbaar zijn.
 - ✓ Je kan het vectorieel karakter van het magnetisch veld vaststellen aan de hand van een proef met een naaldmagneet. De veldlijndichtheid is een maat voor de magnetische veldsterkte.
 - ✓ Je kan hier de hypothese van de elementaire magneetjes introduceren: een magnetiseerbare stof beschikt over elementaire magneetjes die elkaar kunnen versterken of verzwakken. Met het model van deze elementaire magneetjes kan je eigenschappen van het magnetisch veld en magneten verklaren.

4.3 Onderzoek van materialen en constructies

4.3.1 Materiaalkunde

LPD 22 De leerlingen onderzoeken thermische eigenschappen van bouwmaterialen in functie van de isolatie van bouwwerken.

- ★ Warmtetransport
 - Geleiding, convectie en straling
 - Warmtestroom en warmtehoeveelheid
 - Warmtegeleidingscoëfficiënt
 - Merkbare warmte, specifieke warmtecapaciteit
 - Thermische weerstand

- Totale thermische weerstand en warmtedoorgangscoefficiënt,
- Temperatuurverloop
- Totale warmtecapaciteit van een ruimte
- Thermische eigenschappen van bouwmaterialen
- Thermische isolatie
- Bouwknoop en warmtelek
- ✓ Je kan dit leerplandoel zien in samenhang met LPD 6 en 16.
- ✓ Bij het onderzoekend leren maken de leerlingen berekeningen van samengestelde bouwdelen en hun opbouw in massiefbouw en houtbouwmethode (warmtedoorgangscoefficiënt en totale warmte weerstand).
- ✓ Je kan de leerlingen leren problemen op te sporen in bestaande bouwconstructies door gebruik te maken van een thermische camera.
- ✓ Je kan gebruik maken van visuele voorstellingen om problematische bouwknoepen, warmteverliezen en oplossingen te ontdekken.
- ✓ Je kan de verschillen onderzoeken tussen massiefbouw en houtbouwconstructies met eenzelfde opbouw.
- ✓ Je kan de verschillen onderzoeken door het toevoegen of wegnemen van bouwelementen in de constructie zelf.

LPD 23 De leerlingen leggen het verband tussen de structuur en de eigenschappen van stoffen.

- ★ Intermoleculaire krachten: cohesie, adhesie en andere
Roosters met inbegrip van roosterfouten
Stofeigenschappen: oxidatie en reductie

Samenhang tweede graad: II-BiCh-d-LPD C12, C19.

- ✓ Je kan hier aan de hand van experimenten de eigenschappen van metalen en niet-metalen illustreren zoals glans, inertie, dichtheid, elektrische geleidbaarheid, aggregatietoestand, plooibaarheid.

LPD 24 De leerlingen leggen het verband tussen de structuur en de eigenschappen van materialen.

- ★ Classificatie van materialen: polymeren, keramieken, composieten, metalen en hun legeringen, natuurlijke materialen

Structuureigenschappen:

- Microstructuur: korrelgrootte, kristalstructuur
- Samenstelling van materialen: samenstellende componenten, chemische elementen en verbindingen, het gehalte van de bestanddelen

Materiaaleigenschappen:



- Mechanische: elastische en plastische vervorming, trek-, buig- en druksterkte, hardheid, doorlaatbaarheid
- Elektrische: soortelijke weerstand
- Thermische: thermische geleidbaarheid, uitzetting
- Optische: brekingsindex
- Chemische: brandbaarheid, corrosiviteit
- Akoestische: absorptie, weerkaatsing

Samenhang tweede graad: II-BiCh-d-LPD C13.

- ✓ Je kan materiaalontwikkeling en productieprocessen onderzoeken.
- ✓ Je kan de leerlingen laten zoeken naar toepassingen binnen de bouw- en houtsector.
- ✓ Je kan een testomgeving ontwikkelen waarin materialen kunnen getest worden.
- ✓ Bedrijfspartners zullen hier wellicht een must zijn om met de nieuwste materialen aan de slag te kunnen gaan.
- ✓ Je kan de betonclassificatie leren gebruiken om specifieke eisen te leren kennen.
- ✓ Je kan de link leggen met chemische verankering
- ✓ Je kan de invloed van producten en omgevingsfactoren op de voorgestelde materialen en grondstoffen, (een kust- of landbouwomgeving, zouten, ammoniak, zuren, ...) aan bod brengen.

LPD 25 De leerlingen onderzoeken mechanische eigenschappen van materialen.

- ★ Verband massa, volume en inhoud, massadichtheid
 Axiale en radiale krachten, trek, druk, wringing
 Plastische en elastische vervorming, breuk.
 Wet van Hooke, elasticiteitsmodulus, torsieconstante
 Spanning- en vervormingsdiagrammen

Samenhang tweede graad: II-BiCh-d-LPD C1

- ✓ Je kan onderzoeken uitvoeren op hout-, beton-, metaalprofielen:
 - massief hout, samengesteld hout;
 - gewapend en niet-gewapend beton;
 - kolom, draagbalk.
- ✓ Proefondervindelijk onderzoeken in een testomgeving zal visuele beeldvorming en het begrijpen versterken.

LPD 26 De leerlingen leggen het verband tussen de eigenschappen van bouwmaterialen en hun toepassingen.

- ★ Natuursteen en gefabriceerde bouwmaterialen
 Mortels, mortellijmen en beton

Cement

Zand en granulaten

Isolatiematerialen

Wapeningen en bekistingen.

Vochtisolatie

- ✓ Natuursteen en gefabriceerde stenen: geometrische kenmerken, modulematen, toepassingsgebieden en plaatsingsvereisten, isolerend vermogen, porositeit, vorstbestendigheid, uitbloeiing.
- ✓ Mortels, mortellijmen en beton: samenstellende delen en volumeverhoudingen, w/c-factor.
- ✓ Cement: sterkteklassen, bindings- en verhardingstijd.
- ✓ Isolatiematerialen: soorten en toepassingen.
- ✓ Wapeningen en bekistingen: betonstaalsoorten, langs- en dwarswapening, beugels en plooiotechniek.
- ✓ In het kader van duurzaam bouwen, zorgzaam omspringen met materialen kan je de leerlingen kennis laten maken met het belang van circulair bouwen en de levenscyclusanalyse.
- ✓ Je kan de leerlingen materialen en structuren laten vergelijken aan de hand van technische data.
- ✓ Je kan een zeefproef doen op granulaten.

LPD 27 De leerlingen herkennen visueel loof- en naaldhoutsoorten en leggen het verband tussen de natuurlijke, mechanische en fysische eigenschappen van massief hout.

- ✓ Je kan bij het bespreken van de duurzaamheidsklassen de relatie leggen met houtaantastende organismen zoals schimmels en insecten.
- ✓ Je kan de leerlingen de verschillen in hardheid, druk- en buigsterkte ontdekken met behulp van een eenvoudige proef.
- ✓ Je kan aandacht besteden aan:
 - de gevolgen van het drogen van hout: krimpen en zwellen.
 - zaagwijzen van massief hout, kwartier en dosse.
 - keuze van gelijmd gelamelleerd hout in plaats van massief.
 - duurzaam omspringen met materialen, FSC, PEFC ...
- ✓ Je kan aandacht besteden aan circulaire economie.

LPD 28 De leerlingen leggen het verband tussen de verschillende types houtachtige plaatmaterialen met de klimaatklassen en hun toepassingen in de hout- en bouwsector.

- ★ Plaatmaterialen: fineerplaten, spaanderplaten, vezelplaten, massiefhoutplaten, houtwolcementplaten



Fabricageprocessen: opbouw, lijmen, toeslagstoffen, densiteit, toplaag, afwerking

- ✓ Je kan de leerlingen leren hoe de juiste keuze te maken van het type plaat volgens toepassing: droog binnenklimaat, vochtig binnenklimaat, buitentoepassing, structuuronderdelen ...
- ✓ Je kan de leerlingen de relatie leren leggen tussen de keuze van houtachtige plaatmaterialen met het thema duurzaam bouwen en wonen door bewust te kiezen voor formaldehyde-arme verlijming.

LPD 29 De leerlingen lichten de structuur en eigenschappen van verschillende grondsoorten toe vanuit bouwkundig perspectief.

- ✓ Grondsoorten: zand, klei, leem, veen, rots met hun structuur, korrel en doorlaatbaarheid.
- ✓ Je kan wijzen op verandering van het draagvermogen tussen geroerde en ongeroerde grond.
- ✓ Je kan de leerlingen, in functie van controle op de draagkracht van de ondergrond, de noodzaak van bodemsondering, sonderingsverslag, grondwaterpeil, duiden.
- ✓ Je kan aandacht besteden aan de noodzaak van bemaling en grondverzet, uitleveringscoëfficiënt, volumieke massa, natuurlijke hellingshoek.
- ✓ Je kan de wijziging in draagkracht verduidelijken aan de hand van didactische modellen met verschillende grondsoorten en wijziging in het grondwaterpeil.
- ✓ Je kan aan de hand van een zeefproef van een grondstaal de leerlingen inzicht laten verwerven tussen de relatie van de korrelgrootte met de keuze van aanvulmateriaal en betonsamenstelling.

4.3.2 Constructies

LPD 30 De leerlingen onderzoeken eigenschappen van constructies voor meubelen, interieur-, BEN- en passiefprojecten.

- ★ Ontwerpmodellen, ontwerp- en uitvoeringsplannen van bouwknoepen voor massiefbouw en houtbouwsystemen:
 - Funderingsaansluiting volle grond, ondergrondsmetselwerk met vloerplaat, vloeropbouw, massiefbouw / houtbouwmethode;
 - Funderingsaansluiting met kruipkelder en ondergrondsmetselwerk met vloerplaat, vloeropbouw, massiefbouw / houtbouwmethode;
 - Muuropeningen: aansluiting dorpel- en latei;
 - Bouwknoepen met binnen- en buitenschrijnwerk;
 - Bouwknoop met verdiepingsvloer;
 - Bouwknoop met plat dak;
 - Rioleringsplan.

Ontwerpmodellen en uitvoeringsplannen en uitvoeringscriteria van meubelen en interieurelementen:

- Mechanische-, lijm- en demonteerbare verbindingen;
- Moderne verbindingstechnieken en constructies voor massief hout en plaatmaterialen.

Relatie tussen materiaal, structuur en functie:

- Trek- en drukkrachten;
- Langs- en dwarswapening, constructie- en verdeelwapening.
- ✓ Je kan dit leerplandoel samen met LPD 2 en 17 realiseren.
- ✓ Je hebt aandacht voor het onderzoeken van constructies voor massiefbouw- en houtbouwconstructies.
- ✓ Je hebt aandacht voor het onderzoeken van constructies voor meubelen en interieurprojecten, demonteerbaar.
- ✓ Je kan bouwdetails op werven observeren en analyseren.
- ✓ Je kan in een eigen testomgeving bouwknopen alle weersomstandigheden laten doorstaan. Je kan hierbij periodiek wijzigingen observeren.
- ✓ Je kan aandacht besteden aan uitvoeringsvormen bij houtprojecten:
 - opslaand of tussendraaiend meubeldeurtje, stijl- en regelwerk, meubelpaneel of glas, massief hout of plaatmateriaal.
 - houtconstructies, mechanische verbindingen, lijmverbindingen, beslag, positionerings- en verbindingstechniek.
- ✓ Je kan de leerlingen attent maken op trek- en drukkrachten uitgeoefend op constructies. Dit kan aan de hand van eenvoudige proefopstellingen om de zwakte of sterkte in een constructie te ontdekken.
- ✓ Je kan ook nieuwe technologieën aanbrengezoals het 3D-printen van beton, metselen met verschillende systemen van robotisering, het lassen van wapeningsnetten met robots.

LPD 31 De leerlingen leggen het verband tussen de gestelde eisen aan een huisriolering en de uitvoering op de werf en ecologische aspecten.

- ✓ Eisen:
 - debiet, afvoercapaciteit, dimensionering;
 - gescheiden stelsels;
 - straataansluiting, diepte en helling;leidingensysteem, ontspanningsleiding, geurafsluiter.
- ✓ Uitvoeringen:
 - materiaalkeuze;
 - constructies, aansluitmogelijkheden, diverse types leidingensystemen;
 - opvangtoestellen, lozingsplaatsen, controleputten;



- regenwaterputten;
- septische putten.
- ✓ Je kan aandacht besteden aan ecologische aspecten: drainage, infiltratiekragen, wadi, buffering en individuele waterzuivering.
- ✓ Je kan vanuit de ecologische aspecten de relatie leggen met duurzaam bouwen en wonen, maatschappelijke uitdagingen (LPD 3) en interacties tussen een gebouw en zijn omgeving (LPD 34)
- ✓ Je kan de verplichting van een gescheiden riolering en de keuring van de huisriolering duiden door regionale wetgeving.
- ✓ Je kan de leerlingen gebruik laten maken van tabellen om het leidingensysteem van een huisriolering te bepalen

LPD 32 De leerlingen leggen het verband tussen de gestelde eisen en de keuze van het funderingstype voor residentiële bouwprojecten.

- ✓ Eisen: vorstvrije diepte, belasting, economische afweging, breedte.
- ✓ Uitvoeringen: funderingstypes op staal, samenstelling en wapening van funderingsbeton.
- ✓ Je kan de noodzaak om dieper te graven dan voorzien, tot op vaste grond, duiden in samenhang met LPD 29.
- ✓ Je kan de noodzaak van het vooraf plaatsen van een aardingslus, het integreren van een energiebocht en andere doorgangen aanbrengen via een onderzoeksopdracht.
- ✓ Je kan ook aandacht besteden aan de gevaren en moeilijkheden bij graafwerken voor funderingssleuven en bouwputten.

LPD 33 De leerlingen leggen het verband tussen gemaakte keuzes van materialen, chemische stoffen, technische en biologische systemen en het veilig werken.

- ★ Veiligheidspictogrammen, H/P-zinnen.
- ✓ Je kan dit leerplandoel zien in samenhang met LPD 5.
- ✓ Je kan de leerlingen bouwmaterialen, massief hout, plaatmaterialen, isolatiematerialen, mortels, lijmen, toeslagstoffen leren kiezen rekening houdend met circulaire economie.
- ✓ Je kan de leerlingen leren gebruik maken van informatie zoals instructiekaarten voor technische systemen, pictogrammen, symbolen, onderhoudsvoorschriften, handleidingen.
- ✓ Je kan hierbij aandacht besteden aan:
 - lijm mortels, cement, gips, bouwstof, asbest.
 - het alert zijn voor energie die kan vrijkomen onder de vorm van warmte;
 - omgaan met chemisch en biologisch afval.

- ✓ je kan overleggen met de leraar Biologie-Chemie om na te gaan op welke wijze dit leerplandoel gerealiseerd wordt.

4.4 Projectenstudie en ontwerpen

4.4.1 Projectenstudie

LPD 34 De leerlingen evalueren interacties binnen een gebouw en tussen een gebouw en zijn omgeving.

- ★ Gebouw als systeem
 - BEN- en passiefprojecten, massiefbouw en houtbouwprojecten
 - In- en uitvoer via dynamische processen
 - Stromen van materie en energie
 - Technieken om de stromen te reguleren: isolatie, ventilatie, bekabeling, buizenstelsels
 - Invloed van omgevingsfactoren op aspecten van gebouwen en invloed van aspecten van gebouwen op omgevingsfactoren
- ✓ Je kan dit doel samen met LPD 2 realiseren.
- ✓ Je kan de leerlingen bouwplannen en modellen in twee en drie dimensies leren interpreteren i.f.v. het eigen project. Je kan de leerlingen ook geografische data zoals bodemsamenstelling, overstromingsrisico, geluidsbelasting laten interpreteren.
- ✓ Je kan aandacht besteden aan abiotische en biotische omgevingsfactoren zoals bodem, vegetatie, klimaat, ligging, oriëntatie, inkijk, grondwater, schaduw, ecosysteem.
- ✓ Je kan aandacht besteden aan aspecten van gebouwen inzake energiehuishouding, veiligheid en comfort zoals vochtigheid, temperatuurregeling, stabiliteit, luchtkwaliteit, elektriciteitsvoorziening, overstromingsrisico, geluidsbelasting, vermijden van oververhitting.
- ✓ Bij het onderzoekend leren van interacties kan je de leerlingen laten kennis maken met technische details en regelgeving zoals: draaizin van deuren, verhoudingen bij trappen, veiligheidsglas, pv-panelen, zonneboiler, warmtepomp, gezond wonen, klimaatbeheersing, luchtdichtheid, wooncomfort brandcompartimentering, rationeel watergebruik, waterzuivering, stromen van materie en energie zoals van data, elektriciteit, lucht, warmte, water.
- ✓ Je hebt aandacht voor:
 - omgevingsfactoren met invloed op zonnepanelen, reflectie van glasvliesgevels op verkeersveiligheid
 - oriëntering, inplanting in de ruimtelijke omgeving van private en openbare gebouwen.
 - stromen van materie en energie zoals van data, elektriciteit, lucht, warmte, water
 - energienormen, ventilatiecoördinator



- ✓ Je kan leerlingen leren hoe anders om te gaan met ruimtegebruik door dit te onderzoeken bij co-housing, kangoeroewoning e.a.
- ✓ Je kan leerlingen de woning van de toekomst laten ontwerpen rekening houdend met maatschappelijke uitdagingen zoals dichtbevolkte gebieden en hoe daarop anticiperen.
- ✓ Je kan reeds de nadruk leggen op het correct aanbrengen van luchtdichtingsfolies en kleefband in functie van de luchtdichtheid van aansluitingen. Je kan hiervoor een test doen om luchtstromingen te ontdekken.
- ✓ Je kan de leerlingen uitdagen om toekomst gericht te denken over voorzieningen. Bijvoorbeeld, zal de bediening van verlichting blijven gebeuren met een lichtsakelaar of welke mogelijke oplossingen bestaan er? Je kan de leerlingen ook uitdagen om binnen het eigen project dezelfde oefening te maken.
- ✓ Je kan hierbij aandacht besteden aan automatisering:
 - sensoren, actuatoren en besturingen;
 - domotica, smart homes, internet of things;
 - elektromagnetische golven;
 - toepassingen zoals zonnepanelen, thermostaat, luchtbehandeling;
 - energiekost.

4.4.2 Vormgeving

LPD 35 De leerlingen analyseren kunstuitingen uit verschillende kunststromingen en periodes.

Samenhang tweede graad: II-GesB-d LPD 4.

- ✓ Dit leerplandoel kan je in samenhang met LPD 36 realiseren. Je kan in dit leerplan de artistieke expressievorm beperken tot bouwkunst. Kenmerken van bouwkunst: vormgeving, ornamenten, constructies, materialen, afwerking, duurzaamheid, circulair en herbestemming, innovatie.
- ✓ Je kan als leraar een eigen keuze maken tussen de periodes en kunststromingen binnen De klassieken, Neostijlen, Moderne bouwkunst en laat er minimum twee aan bod komen in de tweede graad.
- ✓ Kenmerkende kunsthistorische elementen zoals een schoonheidsideaal, het vakmanschap, het artistiek parcours, de economische waarde, de aandacht voor de vorm, de mate van weerspiegeling of vervreemding van de maatschappij, de stijlkenmerken, de rol van de opdrachtgever(s), de rol in beeldvorming, de rol in opinievorming, de betekenissen, de genderdimensie
- ✓ Toepassen van analysemethoden zoals visuele, auditieve en materiële analyse.
- ✓ Je kan aandacht besteden aan de maatverhoudingen voor raam- en deuropeningen, plafondhoogte, trappen ...
- ✓ Je kan aandacht besteden aan verschillende gebouwconcepten, gevelornamenten, metselverbanden, technieken en materialen van kunstuitingen ...

- ✓ De leerlingen leggen verbanden tussen duurzaam en gebruik op lange termijn, duurzaam en de impact op het milieu, circulair bouwen en de ecologische voetafdruk.

LPD 36 De leerlingen onderzoeken verbanden tussen ergonomische en esthetische maatverhoudingen van historische en hedendaagse bouwwerken.

★ Gulden snede

Conceptueel ontwerp en vormgeving

Samenhang tweede graad:

- ✓ Je kan aandacht besteden aan historische bouwwerken met eigen keuze uit De klassieken, Neostijlen, Moderne bouwkunst en de vergelijking maken met gekende eigentijdse ontwerpen.
- ✓ Je kan de leerlingen de maatverhoudingen voor raam- en deuropeningen, plafondhoogte, trappen, interieurelementen ... leren ontdekken door hedendaagse en historische projecten bezoeken en/of te bespreken. Terzelfdertijd kan je aandacht besteden aan de relatie tussen design en het functioneel gebruik.

4.4.3 Ontwerpen

LPD 37 De leerlingen gebruiken digitale technologieën en digitale meetinstrumenten bij het voorbereiden en uitvoeren van hun opdracht.

★ Virtual en Augmented reality

- ✓ Je kan gebruik maken van virtual reality om uitvoeringsvormen en technieken te ontdekken en om ontwerpbeslissingen te nemen.
- ✓ Je kan gebruik maken van virtual reality om data te verzamelen in functie van meetstaten.
- ✓ Je kan gebruik maken van virtual reality om vertrouwd te geraken met gevaarlijke situaties in de bouw op kleine, grote en mobiele bouwwerven.
- ✓ Je kan gebruik maken van digitale uitzettools.
- ✓ Je kan de leerlingen leren dat digitalisering de noodzaak van samenwerken versterkt en het communiceren met elkaar gemakkelijker maakt en leidt tot besparingen.
- ✓ Je kan de leerlingen leren om betrouwbare apps te gebruiken

LPD 38 De leerlingen modelleren en simuleren op efficiënte wijze projecten in 3D met CAD en genereren deze naar uitvoeringstekeningen.

Samenhang tweede graad: II-WisVB-d- LPD 18.

- ✓ Voor de realisatie van dit leerplandoel hou je rekening met LPD 30.



- ✓ Je kan de leerlingen leren architecturale plannen en legplannen te gebruiken om een stabiliteitsplan te begrijpen. Maak gebruik van moderne bouwplannen en simulatiesoftware om bouwplannen te lezen en te begrijpen.
- ✓ Je kan constructies, mechanische verbindingen en gevelfragmenten aan bod brengen.
- ✓ Je kan de leerlingen leren bouwmaten toe te passen.
- ✓ Je kan de leerlingen leren om relevante informatie in verband met binnenschrijnwerk, interieur, buitenschrijnwerk uit een bibliotheek te gebruiken en te integreren.
- ✓ Je kan de leerlingen gebruik laten maken van een stabiliteitsplan, wapeningsplan en bekistingsplan om constructieve inzichten te verwerven.
- ✓ Je kan de leerlingen schetsen en waarnemingsschetsen leren gebruiken als communicatiemiddel.
- ✓ Je besteedt aandacht aan het respecteren van tekenafspraken en het beheren van gegevens en bestanden in een structuur.

LPD 39 De leerlingen optimaliseren digitaal meetgegevens, berekenen materiaalhoeveelheden en stellen een meetstaat op.

- ✓ Je kan de leerlingen een bekistings- en wapeningsplan leren gebruiken.
- ✓ Je kan de leerlingen een knip- en plooistaat leren gebruiken.
- ✓ Je kan de leerlingen handelsafmetingen van massief hout en houtachtige plaatmaterialen laten gebruiken in functie van de meetstaat.

LPD 40 De leerlingen maken digitaal een projectdossier.

- ✓ De inhoud van een project dossier bevat: inhoudstafel, opdrachtomschrijving, projectstudie, materiaalstudie en materiaalbespreking, relevant opgezochte informatie, ontwerpmodellen, de zelf gemaakte uitvoeringstekeningen, plannen, bekistings- en wapeningsplannen, meetstaat,
- ✓ Je kan samenwerkingsverband opzetten waarbij de leerlingen online/offline leren samenwerken aan dezelfde documenten.
- ✓ Je kan verwijzen naar het bestaan en gebruiken van digitale bouwdoSSIers.

4.4.4 Topografie

LPD 41 De leerlingen passen topografische methoden toe om terreinopmetingen uit te voeren en gebouwen uit te zetten.

- ★ Horizontale vlak
In de hoogte

- ✓ Je kan de leerlingen leren gebruik maken van moderne meetapparatuur en hulpmiddelen zoals: GNSS, topografische laser, digitale afstandsmeter bij het opmeten van een beperkt terrein.
- ✓ Je besteedt aandacht aan: topografische technieken zoals hoogtemeting, hoekmeting, vlakke meting, 3-4-5-methode.
- ✓ Je hebt aandacht voor:
 - verschil tussen nauwkeurigheid en precisie.
 - correct gebruik van meetapparatuur en hulpmiddelen.
 - symbolen van grootheden en eenheden.
 - meetfouten opsporen.
 - referentiepunten, rooilijn, bouwlijn.
- ✓ Je kan de leerlingen driehoeksmetkunde in een rechte hoek laten toepassen
- ✓ Je kan de leerlingen referentiepunten voor een bouwwerk in de verschillende fasen laten uitzetten .
- ✓ Je kan samenwerken met partners uit bedrijfswereld om de kennis up-to-date te houden.

4.5 Preventie

LPD 42 De leerlingen passen veiligheidsvoorschriften toe bij bedrijfs- en werfbezoeken.

- ✓ Bij het plannen van werf- en bedrijfsbezoeken **maakt** je vooraf afspraken met de veiligheidscoördinator, preventieadviseur én met de leerlingen.
- ✓ Je laat de leerlingen kennis maken met de regelgeving en de normen binnen de bouw- en houtsector.
- ✓ Je besteedt aandacht aan het evacuatieplan en aan de persoonlijke en collectieve beschermingsmiddelen.

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.

6 Basisuitrusting

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

Om de leerplandoelen te realiseren dient de school minimaal de hierna beschreven infrastructuur en materiële en didactische uitrusting ter beschikking te stellen die beantwoordt aan de reglementaire eisen op het vlak van veiligheid, gezondheid, hygiëne, ergonomie en milieu. We adviseren de school om de grootte van de klasgroep en de beschikbare infrastructuur en uitrusting op elkaar af te stemmen.

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

Om kennis en vaardigheden geïntegreerd aan te reiken en het procesmatig werken te versterken is een goed uitgerust **competentiecentrum** noodzakelijk waarbij de ruimte voor het aanleren van vaardigheden en het instructielokaal één geheel vormen of dicht bij elkaar gelegen zijn.

Een instructielokaal

- dat qua grootte, akoestiek en inrichting geschikt is om communicatieve werkvormen te organiseren;
- 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 de mogelijkheid om leerinhouden te tonen en demonstreren.
- met de nodige didactische middelen, meettoestellen, opstellingen, materialen of hulpmiddelen volgens de recentste technologieën, normen, technische voorschriften en bouwregelgeving, die toelaten om de leerstof geïntegreerd aan te bieden.

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

Het aanwezige materiaal is voldoende voor de grootte van de klasgroep.

Preventie

- Beschermkledij tegen regen
- Brandblusapparaten
- Evacuatieplan
- Risicoanalyse van de werkplaats
- Rubberen handschoenen
- Signalisatie
- Technische fiches van de producten
- Veiligheidsinstructiekaarten
- Veiligheidssteekkaart van de producten
- Werkplaatsreglement

Didactisch

- Aardingsdraad
- Betonblokken
- Betonstaal
- Bevestigingssystemen
- Bouwfolies met bijbehorende plakband
- Dakbedekkingsmaterialen
- Diverse steensoorten
- Energiebocht
- Granulaten
- Houtsoorten
- Isolatiematerialen
- Kalk
- Onderdelen voor huishoudelijke rioleringsstelsels
- Prefablateien
- Snelbouwstenen
- Spouw- en andere verankeringshaken
- Smeltveiligheden en automaten
- Soorten aarding
- Soorten geleiders
- Waterkerende folies

Didactische modellen

- Bouwknopen
- Interieurelementen
- Schakelbord
- Didactische borden met schakelingen, weerstanden

Metten en controleren

- Dubbele plooiometer
- Dynamometer



- Houtvochtigheidsmeter
- Moderne meetapparatuur zoals digitale afstandsmeter en andere meettoestellen
- Multimeter
- Topografische toestellen
- Uitzetapparatuur zoals lasers,
- Meetband
- Zeven

6.3 Materiaal en gereedschappen waarover elke leerling moet beschikken

Om de leerplandoelen te realiseren beschikt elke leerling minimaal over onderstaand materiaal. De school bespreekt in de schoolraad wie (de school of de leerling) voor dat materiaal zorgt. De school houdt daarbij uitdrukkelijk rekening met gelijke kansen voor alle leerlingen.

Preventie

- Veiligheidshelm
- Veiligheidsschoenen
- Fluojasje

Informatie- en communicatiemedia

- Per leerling een actueel computersysteem met de nodige software voor tekst en dataverwerking, modelleren. De programma's en app's werken met een aanvaardbare performantie op dit computersysteem. Dit computersysteem is verbonden met internet.

7 Concordantie

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

[zie disclaimer]

Leerplandoel	Eindtermen en cesuurdoelen
1	ET 6.53; ET 13.11; ET 13.12; ET 13.14
2	ET 6.54; ET 13.12
3	ET 6.55; ET 13.12; ET 13.13; CD 12.1.1
4	ET 6.56; ET 13.12
5	ET 6.57
6	ET 6.47
7	ET 6.49
8	ET 6.50
9	ET 6.34; CD 11.5.2

10	ET 6.34; CD 11.5.2
11	ET 6.33; CD 11.5.1
12	ET 6.34; CD 11.5.2
13	ET 6.34; CD 11.5.2
14	ET 6.36
15	ET 6.36; CD 11.5.3
16	ET 6.37
17	CD 11.9.1
18	ET 6.35
19	ET 6.40; CD 11.2.2
20	ET 6.40; CD 11.2.2
21	CD 11.2.1
22	CD 11.11.1
23	CD 9.4.1
24	CD 9.4.2
25	CD 11.6.1
26	--
27	CD 11.6.1
28	--
29	--
30	CD 11.6.2
31	CD 11.6.2
32	CD 11.6.2
33	ET 6.48
34	CD 11.11.3
35	CD 4.8.1
36	CD 4.8.1



37	ET 6.52, ET 6.47
38	ET 6.52, CD 12.1.1, CD 11.6.2
39	ET 6.49
40	--
41	ET 6.47
42	--

7.1 Eindtermen

6.33 De leerlingen analyseren rechtlijnige bewegingen door het verband te leggen tussen positie, tijdstip, snelheid en versnelling.

Met inbegrip van kennis

*Feitenkennis

- Positie, tijdstip, verplaatsing, afgelegde weg en tijdsverloop
- Gemiddelde snelheid, gemiddelde versnelling
- Differentiequotient
- Formules
 - > Gemiddelde snelheid $v_g = \Delta x / \Delta t$
 - > Gemiddelde versnelling $a_g = \Delta v / \Delta t$

*Conceptuele kennis

- Positie, tijdstip, verplaatsing, afgelegde weg en tijdsverloop
- Onderscheid tussen afgelegde weg en verplaatsing
- Positie- en snelheidsfunctie inclusief grafieken
- Gemiddelde snelheid als differentiequotient inclusief formule $v_g = \Delta x / \Delta t$
- Onderscheid tussen gemiddelde snelheid en ogenblikkelijke snelheid
- Gemiddelde versnelling als differentiequotient inclusief formule $a_g = \Delta v / \Delta t$

*Procedurele kennis

- Omvormen van formules: 1 variabele uitdrukken in functie van de andere
- Beschrijven van een rechtlijnige beweging a.d.h.v. een grafiek

Met inbegrip van context

- De eindterm wordt met context gerealiseerd.
- De bewegingen zijn beperkt tot die met een constante versnelling en zonder een versnelling.

Met inbegrip van dimensies eindterm

Cognitieve dimensie: beheersingsniveau analyseren

6.34 De leerlingen gebruiken de concepten kracht en veld om interacties tussen systemen te beschrijven.

Met inbegrip van kennis

*Feitenkennis

- Kracht, veld
- Vector, grootte, richting, zin, aangrijpingspunt
- Normaalkracht, wrijvingskracht
- Zwaartekracht, gewicht, zwaarteveldsterkte, zwaartepunt
- Veerkracht, veerconstante
- Formule voor de grootte van de zwaartekracht $F=m \cdot g$

***Conceptuele kennis**

- Kracht als vectoriële grootte: grootte, richting, zin, aangrijpingspunt
- Soorten krachten: normaalkracht, wrijvingskracht, veerkracht, zwaartekracht
- Dynamische effecten van een kracht: versnellen, vertragen, van richting veranderen
- Snelheid en versnelling
- Zwaartekracht
 - > Zwaartepunt
 - > Verband tussen grootte van de zwaartekracht, massa en zwaarteveldsterkte inclusief formule $F=m \cdot g$
 - > Verschil tussen zwaartekracht, massa en gewicht
 - > Verband tussen zwaarteveld en zwaartekracht
- Zwaarteveld van hemellichamen
- Veerkracht
 - > Verband tussen grootte van de veerkracht, veerconstante en lengteverandering van een elastisch voorwerp inclusief formule $F=k \cdot \Delta \ell$

***Procedurele kennis**

- Tekenen van krachten als vectoren
- Bepalen van de richting en de zin van een vectoriële grootte
- Omvormen van formules: één variabele uitdrukken in functie van de andere
- Gebruiken van een formularium

Met inbegrip van context

- De eindterm wordt met context gerealiseerd.

Met inbegrip van dimensies eindterm

Cognitieve dimensie: beheersingsniveau toepassen

6.35 De leerlingen gebruiken het concept druk bij vaste stoffen, gassen en vloeistoffen kwalitatief en kwantitatief om fenomenen en toepassingen ervan te verklaren.

Met inbegrip van kennis

***Feitenkennis**

- Druk, hydrostatische druk, atmosferische druk
- Beginsel van Pascal
- Formule voor druk $p=F/A$
- Absolute temperatuur, Kelvin

***Conceptuele kennis**

- Druk als grootte van de kracht per oppervlakte inclusief formule $p=F/A$
- Druk op vaste stoffen
- Druk op en in gassen



- > Atmosferische druk
- > Absoluut nulpunt voor druk en temperatuur, absolute temperatuur, Kelvinschaal
- Druk op en in vloeistoffen
 - > Beginsel van Pascal
 - > Hydrostatische druk
 - > Invloedsfactoren op de hydrostatische druk uitgaande van de formule $p = \rho \cdot g \cdot h$
 - > Grootte h als diepte in de vloeistof
 - > Totale druk in een vloeistof inclusief formule $p = p_0 + \rho \cdot g \cdot h$
- Recht en omgekeerd evenredig verband

**Procedurele kennis*

- Omvormen van formules: één variabele uitdrukken in functie van de andere
- Gebruiken van een formularium

Met inbegrip van context

- De eindterm wordt met context gerealiseerd.

Met inbegrip van dimensies eindterm

Cognitieve dimensie: beheersingsniveau toepassen

6.36 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 inclusief formule $E = m \cdot g \cdot h$, elastische energie inclusief formule $E = 1/2 \cdot k \cdot (\Delta l)^2$, kinetische energie inclusief formule $E = 1/2 \cdot m \cdot v^2$, chemische energie, thermische energie, stralingsenergie, kernenergie, elektrische energie
- Energie-eenheden die niet in het SI voorkomen: kilowattuur, kilocalorie
- Wet van behoud van energie, energiebalans
- Energiedissipatie, open en geïsoleerde systemen

**Procedurele kennis*

- Omvormen van formules: één variabele uitdrukken in functie van de andere
- Gebruiken van een formularium
- Kwantitatief opstellen van de energiebalans bij een omzetting van gravitationele energie, elastische energie en kinetische energie

- Kwalitatief opstellen van de energiebalans bij een omzetting van gravitationele energie, elastische energie, kinetische energie, chemische energie, thermische energie, stralingsenergie, kernenergie en elektrische energie

Met inbegrip van context

- De eindterm wordt met context gerealiseerd.

Met inbegrip van dimensies eindterm

Cognitieve dimensie: beheersingsniveau toepassen

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

Met inbegrip van kennis

*Feitenkennis

- (Absolute) temperatuur, thermische energie, warmte, cohesiekrachten, deeltjesmodel, smeltpunt
- Aggregatietoestanden: vast, vloeibaar, gas
- Faseovergangen: smelten, stollen, verdampen, condenseren, sublimeren, desublimeren

*Conceptuele kennis

- (Absolute) temperatuur, thermische energie, warmte en de kwalitatieve verbanden ertussen
- Warmtebalans als behoud van energie
- Thermisch evenwicht
- Merkbare warmte bij temperatuursveranderingen
 - > Verband met kinetische energie van de deeltjes
 - > Specifieke warmtecapaciteit
- Latente warmte bij faseovergangen
 - > Verband met potentiële energie van de deeltjes
 - > Cohesiekrachten

Met inbegrip van context

- De eindterm wordt met context gerealiseerd.

Met inbegrip van dimensies eindterm

Cognitieve dimensie: beheersingsniveau begrijpen

6.40 De leerlingen beschrijven eenvoudige elektrische stroomkringen aan de hand van de concepten elektrische stroomsterkte, spanning, weerstand, geleidbaarheid, vermogen, energie en de verbanden ertussen.

Met inbegrip van kennis

*Feitenkennis

- Geleider en isolator
- Stroomsterkte, spanning, weerstand, geleidbaarheid
- Spanningsbron, gelijkspanning
- Wet van Ohm
- Serie- en parallelschakeling

*Conceptuele kennis



- Geleider en isolator
- Spanningsbronnen, gelijkspanning
- Elektrische stroomsterkte, spanning, weerstand, geleidbaarheid en de verbanden ertussen
- Wet van Ohm
- Weerstand, geleidbaarheid, stroomsterkte en spanning bij serie- en parallelschakeling
- Vermogen
- Joule-effect
- Veiligheidsaspecten: elektrocutie, kortsluiting en overbelasting
- Recht en omgekeerd evenredig verband

Met inbegrip van context

- De eindterm wordt met context gerealiseerd.
- Er is aandacht voor de veiligheid in een elektrische installatie: zekeringen, verliesstroomschakelaar, aarding, elektrische isolatie.

Met inbegrip van dimensies eindterm

Cognitieve dimensie: beheersingsniveau begrijpen

6.47 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 doorstroomfinaliteit

*Procedurele kennis

- Gebruiken van hulpmiddelen en meetinstrumenten verbonden aan eindtermen van de tweede graad doorstroomfinaliteit zoals weegschaal, pH-meter en -indicatoren, thermometer, maatbeker, pipet, gereedschappen, 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.

6.48 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 voor technische systemen, pictogrammen, symbolen, onderhoudsvorschriften, 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.

6.49 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 doorstroomfinaliteit

*Conceptuele kennis

- Beduidende cijfers
- Meetnauwkeurigheid
- Onderscheid tussen vectoriële en scalaire grootheden

*Procedurele kennis

- Gebruiken van relevante symbolen van grootheden en (SI-) eenheden uit eindtermen van de tweede graad doorstroomfinaliteit
- Herleiden van courante eenheden
- Gebruiken van notaties met machten van 10 zoals wetenschappelijke notatie, ingenieursnotatie
- Gebruiken van vuistregels voor de bepaling van het aantal beduidende cijfers en de nauwkeurigheid bij bewerkingen met meetresultaten
- Schatten van grootheden aan de hand van referentiepunten

Met inbegrip van dimensies eindterm

Cognitieve dimensie: beheersingsniveau toepassen

6.50 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 doorstroomfinaliteit

*Conceptuele kennis

- Recht en omgekeerd evenredig verband
- Kwadratisch verband, lineair verband



- Spreidingsdiagram
- Informeel begrip van trendlijn
- Informeel begrip van de correlatiecoëfficiënt bij een lineair verband

*Procedurele kennis

- Opstellen en interpreteren van grafieken en formules
- Omvormen van formules: één variabele uitdrukken in functie van de andere
- Met ICT
 - > Bepalen en interpreteren van de trendlijn met bijhorend voorschrift en correlatiecoëfficiënt
 - > Opstellen en interpreteren van een spreidingsdiagram

Met inbegrip van context

*Volgende verbanden tussen grootheden zoals

- Tussen massa en volume of inhoud
- Tussen de grootte van de zwaartekracht en de massa
- Tussen temperatuursverandering, warmtehoeveelheid en massa

komen aan bod.

Met inbegrip van dimensies eindterm

Cognitieve dimensie: beheersingsniveau analyseren

6.52 De leerlingen ontwikkelen natuurwetenschappelijke, technologische, en wiskundige modellen in disciplinespecifieke en STEM-contexten om te visualiseren, te onderzoeken, op te lossen en te verklaren.

Met inbegrip van kennis

*Conceptuele kennis

- Wiskundige, natuurwetenschappelijke en technologische concepten uit de eindtermen van de tweede graad doorstroomfinaliteit
- Model als vereenvoudigde voorstelling van de werkelijkheid met de validiteit en reikwijdte ervan
- Modellen zoals schema's, schetsen, diagrammen, tekeningen, replica's, prototypes, (computer)simulaties, grafieken, tabellen, formules, vergelijkingen

*Procedurele kennis

- Toepassen van relevante wiskundige, natuurwetenschappelijke en technologische concepten uit eindtermen van de tweede graad doorstroomfinaliteit
- Modelleren
 - > Conceptualiseren
 - # Analyseren van de vraag of probleemstelling om verbanden/relaties/patronen te identificeren
 - # Kiezen van een geschikt model
 - > Concretiseren van het gekozen model
 - > Analyseren van de validiteit en reikwijdte van het model in de context

Met inbegrip van dimensies eindterm

Cognitieve dimensie: beheersingsniveau creëren

6.53 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 doorstroomfinaliteit
- Wetenschappelijke methode
- Toepasbaarheid van empirische onderzoeksmethoden op natuurlijke en technische systemen

*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 die grafisch en op andere manieren worden weergegeven
- Trekken van conclusies op basis van data die grafisch en op andere manieren worden weergegeven
- Formuleren van conclusie(s) als verklaring of antwoord op een 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.

6.54 De leerlingen analyseren natuurlijke en technische systemen aan de hand van verschillende STEM-concepten.

Met inbegrip van kennis

*Conceptuele kennis

- Wiskundige, natuurwetenschappelijk en technologische concepten uit eindtermen van de tweede graad doorstroomfinaliteit
- Natuurlijke en technische systemen
- STEM-concepten (cross-cutting concepts)
 - > Energie, materie en informatie (getallen, data, ...)
 - > 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
- 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

6.55 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 doorstroomfinaliteit

*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

6.56 De leerlingen beargumenteren vanuit verschillende invalshoeken keuzes bij het ontwerp en het gebruik van technische systemen en andere STEM-oplossingen.

Met inbegrip van kennis

*Conceptuele kennis

- Wiskundige, natuurwetenschappelijke en technologische concepten uit eindtermen van de tweede graad doorstroomfinaliteit
- Ontwerpen als scheppend proces waarbij afwegingen en keuzes worden gemaakt
- 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, ...

6.57 De leerlingen onderzoeken aan de hand van concrete maatschappelijke uitdagingen de wisselwerking tussen STEM-disciplines onderling en tussen STEM-disciplines met de maatschappij.

Met inbegrip van kennis

*Conceptuele kennis

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

*Procedurele kennis

- Systeemdenken

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 analyseren

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 Cesuurdoelen

4.8.1 De leerlingen analyseren kunstuitingen van eenzelfde artistieke expressievorm uit verschillende kunststromingen, periodes en samenlevingen.

Met inbegrip van kennis

*Feitenkennis

- Vakterminologie inherent aan de afbakening van het cesuurdoel waaronder de zeven periodes van het courante westerse historische referentiekader

*Conceptuele kennis

- Bouwstenen, technieken en materialen van kunstuitingen
- Kenmerkende kunsthistorische elementen zoals een schoonheidsideaal, het vakmanschap, het artistiek parcours, de economische waarde, de aandacht voor de vorm, de mate van weerspiegeling of vervreemding van de maatschappij, de stijlkenmerken, de rol van de opdrachtgever(s), de rol in beeldvorming, de rol in opinievorming, de betekenissen, de genderdimensie

*Procedurele kennis

- Hanteren van meerdere perspectieven (multiperspectiviteit)
- Toepassen van analysemethoden zoals visuele, auditieve en materiële analyse

Met inbegrip van context

- Het cesuurdoel wordt gerealiseerd met een artistieke expressievorm eigen aan de studierichting.

Met inbegrip van dimensies eindterm

Cognitieve dimensie: Analyseren

9.4.1 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 ionbinding, covalente binding, metaalbinding, rooster, cohesie, adhesie, oxidatie, reductie

*Conceptuele kennis

- Chemische bindingen: ionbinding, covalente binding, metaalbinding
- Intermoleculaire krachten: cohesie, adhesie en andere zoals dipoolkrachten, H-bruggen, ion-dipoolkrachten
- Roosters zoals ionrooster, molecuulrooster, atoomrooster, metaalrooster met in begrip van roosterfouten
- Stofeigenschappen: het oplosgedrag van stoffen, geleidbaarheid, oxidatie en reductie

Met inbegrip van context

- Het cesuurdoel wordt met studierichtingspecifieke context gerealiseerd.

Met inbegrip van dimensies eindterm

Cognitieve dimensie: Begrijpen

9.4.2 De leerlingen leggen het verband tussen de structuur en de eigenschappen van materialen.



Met inbegrip van kennis

*Feitenkennis

- Vakterminologie inherent aan de afbakening van het cesuurdoel waaronder polymeer, keramiek, composiet, metaal, legering, korrelgrootte, kristalstructuur

*Conceptuele kennis

- Classificatie van materialen: polymeren, keramieken, composieten, metalen en hun legeringen, natuurlijke materialen
- Structureigenschappen
 - > Microstructuur: korrelgrootte, kristalstructuur
 - > Samenstelling van materialen: samenstellende componenten, chemische elementen en verbindingen, het gehalte van de bestanddelen
- Materiaaleigenschappen
 - > Mechanische zoals elastische en plastische vervorming, trek-, buig- en druksterkte, hardheid, doorlaatbaarheid
 - > Elektrische: soortelijke weerstand
 - > Thermische: thermische geleidbaarheid, uitzetting
 - > Optische: brekingsindex
 - > Chemische: brandbaarheid, corrosiviteit
 - > Akoestische: absorptie, weerkaatsing

Met inbegrip van context

- Het cesuurdoel wordt met studierichtings specifieke context gerealiseerd.

Met inbegrip van dimensies eindterm

Cognitieve dimensie: Begrijpen

11.2.1 De leerlingen analyseren elektromagnetische fenomenen en toepassingen ervan kwalitatief en kwantitatief aan de hand van de concepten kracht en veld.

Met inbegrip van kennis

*Feitenkennis

- Vakterminologie, notaties, namen van grootheden en eenheden, symbolen van grootheden en eenheden inherent aan de afbakening van het cesuurdoel, waaronder lading, kracht, elektrische veldsterkte, elektrische potentiaal, elektrische spanning, magnetische inductie

*Conceptuele kennis

- Het elektrisch veld
 - > Coulombkracht inclusief formule voor de grootte ervan $F = k \cdot |Q_1| \cdot |Q_2| / r^2$
 - > Elektrische veldsterkte als vectoriële grootheid, elektrische veldlijnen en het verband tussen die twee
 - > Elektrische potentiaal en elektrische spanning
 - > Radiaal veld: elektrische veldsterkte in een punt inclusief formule voor de grootte ervan $E = k \cdot |Q| / r^2$
 - > Homogeen veld: elektrische veldsterkte in een punt en elektrische spanning tussen twee punten inclusief formule voor het verband tussen de groottes ervan $E = U/d$
 - > Capaciteit van een condensator en van een vlakke condensator inclusief formules $C = Q/U$ en $C = \epsilon \cdot A/d$
- Het magnetisch veld

- > Magnetische inductie als vectoriële grootheid, magnetische veldlijnen en het verband tussen die twee
- > Magnetische inductie bij een stroomvoerende rechte geleider en bij een stroomvoerende spoel inclusief formules voor de groottes ervan $B = \mu \cdot I / (2\pi \cdot r)$ en $B = \mu \cdot I \cdot N / \ell$
- > Informeel begrip van magnetische spin bij atomen
- > Weissgebieden
- > Kracht op een stroomvoerende geleider in een magnetisch veld inclusief formule voor de grootte ervan $F = B \cdot \ell \cdot I \cdot \sin\alpha$
- Het fenomeen elektromagnetische inductie
 - > Magnetische flux inclusief formule $\Phi = A \cdot B \cdot \cos(\alpha)$
 - > Wetten van Lenz en Faraday
 - > Inductiespanning inclusief formule $U = -N \cdot \Delta\Phi / \Delta t$

*Procedurale kennis

- Werken met vectoriële grootheden
 - > Bepalen van richting en zin van een vectoriële grootheid
 - > Ontbinden van een vector in zijn componenten: grafisch en via berekening
 - > Samenstellen van vectoren: grafisch en via berekening
- Schetsen van vectoren en grafieken
- Omvormen van formules: één variabele uitdrukken in functie van de andere
- Gebruiken van een formularium
- Oplossen van problemen m.b.t. elektromagnetisme

Met inbegrip van context

- Het cesuurdoel wordt met context gerealiseerd.
- Het gebruik van grootheden en eenheden uit het SI krijgt de voorkeur. Het gebruik en het nut van relevante niet-SI-eenheden worden behandeld.

Met inbegrip van dimensies eindterm

Cognitieve dimensie: Analyseren

11.2.2 De leerlingen analyseren elektrische gelijkstroomkringen kwalitatief en kwantitatief.

Met inbegrip van kennis

*Feitenkennis

- Vakterminologie, notaties, namen van grootheden en eenheden, symbolen van grootheden en eenheden inherent aan de afbakening van het cesuurdoel, waaronder lading, elektrische spanning, stroomsterkte, weerstand, geleidbaarheid, vermogen
- Symbolen en regels voor schematische voorstellingen inherent aan de afbakening van de specifieke eindterm
- Formules
 - > Stroomsterkte $I = \Delta Q / \Delta t$
 - > Weerstand $R = U / I$
 - > Geleidbaarheid $G = I / U$
 - > Vermogen inclusief formule $P = U \cdot I$
- Wet van Ohm

*Conceptuele kennis

- Gelijkstroomkringen



- Conventionele stroomzin en werkelijke stroomzin
- Stroomsterkte inclusief formule $I = \Delta Q / \Delta t$
- Weerstand: concept, fysieke component en grootte inclusief formule $R = U / I$
- Geleidbaarheid inclusief formule $G = I / U$
- Wet van Ohm
- Joule-effect inclusief formule $Q = R \cdot I^2 \cdot \Delta t$
- Vermogen inclusief formule $P = U \cdot I$
- Wet van Pouillet inclusief formule $R = \rho \cdot \ell / A$
- Serie- en parallelschakeling van weerstanden
 - > Onbelaste spanningsdeler
 - > Substitutieweerstand
 - > Verdelingswetten voor spanning en stroomsterkte
- Condensator, capaciteit van een condensator inclusief formule $C = Q / U$
- Opladen en ontladen van een condensator in een gelijkstroomkring met een condensator en een weerstand inclusief opladings- en ontladingscurve

**Procedurele kennis*

- Omvormen van formules: één variabele uitdrukken in functie van de andere
- Gebruiken van een formularium
- Berekenen van de substitutieweerstand van een gemengde schakeling van weerstanden
- Oplossen van gemengde schakelingen van weerstanden en één spanningsbron in gelijkstroomkringen

Met inbegrip van context

- Het cesuurdoel wordt met context gerealiseerd.
- Het gebruik van grootheden en eenheden uit het SI krijgt de voorkeur.

Met inbegrip van dimensies eindterm

Cognitieve dimensie: Analyseren

11.5.1 De leerlingen analyseren de verticale worp en de eenparig cirkelvormige beweging kwalitatief en kwantitatief.

Met inbegrip van kennis

**Feitenkennis*

- Vakterminologie, notaties, namen van grootheden en eenheden, symbolen van grootheden en eenheden inherent aan de afbakening van het cesuurdoel, waaronder verplaatsing, afgelegde weg, snelheid, versnelling

**Conceptuele kennis*

- Puntmassa en star lichaam
- Rotatie en translatie
- Positie, verplaatsing, snelheid en versnelling als vectoriële grootheden
- Onderscheid tussen verplaatsing en afgelegde weg
- Ogenblikkelijke snelheid en ogenblikkelijke versnelling
- Positie-, snelheids- en versnellingsfunctie
- Hoeksnelheid en baansnelheid
- Verbanden tussen de beweging en grafieken:
 - > Worp: $x(t)$, $v_x(t)$, $a_x(t)$
 - > ECB: $v(t)$, $a(t)$

**Procedurele kennis*

- Schetsen van een grafiek
- Werken met vectoriële grootheden
 - > Bepalen van de richting en de zin van een vectoriële grootheid
 - > Ontbinden van een vector in zijn componenten: grafisch en via berekening
- Omvormen van formules: één variabele uitdrukken in functie van de andere
- Gebruiken van een formularium
- Oplossen van problemen m.b.t. kinematica
- Oplossen van kwantitatieve problemen m.b.t. kinematica van puntmassa's

Met inbegrip van context

- Het cesuurdoel wordt met context gerealiseerd.
- Het gebruik van grootheden en eenheden uit het SI krijgt de voorkeur. Het gebruik en het nut van relevante niet-SI-eenheden worden behandeld.

Met inbegrip van dimensies eindterm

Cognitieve dimensie: Analyseren

11.5.2 De leerlingen analyseren de statica van systemen kwalitatief en kwantitatief aan de hand van krachten en krachtmomenten.

Met inbegrip van kennis

**Feitenkennis*

- Vakterminologie, notaties, namen van grootheden en eenheden, symbolen van grootheden en eenheden inherent aan de afbakening van het cesuurdoel, waaronder kracht, krachtmoment

**Conceptuele kennis*

- Puntmassa en star lichaam
- Rotatie en translatie
- Massamiddelpunt
- Krachten
 - > Soorten krachten
 - > Wrijvingskracht inclusief formule voor de grootte ervan $F_w = \mu \cdot F_n$
 - > Krachtenbalans, resulterende kracht
 - > Drie wetten van Newton inclusief vectoriële formule $F = m \cdot a$
- Momenten
 - > Krachtmoment inclusief formule voor de grootte ervan $M = r \cdot F \cdot \sin \alpha$
 - > Momentenbalans, resulterend krachtmoment
- Statisch evenwicht

**Procedurele kennis*

- Werken met vectoriële grootheden
 - > Bepalen van de richting en de zin van een vectoriële grootheid
 - > Ontbinden van een vector in zijn componenten: grafisch en via berekening
 - > Samenstellen van vectoren: grafisch en via berekening
- Opstellen van de krachten- en momentenbalans inclusief schets
- Omvormen van formules: één variabele uitdrukken in functie van de andere
- Gebruiken van een formularium



- Oplossen van problemen m.b.t. statica

Met inbegrip van context

- Het cesuurdoel wordt met context gerealiseerd.
- Contexten zoals onderstaande komen aan bod.
 - > Mechanismen zoals riemen, tandwielen, mechanische geleiders, katrollen, lagers, scharnieren, veersystemen, kruk-drijfstaangmechanisme
 - > Structuren zoals vakwerken, een dubbele ladder
 - > Biomechanica: aspecten van het bewegingsapparaat zoals gewrichten, spieren, botten
- Het gebruik van grootheden en eenheden uit het SI krijgt de voorkeur. Het gebruik en het nut van relevante niet-SI-eenheden worden behandeld.

Met inbegrip van dimensies eindterm

Cognitieve dimensie: Analyseren

11.5.3 De leerlingen gebruiken de concepten arbeid, energie en het verband ertussen om energieomzettingen te kwantificeren.

Met inbegrip van kennis

*Feitenkennis

- Vakterminologie, notaties, namen van grootheden en eenheden, symbolen van grootheden en eenheden inherent aan de afbakening van het cesuurdoel waaronder arbeid, energie, warmte

*Conceptuele kennis

- Arbeid geleverd door een constante kracht inclusief formule $W=F \cdot \Delta x \cdot \cos(\alpha)$
- Arbeid-energietheorema
- Energie
 - > Soorten energie inclusief formules: kinetische energie van een puntmassa $E=1/2 \cdot m \cdot v^2$, potentiële gravitatie-energie $E=m \cdot g \cdot h$, potentiële elastische energie $E=1/2 \cdot k \cdot (\Delta \ell)^2$ en andere zoals elektrische energie $E=Q \cdot V$, chemische energie, thermische energie, stralingsenergie $E=h \cdot f$
- Energieopslag zoals batterijen, waterreservoirs, veren
- Rendement en vermogen inclusief formules voor rendement $\eta=E_{\text{nuttig}}/E_{\text{totaal}}$ en gemiddeld vermogen $P=\Delta E/\Delta t$
- Wet van behoud van energie
- Warmte
- Energiedissipatie

*Procedurele kennis

- Omvormen van formules: één variabele uitdrukken in functie van de andere
- Gebruiken van een formularium
- Oplossen van kwantitatieve problemen m.b.t. arbeid en energieomzettingen

Met inbegrip van context

- Het cesuurdoel wordt met context gerealiseerd.
- Het gebruik van grootheden en eenheden uit het SI krijgt de voorkeur. Het gebruik en het nut van relevante niet-SI-eenheden worden behandeld.

Met inbegrip van dimensies eindterm

Cognitieve dimensie: Toepassen

11.6.1 De leerlingen analyseren kwantitatief en kwalitatief mechanische eigenschappen van materialen.

Met inbegrip van kennis

*Feitenkennis

- Vakterminologie, notaties, namen van grootheden en eenheden, symbolen van grootheden en eenheden inherent aan de afbakening van het cesuurdoel, waaronder kracht, krachtmoment

*Conceptuele kennis

- Trek, druk, wringing
- Axiale en radiale krachten, krachtmomenten
- Plastische en elastische vervorming, breuk
 - > Wet van Hooke inclusief formules $\sigma = E \cdot \epsilon$ en $M = C \cdot \phi$, elasticiteitsmodulus en torsieconstante
- Spanning-vervormingdiagrammen
- Mechanische eigenschappen van materialen

*Procedurele kennis

- Kwantitatief en kwalitatief oplossen van problemen m.b.t. mechanische eigenschappen van materialen
- Werken met vectoriële grootheden
 - > Bepalen van de richting en de zin van een vectoriële grootheid
 - > Ontbinden van een vector in zijn componenten: grafisch en via berekening
- Omvormen van formules: één variabele uitdrukken in functie van de andere
- Gebruiken van een formularium

Met inbegrip van context

- Het cesuurdoel wordt met richtingspecifieke context gerealiseerd.
- Het gebruik van grootheden en eenheden uit het SI krijgt de voorkeur. Het gebruik en het nut van relevante niet-SI-eenheden worden behandeld.

Met inbegrip van dimensies eindterm

Cognitieve dimensie: Analyseren

11.6.2 De leerlingen onderzoeken eigenschappen van constructies.

Met inbegrip van kennis

*Feitenkennis

- Vakterminologie, notaties, namen van grootheden en eenheden, symbolen van grootheden en eenheden inherent aan de afbakening van het cesuurdoel
- Symbolen en regels voor schematische voorstellingen inherent aan de afbakening van het cesuurdoel

*Conceptuele kennis

- Ontwerp- en uitvoeringscriteria
- Ontwerpmodellen, ontwerpplannen en uitvoeringsplannen
- Uitvoeringsvormen en -technieken
- Relatie tussen materiaal, structuur en functie
- Eigenschappen van materialen en structuren

*Procedurele kennis

- Vergelijken van materialen en structuren a.d.h.v. technische data



- Tekenen, interpreteren en simuleren van constructies met software zoals BIM, CAD
- Interpreteren van plannen en modellen in twee en drie dimensies

Met inbegrip van context

- Het cesuurdoel wordt gerealiseerd met studierichtingspecifieke context.
- Contexten zoals bouw- en houtconstructies, infrastructuur, product- en projectontwikkeling komen aan bod.
- Het gebruik van grootheden en eenheden uit het SI krijgt de voorkeur. Het gebruik en het nut van relevante niet-SI-eenheden worden behandeld.

Met inbegrip van dimensies eindterm

Cognitieve dimensie: Analyseren

11.9.1 De leerlingen gebruiken concepten met betrekking tot de thermodynamica kwalitatief en kwantitatief om fenomenen en toepassingen ervan te verklaren.

Met inbegrip van kennis

*Feitenkennis

- Vakterminologie, notaties, namen van grootheden en eenheden, symbolen van grootheden en eenheden inherent aan de afbakening van het cesuurdoel waaronder arbeid, energie, warmte
- Formule voor ideale gaswet $p \cdot V = n \cdot R \cdot T$

*Conceptuele kennis

- Wet van behoud van energie
- Arbeid verricht door een systeem, verandering van inwendige energie van een systeem en warmtehoeveelheid toegevoegd aan een systeem
- De 0^{de} en 1^{ste} hoofdwet van de thermodynamica
- Energiedissipatie
- Open, gesloten en geïsoleerd systeem
- Thermodynamische processen zoals een smeltproces, een kookproces
- Rendement inclusief formule $\eta = E_{\text{nuttig}} / E_{\text{totaal}}$
- Fasediagrammen
- Ideale gaswet als toestandsvergelijking inclusief formule $p \cdot V = n \cdot R \cdot T$
- Merkbare en latente warmte inclusief formules $Q = c \cdot m \cdot \Delta T$ en $Q = \ell \cdot m$
- Warmtebalans bij temperatuursveranderingen en faseovergangen

*Procedurele kennis

- Omvormen van formules: één variabele uitdrukken in functie van de andere
- Gebruik van een formularium
- Oplossen van kwantitatieve problemen m.b.t. de ideale gaswet en de warmtebalans
- Oplossen van problemen m.b.t. thermodynamica

Met inbegrip van context

Het cesuurdoel wordt met studierichtingspecifieke context gerealiseerd.

- Het gebruik van grootheden en eenheden uit het SI krijgt de voorkeur. Het gebruik en het nut van relevante niet-SI-eenheden worden behandeld.
- Faseovergangen m.b.t. de warmtebalans zoals verdampen, condenseren, smelten en stollen

Met inbegrip van dimensies eindterm

Cognitieve dimensie: Toepassen

11.11.1 De leerlingen analyseren thermische eigenschappen in functie van de isolatie van bouwwerken.

Met inbegrip van kennis

*Feitenkennis

- Vakterminologie, notaties, namen van grootheden en eenheden, symbolen van grootheden en eenheden inherent aan de afbakening van het cesuurdoel, waaronder warmte, warmtecapaciteit weerkaatsing, breking, absorptie

*Conceptuele kennis

- Warmtetransport
 - > Geleiding, convectie en straling
 - > Warmtestroom en warmtehoeveelheid
 - > Warmtegeleidingscoëfficiënt
 - > Merkbaar warmte inclusief formule $Q=c \cdot m \cdot \Delta T$, specifieke warmtecapaciteit
 - > Thermische eigenschappen van bouwmaterialen
 - > Thermische isolatie
 - > Bouwknoop en warmtelek

*Procedurele kennis

- Gebruiken van een formularium
- Vergelijken van bouwmaterialen en constructiewijzen a.d.h.v. technische data
- Oplossen van problemen m.b.t. warmtetransport

Met inbegrip van context

- Het gebruik van grootheden en eenheden uit het SI krijgt de voorkeur. Het gebruik en het nut van relevante niet-SI-eenheden worden behandeld.

Met inbegrip van dimensies eindterm

Cognitieve dimensie: Analyseren

11.11.3 De leerlingen analyseren interacties binnen een gebouw en tussen een gebouw en zijn omgeving.

Met inbegrip van kennis

*Feitenkennis

- Vakterminologie, notaties, namen van grootheden en eenheden, symbolen van grootheden en eenheden inherent aan de afbakening van het cesuurdoel
- Symbolen en regels voor schematische voorstellingen inherent aan de afbakening van het cesuurdoel

*Conceptuele kennis

- Gebouw als systeem
- In- en uitvoer via dynamische processen
 - > Stromen van materie en energie zoals van data, elektriciteit, lucht, warmte, water
 - > Technieken om de stromen te reguleren: isolatie, ventilatie, bekabeling, buizenstelsels
- Invloed van omgevingsfactoren op aspecten van gebouwen en invloed van aspecten van gebouwen op omgevingsfactoren
 - > Abiotische en biotische omgevingsfactoren zoals bodem, vegetatie, klimaat, ligging, oriëntatie, inzicht, grondwater, schaduw, ecosysteem



- > Aspecten van gebouwen inzake energiehuishouding, veiligheid en comfort zoals vochtigheid, temperatuurregeling, stabiliteit, luchtkwaliteit, elektriciteitsvoorziening, overstromingsrisico
- Passief en energieneutraal bouwen
- Circulair bouwen
- Automatisering
 - > Sensoren, actuatoren en besturingen
 - > Domotica, smart homes, internet of things
 - > Toepassingen zoals zonnepanelen, thermostaat, luchtbehandeling
 - > Energiekost

**Procedurele kennis*

- Interpretieren van plannen en modellen in twee en drie dimensies
- Interpretieren van geografische data zoals bodemsamenstelling, overstromingsrisico, geluidsbelasting

Met inbegrip van dimensies eindterm

Cognitieve dimensie: Analyseren

12.1.1 De leerlingen ontwikkelen een oplossing voor een probleem door inzichten, concepten en vaardigheden uit verschillende STEM-disciplines geïntegreerd toe te passen.

Met inbegrip van kennis

**Conceptuele kennis*

- Wiskundige, natuurwetenschappelijke, technologische en computationele concepten uit de studierichtings specifieke eindtermen
- Wetenschappelijke methode
- Technisch proces

**Procedurele kennis*

- Definiëren van het probleem, de behoefte
- Bepalen van criteria en specificaties
- Opstellen van een planning
- Bedenken van mogelijke technische modellen rekening houdend met de bepaalde criteria en de bepaalde specificaties
- Analyseren van oplossingen om een optimaal ontwerp te selecteren inclusief kosten-batenanalyse
- Realiseren van het prototype met studierichtings specifieke materialen, systemen en technieken
- Testen en evalueren van het prototype aan de hand van opgestelde modellen, de bepaalde criteria en de bepaalde specificaties inclusief effectonderzoek
- Toepassen van een iteratief technisch proces
- Toepassen van wetenschappelijke onderzoeksmethoden om gefundeerde beslissingen te nemen
- Toepassen van computationele vaardigheden zoals het opstellen van een flowchart (stroomdiagram), programmeren, modelleren en simuleren aan de hand van ICT
- Geïntegreerd toepassen van wiskundige, wetenschappelijke, technologische en computationele inzichten, concepten en vaardigheden
- Toepassen van reflectievaardigheden

Met inbegrip van context

- De problemen hebben een maatschappelijke relevantie.
- Elke STEM-discipline komt tenminste met één andere STEM-discipline geïntegreerd 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: Creëren

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.



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	Bouwwetenschappen en het vormingsconcept	10
3.2	Krachtlijnen	11
3.3	Opbouw.....	12
3.4	Leerlijnen.....	13
3.4.1	Samenhang met de eerste graad	13
3.4.2	Samenhang in de tweede graad	13
3.4.3	Samenhang met de derde graad.....	13
3.4.4	Samenhang binnen de finaliteit	13
3.4.5	Samenhang over de finaliteiten heen.....	14
3.5	Aandachtspunten.....	15
3.6	Leerplanformularium	15
3.6.1	Mechanica.....	16
3.6.2	Arbeid, energie, vermogen en rendement	16
3.6.3	Elektriciteit	16
3.6.4	Druk in vaste stoffen, vloeistoffen en gassen, thermodynamica	17
4	Leerplandoelen	17
4.1	STEM-doelen	17
4.2	Technologische wetenschappen.....	24
4.2.1	De wetten van Newton	24
4.2.2	Bewegingsleer	25
4.2.3	Statisch evenwicht in het vlak.....	26

4.2.4	Arbeid en energie.....	27
4.2.5	Thermodynamica	28
4.2.6	Druk.....	30
4.2.7	Gelijkstroomkringen.....	31
4.2.8	Elektromagnetisme	32
4.3	Onderzoek van materialen en constructies	32
4.3.1	Materiaalkunde.....	32
4.3.2	Constructies	36
4.4	Projectenstudie en ontwerpen	39
4.4.1	Projectenstudie	39
4.4.2	Vormgeving	40
4.4.3	Ontwerpen	41
4.4.4	Topografie.....	42
4.5	Preventie	43
5	Lexicon	43
6	Basisuitrusting	44
6.1	Infrastructuur	44
6.2	Materiaal, toestellen, machines en gereedschappen beschikbaar in de infrastructuur	45
6.3	Materiaal en gereedschappen waarover elke leerling moet beschikken	46
7	Concordantie	46
7.1	Eindtermen.....	48
7.2	Cesuurdoelen	59