LEERPLAN
SECUNDAIR ONDERWIJS

Koel- en warmtetechnieken B+S

3de graad D/A-finaliteit
III-KoWa-da

BRUSSEL
D/2024/13.758/270
Versie oktober 2024

KATHOLIEK ONDERWIJS .VLAANDEREN

1 Inleiding

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

1.1 Het leerplanconcept: vijf uitgangspunten

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

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

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

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

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

1.2 De vormingscirkel – de opdracht van secundair onderwijs

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

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

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

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

1.3 Ruimte voor leraren(teams) en scholen

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

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

1.4 Differentiatie

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

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

Differentiatie door te verdiepen en te verbreden

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

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

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

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

Differentiatie door de leeromgeving aan te passen

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

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

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

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

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

Differentiatie in evaluatie

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

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

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

1.5 Opbouw van leerplannen

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

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

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

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

De **leerplandoelen** zijn helder geformuleerd en geven aan wat van leerlingen wordt verwacht. Waar relevant geeft een opsomming of een afbakening (★) aan wat bij de realisatie van het leerplandoel aan bod moet komen. Ook pop-ups bevatten informatie die noodzakelijk is bij de realisatie van het leerplandoel.
De leerplandoelen zijn gebaseerd op de minimumdoelen van de basisvorming, de specifieke minimumdoelen of de doelen die leiden naar een beroepskwalificatie. Indien een leerplandoel verder gaat, vind je een '+' bij het nummer van het leerplandoel. Al die leerplandoelen zijn verplicht te realiseren. In een aantal gevallen zijn keuzedoelen opgenomen; die leerplandoelen zijn weergegeven in een grijze kleur en het nummer van het leerplandoel wordt voorafgegaan door 'K'.
De leerplandoelen zijn ingedeeld in een aantal rubrieken. Bovenaan elke rubriek vind je de relevante minimumdoelen van de basisvorming, de specifieke minimumdoelen en/of doelen die leiden naar een of meer beroepskwalificaties, afhankelijk van de finaliteit. Als leraar hoef je je die taal niet eigen te maken. Het volstaat dat je de leerplandoelen realiseert zoals opgenomen in het leerplan.
Waar relevant wordt de samenhang met andere leerplannen in dezelfde graad aangegeven, evenals de samenhang met de onderliggende graad.
'Duiding' bij een leerplandoel bevat een noodzakelijke toelichting bij het doel. In pedagogisch-didactische wenken vinden leraren inspiratie om met het leerplandoel aan de slag te gaan. Een rubriek 'extra' bij een leerplandoel biedt leraren inspiratie om verder te gaan dan wat het leerplandoel minimaal vraagt.

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

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

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

2 Situering

2.1 Samenhang in de derde graad

2.1.1 Samenhang binnen de studierichting Koel- en warmtetechnieken

Betekenisvol STEM-onderwijs doorbreekt de grenzen van traditionele disciplines en leert verbanden leggen tussen concepten, fenomenen, toepassingen en realisaties. De leerlingen ervaren die kruisverbanden door vakoverschrijdende werkwijzen te hanteren.
Dat kan je als leraar realiseren door de leerplandoelen van het leerplan Koel- en warmtetechnieken te combineren met leerplandoelen uit het leerplan Natuurwetenschappen, Wiskunde …

2.1.2 Samenhang over de finaliteiten heen

D-finaliteit	D/A-finaliteit	A-finaliteit
Ontwikkelen van wiskundig, (empirisch) natuur- en technisch-wetenschappelijk denken en vaardig zijn: • onderzoekend • experimenterend • exploratief	Ontwikkelen van technologisch denken en vaardig zijn (techniek/wetenschap): • onderzoekend • toegepaste wiskunde en wetenschappen • diagnose	Ontwikkelen van technisch-operationele vaardigheden en kennis van materialen en gereedschappen
Transfertgericht in ontwikkeling	Contextgericht in implementatie	Taakgericht in concretisering
Denken in functie van het concept, modelleren (prototype)	Denken in functie van het proces	Denken in functie van het product
Groei in complexiteit en transfert	Groei in complexiteit van processen	Groei in verfijning van de specialisatie

2.2 Plaats in de lessentabel

Het leerplan is gebaseerd op minimumdoelen van de basisvorming, specifieke minimumdoelen en doelen die leiden naar de beroepskwalificaties Technicus installatietechnieken en Koeltechnicus.

Het leerplan is gericht op 23 graaduren en is bestemd voor de studierichting Koel- en warmtetechnieken. Een evenwichtige verhouding van onderdelen in het leerplan, zonder in een strakke opdeling in vakken te vervallen, versterkt het pedagogisch-didactisch proces. De vertaling van de leerplandoelen in een uitdagend aanbod is een opdracht van de school en zijn lerarenteam (vakgroep). De onderlinge verdeling en de aandacht die elk doel krijgt, maken deel uit van die oefening. Dit leerplan geeft geen indicatie over de intensiteit waarmee een doel kan worden behandeld. Bepaalde doelen zullen meer onderwijstijd vragen dan andere.

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

3 Pedagogisch-didactische duiding

3.1 Koel- en warmtetechnieken en het vormingsconcept

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

Natuurwetenschappelijke en technische vorming

Via het leerplan Koel- en warmtetechnieken en leerplandoelen natuurwetenschappen in het curriculum worden jongeren in staat gesteld om op een methodische wijze betrouwbare kennis te verwerven. Door het inzetten van contextrijke wetenschappelijke concepten leren leerlingen een fysische werkelijkheid of een natuurlijk fenomeen te vatten. Daarnaast leren ze om wetenschappelijke, technologische en wiskundige inzichten in te zetten bij hun technische realisaties. Verwondering, het voeden van nieuwsgierigheid zijn een belangrijke motor om hun realisaties technisch en wetenschappelijk te beschrijven en te verklaren.

In natuurwetenschappelijke en technische vorming wordt kennis opgebouwd vanuit een wetenschappelijke methode. Het onderzoekend leren en leren onderzoeken wordt in het lesgebeuren geïntegreerd. Leerlingen leren in een contextrijke leeromgeving en aan de hand van hulpmiddelen en meetinstrumenten observeren, meten, onderzoeken en experimenteren. Ze leren op een veilige en duurzame manier omgaan met materialen, chemische stoffen en technische systemen.

Tijdens de technische vorming ontwikkelen de leerlingen hun technologisch denken en technisch operationele vaardigheden, als ook het probleemoplossend leren en het leren ontwerpen. De interactie tussen onderzoeken en ontwerpen is een gegeven in de ontwikkeling van hun projecten.

Een vlot gebruik van informaticatechnologieën in wetenschappen en technische vorming komen aan bod. Simulatie- en tekensoftware zijn een krachtig hulpmiddel bij conceptvorming en het verwerven van inzicht in abstractere begrippen. Dat geldt zowel voor het bekijken en gebruiken van simulaties, als voor het zelf creëren van schema’s en tekeningen.

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. Het leerplan Koel- en warmtetechnieken biedt een waaier aan opportuniteiten om de leerlingen te laten inzien hoe (op het eerste zicht abstracte) wiskundige technieken concrete toepassingen hebben. De leerlingen kunnen op deze manier dieper inzicht in en appreciatie voor wiskunde verwerven, terwijl ze hun wetenschappelijke en technologische kennis verdiepen.

Maatschappelijke vorming

Wetenschappen en techniek vervullen een cruciale rol in onze samenleving. De ontwikkelingen van nieuwe materialen, duurzame hernieuwbare energie, energieprestaties, telecommunicatie, internet of things ... hebben een grote impact op het welzijn van mensen. De leerlingen wordt tijdens hun technische ontwikkelingen en realisaties gevraagd die maatschappelijke uitdagingen ter harte te nemen, kritisch te reflecteren en een rol op te nemen in innovatieve ontwikkelingen.

De **wegwijzers duurzaamheid en verbeelding** kleuren het leerplan Koel- en warmtetechnieken. Werken vanuit duurzaamheid legt sterk de nadruk op de intrinsieke verbondenheid van alle dingen en mensen en het behoud en de verbetering van een duurzame wereld. Inhoudelijk gaat het ook om het belang van duurzaam omgaan met materialen en technologie met aandacht voor ecologie.

Verbeelding 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.

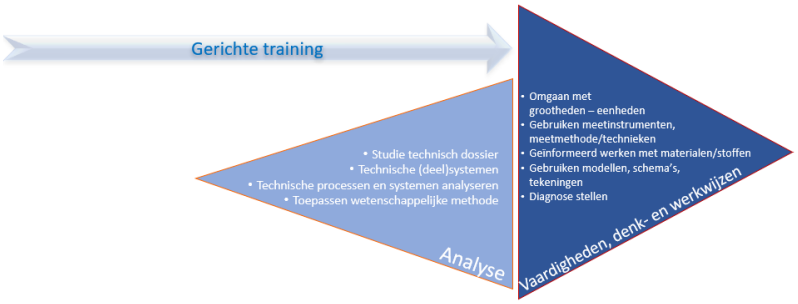
3.2 Krachtlijnen

Natuur- en technologisch-wetenschappelijke kennis ontwikkelen

De leerlingen verwerven kennis door te onderzoeken volgens een wetenschappelijke methode, te ervaren, te handelen…
Ze verwerven inzicht in elektromagnetisme, eenfasige en driefasige wisselspanning, gemengde wisselstroomkringen, horizontale worp, eenparige cirkelvormige beweging, statisch evenwicht, mechanische eigenschappen van materialen, de ideale gaswet, golflengte en golfsnelheid.

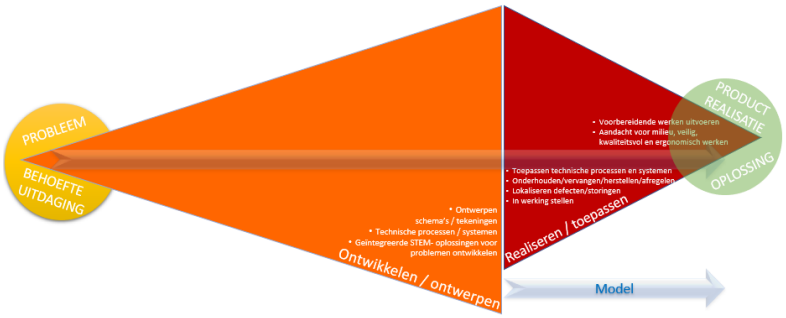
Natuur- en technologisch-wetenschappelijke vaardigheden, denk- en werkwijzen ontwikkelen

De leerlingen analyseren technische (deel-)systemen en leren een wetenschappelijke methode toepassen. Ze leren meetinstrumenten gebruiken, meetmethoden en meettechnieken toepassen, omgaan met grootheden en eenheden en geïnformeerd werken met materialen en stoffen. De leerlingen gebruiken modellen en ontwerpen schema's en tekeningen om te verklaren of om geïntegreerde STEM-oplossingen voor problemen te ontwikkelen.



Ontwerpmethoden en realisatietechnieken in technische processen en systemen

De leerlingen leren technische processen en systemen ontwikkelen, analyseren en toepassen tijdens projecten. Ze analyseren het technisch dossier, voeren voorbereidende werkzaamheden uit rekening houdend met situationele elementen of onderhoudshistoriek, onderhouden koeltechnische systemen, systemen voor warmteproductie en luchtbehandeling preventief, lokaliseren defecten of storingen. De leerlingen vervangen en herstellen onderdelen van koeltechnische systemen,

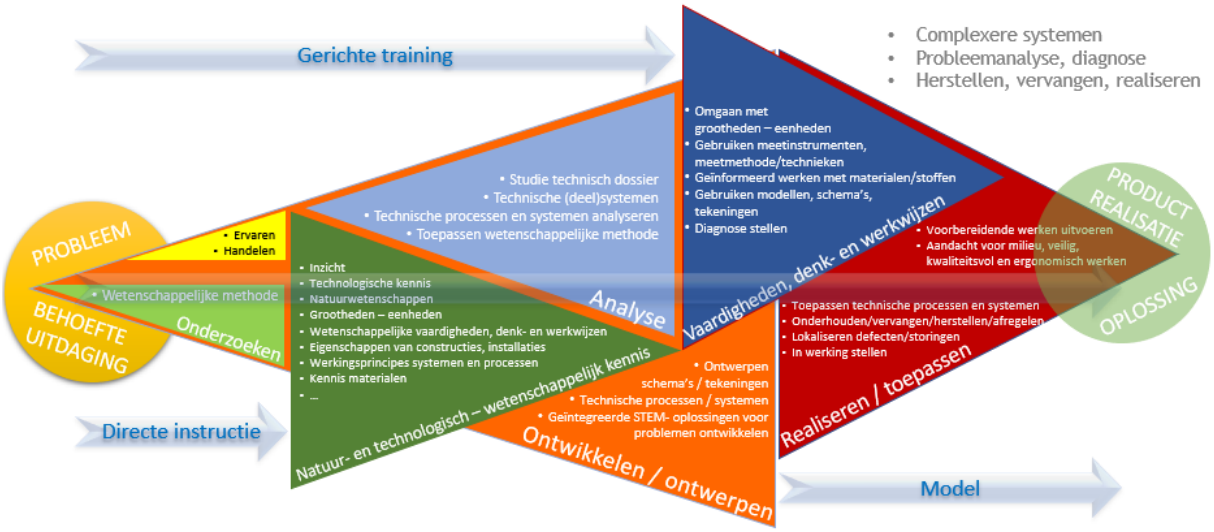


systemen voor warmteproductie en luchtbehandeling. Zorg voor het milieu, veilig, kwaliteitsvol en ergonomisch werken vormen een rode draad doorheen de studierichting.

Interacties duiden tussen wetenschappen, techniek, engineering en wiskunde

Projectmatig werken laat toe om de interacties tussen techniek en wetenschap, tussen techniek en wiskunde, tussen techniek en de maatschappij te bekrachtigen. De leerlingen onderbouwen hun realisaties met toepassing van wetenschappelijke en wiskundige kennis. Ze gaan in hun realisaties aan de slag om een antwoord te geven op maatschappelijke uitdagingen zoals klimaat, energietransitie, duurzaamheid, ondersteunende processen bij noden …

3.3 Diamantmodel



Interacties tussen wetenschappen, techniek, engineering en wiskunde.

De krachtlijnen geven een idee waar je met de leerlingen meer of minder aandacht dient aan te spenderen. Ze zijn voor elke finaliteit anders en variëren in context en in invulling volgens de studierichting.

De krachtlijnen worden voorgesteld door een aantal driehoeken die samen “diamanten” vormen. Elke diamant start links, verbreedt, en versmalt naar rechts. Dit stelt voor hoe je een doelstelling kan aanpakken door eerst breed aan te bieden om vervolgens te versmallen naar een oplossing.
Het model is opgebouwd uit meerdere diamanten, links te starten met een probleem of behoefte en rechts eindigend met een product of realisatie. Je leest het model van links naar rechts.

De weergave geeft een suggestie voor een mogelijke volgorde in het aanbod en de aandacht die elke fase kan krijgen. Hoe groter de driehoek, hoe meer aandacht de krachtlijn verdient.

Voor de D/A-finaliteit is het ontwikkelen en ontwerpen een voorname krachtlijn. Daarbij wordt zoveel mogelijk gewerkt in functie van een realisatie of toepassing, die in de dubbele finaliteit ook de nodige aandacht dient te krijgen.

Om van een probleem, behoefte, uitdaging … naar een realisatie, product, oplossing … te komen kan je de nodige voorkennis verwerven via een directe instructie door de leerkracht, door leerlingen te laten ervaren of handelen of door leerlingen een onderzoek te laten uitvoeren volgens een wetenschappelijke methode. Zo wordt het nodige inzicht en natuur- en technologisch-wetenschappelijke kennis ontwikkeld om een opdracht te analyseren, een oplossing te ontwikkelen of te ontwerpen.

Een opdracht analyseren gebeurt door het technisch dossier te bestuderen met aandacht voor de technische deelsystemen en processen, waarbij een wetenschappelijke methode kan toegepast worden.

De analyse kan leiden tot het inoefenen van vaardigheden, denk- en werkwijzen. Je kan de leerlingen hierin trainen binnen een project of door een gerichte training aan te bieden. Leerlingen worden vaardig in het omgaan met grootheden en eenheden, het gebruik van meetinstrumenten, -methoden en -technieken. Ze werken geïnformeerd met materialen en stoffen. Ze gebruiken modellen, schema's en tekeningen in functie van een opdracht.

De natuur- en technologisch-wetenschappelijke kennis vormt eveneens de basis bij het ontwikkelen en ontwerpen. Via gepaste ontwerpmethoden worden schema's en tekeningen ontworpen in functie van te ontwikkelen technische processen en systemen. Het ontwikkelen van oplossingen voor problemen door het geïntegreerd aanwenden van STEM.
Niet elk ontwikkel- of ontwerpwerk hoeft gerealiseerd te worden, ook een model kan een eindresultaat zijn.

Dat kan leiden tot een realisatie of toepassing in een technisch proces of systeem waarbij voorbereidende werkzaamheden worden uitgevoerd, waarbij leerlingen onderhouden, vervangen, herstellen of afregelen. Defecten worden gelokaliseerd en storingen worden opgelost.

Probeer dat alles zoveel mogelijk te doen binnen de thema's (context) van het leerplan.

Voor de D/A-finaliteit bestaan die projecten uit:

- complexere systemen;
- met aandacht voor diagnose, probleemanalyse;
- herstellen, vervangen, realiseren.

3.4 Opbouw

De rubrieken in het leerplan kennen een opbouw vanuit een sterke gemeenschappelijkheid van leerplandoelen over de leerplannen heen naar richtingsspecifieke leerplandoelen. De verzameling van leerplandoelen onder een rubriek is niet te herleiden tot een opdeling in een vak of discipline.

Het leerplan Koel- en warmtetechnieken omvat de volgende rubrieken:

- kwaliteitsvol en veilig werken;
- ontwerpen en ontwikkelen in STEM;
- voorbereiding en opvolging;
- elektrische installatie en datacommunicatie;
- installeren een koel- en verwarmingsinstallatie;
- stellen een koel- en verwarmingsinstallatie in werking;
- controleren de werking van een koel- en verwarmingsinstallatie;
- onderhouden van een installatie.

3.5 Leerlijnen

3.5.1 Samenhang met de tweede graad

De leerlingen leren in de tweede graad Elektromechanische technieken een kracht vectorieel voorstellen en verklaren het effect van een inwerkende kracht op de bewegingsverandering aan de hand van de drie wetten van Newton. Ze gebruiken de wet van behoud van energie en berekenen vermogen, rendement, kinetische, gravitationele en elastische energie. Ze analyseren grootheden bij ééndimensionale bewegingen.
De leerlingen interpreteren verbanden tussen stroomsterkte, spanning en weerstand, leggen het Joule-

effect uit en berekenen grootheden in serie-, parallel- en gemengde gelijkstroomkringen.
Ze maken kennis met het concept druk en grootte van de kracht per oppervlakte. Ze lichten het verband tussen warmte en temperatuursverandering of faseovergang toe.
De leerlingen lezen en tekenen technische tekeningen en schema's, monteren en demonteren mechanismen en verbindingen. Ze realiseren eenvoudige elektrische stuur- en vermogenschakelingen, elektronische schakelingen en elektropneumatische schakelingen. Ze voeren preventieve onderhoudsacties uit.

3.5.2 Samenhang in de derde graad

Het leerplan Koel- en warmtetechnieken heeft een samenhang met de leerplannen Natuurwetenschappen en Wiskunde in de derde graad.

In Wiskunde leren leerlingen grafieken, tabellen en diagrammen interpreteren, berekeningen uitvoeren en wiskundige concepten en vaardigheden inzetten om problemen in betekenisvolle contexten op te lossen.

In Natuurwetenschappen leren de leerlingen natuurwetenschappelijke fenomenen en hun toepassingen in het dagelijkse leven verklaren.

3.6 Aandachtspunten

Het leerplan Koel- en warmtetechnieken is een graadleerplan. Het lerarenteam dient de leerplandoelen te spreiden over de twee leerjaren. Overleg en een planmatige aanpak zijn belangrijk. Tijdens de voorbereiding van een opdracht worden (relevante) kennis en inzichten aangeboden om de opdracht voldoende sterk aan te vatten. De leerlingen leren ook gemaakte keuzes binnen het technisch proces te beargumenteren. Vervolgens leren ze een planning opstellen en hun werkplek organiseren. Vaardigheden en handelingen oefenen de leerlingen in gedurende de uitvoering en realisatie. Zowel het realiseren van een product als het doorlopen proces worden centraal gesteld. Reflectie op het doorlopen proces kan een belangrijk leermoment zijn voor de leerlingen en biedt kansen tot remediëring.

Verschillende vormen van werkplekleren kunnen een meerwaarde bieden voor de realisatie van dit leerplan en voor de voorbereiding op een vlotte overstap naar de arbeidsmarkt. Werkplekleren omvat een breed continuüm van leeractiviteiten die gericht zijn op het verwerven van algemene en beroepsgerichte competenties waarbij de arbeidssituatie de leeromgeving is. Het kan onder meer gaan om gesimuleerde werkomgevingen, observatie-activiteiten en leerlingenstages. De school heeft de ruimte om een beleid uit te stippelen over welke vormen van werkplekleren een plaats krijgen in de lespraktijk en met welk doel werkplekleren wordt ingezet.

De onderzoekscompetentie moet worden gerealiseerd met inhouden van dit leerplan die gerelateerd zijn aan specifieke minimumdoelen. Je overlegt op schoolniveau welke keuzes worden gemaakt met betrekking tot de realisatie van de onderzoekscompetentie. Op de PRO-tegel onderzoekscompetentie kan je voor elke studierichting terugvinden via welke leerplannen onderzoeken kan worden gerealiseerd.

Bij LPD 05 geven we aan met welke inhouden de onderzoekscompetentie moet worden gerealiseerd. Op de leerplanpagina vind je meer informatie over en een aantal mogelijke voorbeelden van hoe je via specifieke inhouden van dit leerplan met je leerlingen kan werken aan de onderzoekscompetentie.

De leerlingen dienen hun opleidingstraject te vervullen binnen deze vier verschillende contexten: sanitair, centrale verwarming, ventilatie- en luchtbehandeling en koeling.

3.7 Leerplanpagina

Wil je als gebruiker van dit leerplan op de hoogte blijven van inspirerend materiaal, achtergrond, professionaliseringen of lerarennetwerken, surf dan naar de leerplanpagina.

4 Leerplandoelen

In het structuuronderdeel koel- en warmtetechnieken, al dan niet duaal georganiseerd, als vorm van externe certificering, moet een regelmatige leerling in het bezit zijn van het certificaat van bekwaamheid in de koeltechniek van categorie I.

4.1 Kwaliteitsvol en veilig handelen

Minimumdoelen, specifieke minimumdoelen of doelen die leiden naar BK

LPD 1 De leerlingen handelen

- **in teamverband (organisatiecultuur, communicatie, procedures);**
- **kwaliteitsbewust;**
- **economisch en duurzaam;**
- **hygiënisch.**

Wenk: Door in teamverband te handelen leren de leerlingen de organisatiecultuur, de interne communicatie en procedures kennen. De leerlingen leren aanwijzingen volgen, problemen melden, communiceren en rapporteren.

Wenk: Je kan bij het organiseren van de werkplek aandacht hebben voor orde, netheid, organisatie ...

LPD 2 De leerlingen passen veiligheidsvoorschriften en -richtlijnen, milieu- en kwaliteitsnormen toe.

Samenhang derde graad: veilig en duurzaam werken (III-Nat-da LPD 2S)

2de graad: Veilig en duurzaam werken (II-EMT-da LPD 2, 3).

Wenk: Onder ‘veiligheids- en kwaliteitsnormen’ kan je onder meer begrijpen: BA4/BA5, PBM’s, CBM’s bij werkzaamheden onder spanning, kennis van procedures voor vrijgave, de gouden 8 …

Wenk: Onder ‘milieunormen’ kan je onder meer begrijpen: eigenschappen, toepassingen en handelsvormen van koudemiddelen.

Wenk: Bij gebruik van een werkplaats of technische systemen is het aangewezen het

werkplaatsreglement, het gebruik van persoonlijke en collectieve beschermingsmiddelen, de veiligheidsinstructiekaart (VIK) en de machine-instructiekaart te bespreken met de leerlingen.

Wenk: Je stimuleert de leerlingen om een gevaarlijke situatie te herkennen en te melden, het versterkt hun veilige houding. Je kan om de veiligheidsattitude aan te scherpen leerlingen voor en na gebruik de gebruikte machines en gereedschappen laten controleren op zichtbare gebreken en degelijkheid. De veiligheidshouding van de leerling kan aangescherpt worden door met hen een laatste minuut risicoanalyse (LMRA) uit te voeren alvorens de werkzaamheden te starten. Een aangereikte beknopte checklist is een hulp voor de leerlingen. Je kan de leerlingen regelmatig bijsturen naar een veilige werkhouding. Je kan een toolboxmeeting houden om (periodiek) veiligheidsinstructies te herhalen of te bespreken.

Wenk: Je kan aandacht hebben voor lock out – tag out – try out (LOTOTO). Dat is een veiligheidsprocedure die wordt gebruikt in de industrie om ervoor te zorgen dat installaties en machines veiliggesteld worden en niet meer opgestart kunnen worden voorafgaand aan de voltooiing van onderhoud, storing of calamiteit.

LPD 3 De leerlingen werken op hoogte met een ladder en rolsteiger volgens de veiligheidsregels.

Wenk: Bij werken op hoogte heb je aandacht met de leerlingen voor de preventiemaatregelen, het gebruik van een valbeveiliging, instructie en het voorkomen van valgevaar.

LPD 4 De leerlingen nemen een ergonomische houding aan bij werkzaamheden.

Wenk: Je kan met de leerlingen de ergonomische knelpunten, de fysieke belasting van bepaalde taken en hoe deze te verlichten bespreken zoals het verhogen van de installatie op werkhoogte …

Wenk: Je kan de leerlingen wijzen op de Codex over het welzijn op het werk. Het vormt een geheel van technische en organisatorische maatregelen met als doel arbeidsongevallen en beroepsziekten te voorkomen.

4.2 Ontwerpen en ontwikkelen in STEM

Minimumdoelen, specifieke minimumdoelen of doelen die leiden naar BK

LPD 5 De leerlingen doorlopen een onderzoekscyclus in samenhang met specifieke inhouden van dit leerplan.

Samenhang derde graad: I-II-III-GFL LPD 21, 22, 23, 27

Duiding: Specifieke inhouden Fysica: elektromagnetisme, elektrodynamica, elektronica, dynamica, kinematica, trillingen en golven.

Wenk: Fasen in een onderzoekscyclus zoals oriëntatie, probleem(stelling) of onderzoeksvraag, onderzoeksmethode, gegevensverzameling, analyse, conclusie,

rapportering. Afhankelijk van de context kunnen een of meerdere fasen in de onderzoekscyclus zelfstandig of onder begeleiding gebeuren.

Wenk: Leerplandoelen uit de krachtlijn “betekenisvol leren en kiezen” van het Gemeenschappelijk funderend leerplan bereiden voor op een onderzoekscyclus. Leerlingen leren zo vanaf het eerste jaar om doelgericht informatie op te zoeken in diverse bronnen, de informatie doelgericht te beoordelen en te verwerken op een kritische en systematische manier. Ook leren ze om cyclisch te reflecteren over hun eigen leerproces en dat doelgericht bij te sturen. In het Gemeenschappelijk funderend leerplan vind je suggesties om met die leerplandoelen aan de slag te gaan en een leerlijn op te bouwen waardoor leerlingen in de derde graad in staat zijn om een onderzoekscyclus te doorlopen.

Wenk: Dit leerplandoel heeft een sterke samenhang met de leerplandoelen 6, 7 en 8.

LPD 6 De leerlingen voeren onderzoek aan de hand van een wetenschappelijke methode om kennis te ontwikkelen en vragen te beantwoorden.

Samenhang derde graad: onderzoek voeren (III-Nat-da LPD 1S)

2de graad: Onderzoek voeren (II-EMT-da LPD 5).

Wenk: Je kan gebruik maken van onderzoek om diepere ontwikkeling van kennis te onderbouwen, structuur in te bouwen tijdens het onderzoeken, het verifiëren van parameters en onbekenden.
Mogelijke methodische onderzoeken:

- temperatuurverschillen ten opzichte van een referentie;
- onderzoeken van debieten in ventilatie;
- periodieke stroommeting;
- drukken meten;
- ultrasone metingen;
- trilling analyse;
- thermografisch onderzoek.

LPD 7 De leerlingen ontwikkelen een oplossing voor een probleem door STEM-disciplines geïntegreerd toe te passen.

★ Interactie tussen onderzoeken en ontwikkelen
Modelleren

Samenhang derde graad: oplossingen ontwerpen (III-Nat-da LPD 3S)

2de graad: Oplossingen ontwerpen (II-EMT-da LPD 6).

Wenk: Probeer de leerlingen uit te dagen om een nog niet- opgelost probleem aan te pakken. Een oplossing ontwerpen kan uit meerdere handelingen bestaan: opmeten, schetsen, schematiseren, eenvoudig onderzoekje, proberen en testen ("trial and error"), meten van parameters, grafiek opmaken, meting toetsen aan berekening, aanpassingen aanbrengen ...
Mogelijk aan te pakken problemen in koel- en warmtetechnieken:

- bij toename van de stroom de oorzaak van toename mechanische wrijving ofbreuk van onderdelen voorspellen;
- kosten van verlies door lekken beperken;
- een herhalend defect analyseren om onderdelen te versterken, anders op te bouwen, trillingsvrij opstellen;
- een duurzaam alternatief voorstellen voor een installatie met gas- of stookolie;
- selecteren en dimensioneren van types, materialen, onderdelen en toepassingen in functie van een installatie.

LPD 8 **De leerlingen illustreren de wisselwerking tussen wetenschappen, technologie, wiskunde en de maatschappij aan de hand van maatschappelijke uitdagingen.**

Samenhang derde graad: wisselwerking (III-Nat-da LPD 4S)

2de graad: Wisselwerking (II-EMT-da LPD 7).

Wenk: Je hebt aandacht voor de uitdagingen in duurzame oplossingen van een installatie en energiebeheer.

LPD 9 **De leerlingen ontwerpen, tekenen, lezen en interpreteren schema's en tekeningen.**

★ Verband tussen 3D-situaties en bijhorende 2D-voorstellingen

2de graad: Tekeningen en schema's (II-EMT-da LPD 10).

Wenk: Het lezen en begrijpen van technische tekeningen en schema's is een belangrijke vaardigheid. Het tekenen kan daarin ondersteunend zijn als didactisch principe. Je kan elektrische en (elektro-)hydraulische principeschema's gebruiken om een werking van een systeem toe te lichten.

LPD 10 **De leerlingen gebruiken gepaste machines en gereedschappen veilig en controleren de staat ervan.**

Wenk: Je hebt aandacht voor het onderhoud van gebruikte machines zoals het verversen van olie in een vacuümpomp, vervangen van dichtingen in leidingen …

LPD 11 **De leerlingen gebruiken met de nodige nauwkeurigheid meetinstrumenten en hulpmiddelen.**

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

2de graad: Meetinstrumenten (II-EMT-da LPD 8).

Wenk: Je hebt aandacht voor kalibratie van meetinstrumenten en voor de verwachte meetwaarde om het meetresultaat te evalueren.

4.3 Voorbereiding en opvolging

Minimumdoelen, specifieke minimumdoelen of doelen die leiden naar BK

LPD 12 De leerlingen analyseren een opdracht aan de hand van een technisch dossier, opdracht, probleem of storing.

Wenk: Onder een 'technisch dossier' kan je onder meer begrijpen: tekeningen, plannen, schema's, handleidingen, 3D-weergave, instructiefilm, BIM (building information modelling), VR/AR/XR-applicatie …

Wenk: De analyse van de opdracht is een eerste stap in het voorbereiden van de werkzaamheden. Het kan vertrekken vanuit een technisch dossier: onderhoudshistoriek, tekening, schema ...
Een checklist kan een hulpmiddel zijn bij de analyse. Je hebt aandacht voor de gebruikte materialen en de benodigde en geschikte machines en gereedschappen bij de analyse.

LPD 13 De leerlingen bereiden de werkzaamheden voor en maken een eigen planning.

Wenk: De analyse van de opdracht is een eerste stap in het voorbereiden van de werkzaamheden. Het kan vertrekken vanuit een technisch dossier: onderhoudshistoriek, tekening, schema ...

Wenk: Je kan de leerlingen wijzen op voorbereidende werkzaamheden:

- het vrijmaken van de werkplek;
- het afbakenen van de werkplek en doorgang te voorzien voor bevoegden in het kader van veilig werken;
- benodigde en geschikte machines en gereedschappen;
- te gebruiken materialen.

Extra: Planning en werkvoorbereiding kan ook een kostprijsberekening inhouden. Je kan de leerlingen eens de werktijd laten bepalen, zonder inbreuk te maken op de nodige onderwijstijd om een vaardigheid in te oefenen.

LPD 14 De leerlingen geven instructies bij het gebruik van de installaties.

Wenk: Je kan gebruik maken van de instructieaanwijzingen van de fabrikant.

LPD 15 De leerlingen vullen opvolgdocumenten van de werkzaamheden in.

Wenk: Je hebt aandacht voor het documenteren van de aanpassingen, schema's 'as built', nieuwe parameters, instellingen …

4.4 Elektrische installatie en datacommunicatie

Minimumdoelen, specifieke minimumdoelen of doelen die leiden naar BK

LPD 16 **De leerlingen lichten magnetische pool, poolas en het verloop van de magnetische veldlijnen toe bij een permanente magneet en elektromagneet.**

Wenk: Je kan om de begrippen te verklaren gebruik maken van technische toepassingen: werking van een relais, elektromotor, motorbeveiliging, luidspreker, servomotor, inductieve sensoren, elektromagnetisch deurslot …
Je kan aandacht hebben voor magnetische en niet-magnetische materialen. 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.

Extra: Je kan het vectorieel karakter van het magnetisch veld vaststellen aan de hand van een proef met een naaldmagneet. De veldlijnendichtheid is een maat voor de magnetische veldsterkte.

LPD 17 **De leerlingen verklaren de werking van technische systemen met permanente magneten en elektromagneten.**

Wenk: Onder ‘technische systemen’ kan je onder meer begrijpen: elektromagneet, relais, elektromotor, generator, transformator, magnetische filtering …

LPD 18 **De leerlingen verklaren het verband tussen de lorentzkracht en de stroom door een stroomvoerende rechte geleider en een spoel.**

Wenk: De elektromotor is een mooie toepassing om het verband tussen Lorentzkracht en stroom te verklaren. Je kan het verband proefondervindelijk vaststellen in een technische toepassing door de stroom te meten in een elektromotor bij nullast en onder belasting. Het verband tussen het aantal wikkelingen en de Lorentzkracht in een elektrospoel kan aan bod komen.

Extra: Je kan de kabeldikte onder de aandacht brengen in functie van de stroomsterkte.

LPD 19 **De leerlingen sluiten een asynchrone elektromotor aan op een eenfasige en driefasige spanning.**

Wenk: Je hebt aandacht met de leerlingen voor de schakelwijze in functie van het net, de kenplaat van de motor, de draairichting, motorbeveiliging … Je kan verschillende motorschakelingen aan bod laten komen.

LPD 20 **De leerlingen verklaren de werking van een technische toepassing aan de hand van de eenparige cirkelvormige beweging.**

2de graad: Eenparig rechtlijnige beweging (II-EMT-da LPD 15).

Wenk: Je kan de link leggen met het opwekken van een wisselspanning.

LPD 21 **De leerlingen lichten het opwekken van een wisselspanning door een verandering van magnetische flux toe.**

Wenk: De generatorwerking is een mooie toepassing van het genereren van spanning langs elektromagnetische weg. Principes waarin de generatorwerking gebruikt wordt: tachometer, anemometer …

LPD 22 De leerlingen verklaren het ontstaan van een inductiespanning door zelfinductie en wederzijdse inductie.

Wenk: Een mooie toepassing van wederzijdse inductie is de transformator.

Wenk: Je hebt aandacht voor beveiligingen tegen te hoge zelfinductiespanning.

LPD 23 De leerlingen analyseren het gedrag van een gemengde wisselstroomkring in een technische toepassing in functie van frequentieafhankelijkheid, faseverschuiving en impedantie.

Wenk: Het is aangewezen de faseverschuiving tussen spanning en stroom te benoemen in termen van voor- en na-ijlen. Door gebruik te maken van fasorendiagrammen kan de faseverschuiving visueel zichtbaar gemaakt worden.

Wenk: In een technische installatie kan de verbetering van de arbeidsfactor een toepassing zijn van dit leerplandoel.

LPD 24 De leerlingen leggen verbanden tussen frequentie, periode, golflengte en golfsnelheid in een technische toepassing.

Samenhang derde graad: golven (III-Nat-da LPD 2F)

Wenk: Voor frequentie en periode kan je de link leggen met

- de opbouw van wisselspanning;
- het analyseren van een trillingsmeting.

Wenk: Voor golflengte en golfsnelheid kan je de link leggen met

- fluittonen in luchtkanalen (snelheids-debietmeting);
- sensoren: ultrasone meting;
- camera: warmtebeelden, detectie van spectrum…;
- draadlozeverbindingen.

LPD 25 De leerlingen gebruiken elektronische componenten en een programmeerbare sturing.

2de graad: Programmeerbare sturing (II-EMT-da LPD 37).

Wenk: Onder ‘elektronische componenten’ kan je onder meer begrijpen: sensoren voor temperatuur, druk, debiet, luchtvochtigheid …

Wenk: Onder ‘actuatoren’ kan je onder meer begrijpen: pompen, kleppen …

Wenk: Onder ‘programmeerbare sturingen’ kan je onder meer begrijpen: parameters van een regelaar, sturingen …

LPD 26 **De leerlingen realiseren elektrische aansluitingen en datacommunicatie in functie van de installatie.**

Wenk: Je hebt aandacht voor de persoonsbeveiliging in de installatie, de normering en de werkingsprincipes en dimensionering van de gebruikte onderdelen en componenten.

Wenk: Je bent er attent voor dat de datacommunicatie via bekabelde en draadloze weg kan gebeuren. Je kan via datacommunicatie de parameters van een regelaar aanpassen, uitlezen van de meetwaarden … De fabrikanten hebben daar mooie applicaties voor.

4.5 Installeren een koel- en verwarmingsinstallatie

Minimumdoelen, specifieke minimumdoelen of doelen die leiden naar BK

LPD 27 **De leerlingen lichten eigenschappen, toepassingen en handelsvormen van koudemiddelen toe.**

Wenk: Onder ‘eigenschappen’ kan je onder meer begrijpen: kookpunt, classificatie (GWP, ODP, toxiciteit, brandbaarheidsklasse).

Wenk: Onder ‘toepassingen’ kan je onder meer begrijpen: residentiële of industriële installaties.

Wenk: Onder ‘handelsvormen’ kan je onder meer begrijpen: gasvorm, vloeibare vorm, de opbouw van de fles, de kraag, de kleuren …

LPD 28 **De leerlingen lichten technieken toe voor het correct uitvoeren van brandveilige, thermische en luchtdichte doorvoeringen.**

Wenk: Je kan brandwerende producten, wanddozen en coating voor metselwerk, vloeren, plafond, montagebouw en holle wanden onder de aandacht brengen.

Wenk: Je kan de principes van thermische isolatie bespreken zoals complementariteit, koudebruggen, convectielekken …

LPD 29 **De leerlingen verklaren de functie en toepassing van componenten, onderdelen en leidingen van een**

- **koelinstallatie;**
- **sanitaire installatie;**
- **verwarmingsinstallatie;**
- **ventilatie en luchtbehandelingsinstallatie.**

Wenk: Je hebt aandacht voor de specificaties, dimensionering van onderdelen en componenten.

LPD 30 **De leerlingen (de)monteren, verbinden en installeren leidingen, onderdelen en componenten voor een koelinstallatie.**

★ Borgingstechnieken
Dimensioneren van leidingen

Wenk: Onder ‘onderdelen en componenten’ kan je onder meer begrijpen: verdamper, compressor, condensor, expansieventiel …

Wenk: Je hebt aandacht voor de dimensionering van de onderdelen en componenten, de lekdichtheid van de installatie, de demping van de compressor, trillings- en pulsatiedemper op zuig- en persleiding, het isoleren van leidingen en de vooropgestelde instructies van de fabrikant.

Wenk: Je hebt aandacht voor dat koelinstallaties gekenmerkt worden door het gebruik van specifieke koperleiding. Je kan aangeven dat er voor een aantal industriële koeltechnische toepassingen (zoals NH3) een andere materiaalsoort (inox) moet gebruikt worden wegens aantasting van het materiaal.

Wenk: In het kader van certificering voor categorie I is aandacht voor het hardsolderen een noodzaak.

LPD 31 De leerlingen (de)monteren, verbinden en installeren leidingen, onderdelen en componenten voor een sanitaire installatie.

★ Borgingstechnieken
Dimensioneren van leidingen

Wenk: Onder ‘onderdelen en componenten’ kan je onder meer begrijpen: boiler, overdrukventiel …

Wenk: Je hebt aandacht voor de dimensionering van de onderdelen en componenten, de verschillen in uitvoering voor drinkbaar en hemelwater, de lekdichtheid van de installatie en het isoleren van leidingen.

Wenk: Je kan de nadruk leggen op warmwaterproductie, waterbehandelingsinstallaties …

LPD 32 De leerlingen (de)monteren, verbinden en installeren leidingen, onderdelen en componenten voor een verwarmingsinstallatie.

★ Borgingstechnieken
Dimensioneren van leidingen

Wenk: Onder ‘onderdelen en componenten’ kan je onder meer begrijpen: warmtebron, warmteafgiftesysteem, warmtemedium (water, lucht), pomp, expansievat …

Wenk: Je hebt aandacht voor de dimensionering van de onderdelen en componenten en de lekdichtheid van de installatie.

Wenk: Je hebt aandacht voor de energiedrager en het afgiftemedium:

- gasvormige, elektrische of vloeibare energiedragers …;
- afgiftemedium zoals water, lucht, glycol …

Wenk: Je hebt aandacht voor warmtebronnen op basis van hernieuwbare energie.

LPD 33 **De leerlingen (de)monteren, verbinden en installeren leidingen, onderdelen en componenten voor ventilatie en luchtbehandeling.**

★ Borgingstechnieken
Dimensioneren van leidingen

Wenk: Je kan aandacht hebben voor het correct aansluiten van ventilatiesystemen in functie van het type, voor de werking en aansluiting van een gedwongen ventilatie naar een balansventilatie, voor de werking van een luchtbehandelingssysteem en het toepassingsgebied.

4.6 Stellen een koel- en verwarmingsinstallatie in werking

Minimumdoelen, specifieke minimumdoelen of doelen die leiden naar BK

LPD 34 **De leerlingen stellen een installatie in werking voor**

- **koeling;**
- **verwarming;**
- **sanitair;**
- **ventilatie en luchtbehandelingen.**

Wenk: Je kan de leerlingen een stappenplan laten gebruiken bij het inwerking stellen van een installatie.

Wenk: Je hebt aandacht voor veiligheidsmaatregelen en ATEX-normering bij het in werking stellen van bepaalde installaties zoals een installatie op basis van CO2.

4.7 Controleren de werking van een koel- en verwarmingsinstallatie

Minimumdoelen, specifieke minimumdoelen of doelen die leiden naar BK

LPD 35 **De leerlingen analyseren het verband tussen druk, volume en temperatuur in een gas.**

2de graad: Het concept druk (II-EMT-da LPD 38).

Wenk: Je kan gebruik maken van de ideale gaswet bij de analyse.

LPD 36 **De leerlingen verklaren werkingsprincipes, type, functie en toepassing van gebruikte installatiecomponenten en onderdelen.**

Wenk: Je hebt aandacht voor de specificaties van dichtingen en koppelingen.

LPD 37 **De leerlingen controleren, vervangen en herstellen onderdelen, componenten en leidingen van een**

- **koelinstallatie;**

- **sanitaire installatie;**
- **verwarmingsinstallatie;**
- **ventilatie en luchtbehandelingsinstallatie.**

Wenk: Je hebt bij het vervangen van de onderdelen, componenten en leidingen aandacht voor de specificaties ervan.

Wenk: Je kan gebruik maken van diagnosetechnieken van de fabrikant van de verwarmingsinstallatie.

4.8 Onderhoud van een installatie

Minimumdoelen, specifieke minimumdoelen of doelen die leiden naar BK

LPD 38 De leerlingen voeren preventief en correctief onderhoud uit.

Wenk: Je kan gebruik maken van het conformiteitsattesten bij een centrale verwarming en het logboek eigen aan de koelinstallatie.

5 Basisuitrusting

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

Om de leerplandoelen te realiseren dient de school minimaal de hierna beschreven infrastructuur en materiële en didactische uitrusting ter beschikking te stellen die beantwoordt aan de reglementaire eisen op het vlak van veiligheid, gezondheid, hygiëne, ergonomie en milieu. Specifieke benodigde infrastructuur of uitrusting hoeft niet noodzakelijk beschikbaar te zijn op de school. Beschikbaarheid op de werkplek of een andere externe locatie kan volstaan. We adviseren de school om de grootte van de klasgroep en de beschikbare infrastructuur en uitrusting op elkaar af te stemmen.

5.1 Infrastructuur

Een leslokaal

- 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.

Toegang tot (mobile) devices voor leerlingen.

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.

5.2 Materiaal, toestellen, machines en gereedschappen

- Machines/apparaten/toestellen:

- accu (klop-)boor-schroefmachine en toebehoren;
- perstoestel;
- haakse slijper;
- draadsnijmachine;
- vacuumpomp en recuperatietoestel;
- toestel voor hardsoldeer en toebehoren.

- Grondstoffen zoals:

  - diverse sanitaire leidingen: montagemateriaal, verbindingsstukken;
  - brandstofleidingen: montagemateriaal, verbindingsstukken;
  - rookgasafvoerleidingen: montagemateriaal, verbindingsstukken;
  - diverse luchtkanalen voor ventilatie: montagemateriaal, verbindingsstukken;
  - diverse koelleidingen: montagemateriaal, verbindingsstukken;
  - diverse installatiematerialen elektriciteit
  - diverse componenten voor klimaat-, koel- en vriesinstallaties: verdamper, condensor, compressor, filterdroger, vloeistofafscheider…
  - diverse moeren en bouten;
  - diverse afdichtingen;
  - diverse CV-toestellen en installatie componenten;
  - diverse sanitaire toestellen en installatie componenten;
  - brandwerende doorvoeringen;
  - (programmeerbare) sturingen.

- Klein gereedschap zoals:

  - gereedschap voor montage van leidingen;
  - plooitangen en plooiveren;
  - (laser-)waterpas;
  - diverse schroevendraaiers;
  - diverse inbussleutels en bits;
  - diverse tangen;
  - slaggereedschap;
  - dop-, ring- steeksleutels.
  - ladder;
  - rolsteiger;
  - buizensnijder;
  - ontbraamgereedschap;
  - momentsleutel;
  - flaretoestel;
  - uitzettang en felsgereedschap.

- Meettoestellen:

  - rolmeter of plooimeter;
  - multimeter;
  - temperatuurmeter;
  - gaslektester voor koelgas;
  - gaslektester voor brandbare gassen;
  - manometerset;
  - schuifmaat;
  - druktester;

- vacuummeter;
- warmtecamera.

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

5.3 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.

- Persoonlijke en collectieve beschermingsmiddelen:
  - gehoorbescherming;
  - werkkledij;
  - veiligheidsbril;
  - veiligheidsschoenen;
  - veiligheidshandschoenen.

6 Glossarium

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

Handelingswerkwoord	Synoniem	Toelichting
Analyseren		Verbanden zoeken tussen gegeven data en een (eigen) besluit trekken
Beargumenteren	Verklaren	Motiveren, uitleggen waarom
Beoordelen	Evalueren	Een gemotiveerd waardeoordeel geven
Berekenen	Berekeningen uitvoeren	
Berekeningen uitvoeren	Berekenen	
Beschrijven	Toelichten, uitleggen	
Betekenis geven aan	Interpreteren	
Een (…) cyclus doorlopen	Een (…) proces doorlopen	Via verschillende fasen tot een (deel)resultaat komen of een doel bereiken
Een (…) proces doorlopen	Een (…) cyclus doorlopen	Via verschillende fasen tot een (deel)resultaat komen of een doel bereiken
Evalueren	Beoordelen	
Gebruiken	Hanteren, inzetten, toepassen	
Hanteren	Gebruiken, inzetten, toepassen	
Identificeren		Benoemen; aangeven met woorden, beelden …
Illustreren		Beschrijven (toelichten, uitleggen) aan de hand van voorbeelden

In dialoog gaan over	In interactie gaan over	
In interactie gaan over	In dialoog gaan over	
Interpreteren	Betekenis geven aan	
Inzetten	Gebruiken, hanteren, toepassen	
Kritisch omgaan met	Kritisch gebruiken	
Kwantificeren		Beredeneren door gebruik te maken van verbanden, formules, vergelijkingen …
Onderzoeken	Onderzoek voeren	Verbanden zoeken tussen zelf verzamelde data en een (eigen) besluit trekken
Onderzoek voeren	Onderzoeken	Verbanden zoeken tussen zelf verzamelde data en een (eigen) besluit trekken
Reflecteren over		Kritisch nadenken over en argumenten afwegen zoals in een dialoog, een gedachtewisseling, een paper
Testen	Toetsen	
Toelichten	Beschrijven, uitleggen	
Toepassen	Gebruiken, hanteren, inzetten	
Toetsen	Testen	
Uitleggen	Beschrijven, toelichten	
Verklaren	Beargumenteren	Motiveren, uitleggen waarom

7 Concordantie

7.1 Concordantietabel

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

Leerplandoel	Minimumdoelen, specifieke minimumdoelen of doelen die leiden naar één of meer beroepskwalificaties
1	BK 01; BK 02; BK 03; BK 04
2	BK 04; BK c
3	BK 04; BK 16; BK h
4	BK 04
5	SMD 01.01.01
6	MD 06.25

7	MD 06.26; SMD 12.01.01
8	MD 06.27
9	SMD 06.11.01; BK 05
10	BK 06; BK d
11	SMD 12.01.02; BK 07; BK f
12	BK 08
13	BK 08
14	BK 09
15	BK 10
16	MD 06.23; SMD 11.19.03
17	MD 06.23
18	SMD 11.19.03; SMD 11.19.05
19	SMD 11.19.05
20	SMD 11.18.08
21	SMD 11.19.03
22	SMD 11.19.03
23	SMD 11.19.03; SMD 11.19.04
24	SMD 11.18.09
25	SMD 11. 19.06; BK g
26	BK 11; BK g
27	BK k
28	BK i
29	BK 12
30	BK 12; BK e; BK j
31	BK 12; BK e
32	BK 12; BK e

33	BK 12; BK e
34	BK 14
35	SMD 11.18.07
36	BK a; BK b
37	BK 13; BK b; BK f
38	BK 15

7.2 Minimumdoelen basisvorming

06.23	De leerlingen verklaren aan de hand van eigenschappen van permanente magneten en elektromagneten fenomenen of toepassingen uit het dagelijks leven.
06.25	De leerlingen voeren onderzoek aan de hand van een wetenschappelijke methode om kennis te ontwikkelen en om vragen te beantwoorden. Voetnoot: Rekening houdend met concepten van de derde graad.
06.26	De leerlingen ontwerpen een oplossing voor een probleem door wetenschappen, technologie of wiskunde geïntegreerd aan te wenden. Voetnoot: Rekening houdend met concepten van de derde graad en de context waarin dit minimumdoel aan bod komt.
06.27	De leerlingen illustreren de wisselwerking tussen wetenschappen, technologie, wiskunde en de maatschappij aan de hand van maatschappelijke uitdagingen. Voetnoot: Rekening houdend met de context waarin dit minimumdoel aan bod komt.

7.3 Specifieke minimumdoelen

01.01.01	De leerlingen doorlopen een onderzoekscyclus in samenhang met inhouden van minstens 1 wetenschapsdomein verbonden aan de studierichting.
06.11.01	De leerlingen analyseren het verband tussen 3D-situaties en bijbehorende 2D-voorstellingen. Voetnoot: Rekening houdend met de context van de studierichting.
11.18.01	De leerlingen berekenen de verplaatsing bij een beweging met een constante snelheid.
11.18.02	De leerlingen berekenen de wrijvingskracht en de zwaartekracht. Onderliggende (kennis)elementen: - Normaalkracht Voetnoot: Rekening houdend met de context van de studierichting.

11.18.03 De leerlingen verklaren het effect van inwerkende krachten op de bewegingsverandering van een systeem aan de hand van de drie wetten van Newton.

11.18.04 De leerlingen berekenen de arbeid geleverd door een constante kracht.

Voetnoot:

Rekening houdend met de context van de studierichting.

11.18.05 De leerlingen berekenen de kinetische, gravitationele en elastische energie van een lichaam rekening houdend met de wet van behoud van energie.

11.18.06 De leerlingen berekenen spanning over, stroomsterkte door, weerstand en vermogen van een verbruiker.

11.18.07 De leerlingen analyseren het verband tussen druk, volume en temperatuur in een gas.

Voetnoot:

Rekening houdend met de context van de studierichting.

11.18.08 De leerlingen verklaren de werking van een technische toepassing aan de hand van de eenparige cirkelvormige beweging.

Voetnoot:

Rekening houdend met de context van de studierichting.

11.18.09 De leerlingen leggen verbanden tussen frequentie, periode, golflengte en golfsnelheid.

11.19.01 De leerlingen analyseren eigenschappen van een serie- en parallelschakeling in een elektrische gelijkstroomkring.

11.19.02 De leerlingen berekenen grootheden in serie-, parallel- en gemengde elektrische gelijkstroomkringen.

11.19.03 De leerlingen verklaren technische toepassingen van permanente magneten en elektromagneten.

Onderliggende (kennis)elementen:

- Gegenereerde spanning via een verandering van magnetische flux
- Inductiespanning door zelfinductie en wederzijdse inductie

11.19.04 De leerlingen analyseren het gedrag van een gemengde wisselstroomkring in een technische toepassing in functie van frequentieafhankelijkheid, faseverschuiving en impedantie.

11.19.05 De leerlingen verklaren de werking van een technische toepassing aangesloten op driefasige spanning.

Voetnoot:

Rekening houdend met de context van de studierichting.

11.19.06 De leerlingen gebruiken elektronische componenten en een programmeerbare stuureenheid in een technische toepassing.

Voetnoot:

Rekening houdend met de context van de studierichting.

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

Onderliggende (kennis)elementen:

- Interactie tussen onderzoeken en ontwikkelen
- Modelleren

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

Onderliggende (kennis)elementen:

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

7.4 Concordantietabel van SMD naar LPD

SMD 01.01.01	III-KoWa-da LPD 5
SMD 06.11.01	III-KoWa-da LPD 9
SMD 11.18.01	II-EMT-da LPD 15
SMD 11.18.02	II-EMT-da LPD 17
SMD 11.18.03	II-EMT-da LPD 14
SMD 11.18.04	II-EMT-da LPD 19
SMD 11.18.05	II-EMT-da LPD 21
SMD 11.18.06	II-EMT-da LPD 29
SMD 11.18.07	III-KoWa-da LPD 35
SMD 11.18.08	III-KoWa-da LPD 20
SMD 11.18.09	III-KoWa-da LPD 24
SMD 11.19.01	II-EMT-da LPD 31
SMD 11.19.02	II-EMT-da LPD 32
SMD 11.19.03	III-KoWa-da LPD 16, 18, 21-23
SMD 11.19.04	III-KoWa-da LPD 23
SMD 11.19.05	III-KoWa-da LPD 18, 19
SMD 11.19.06	III-KoWa-da LPD 26
SMD 12.01.01	III-KoWa-da LPD 7
SMD 12.01.02	III-KoWa-da LPD 11

7.5 Doelen die leiden naar één of meer beroepskwalificaties

1. De leerlingen werken in teamverband (organisatiecultuur, communicatie, procedures).
2. De leerlingen handelen kwaliteitsbewust.
3. De leerlingen handelen economisch en duurzaam.
4. De leerlingen handelen veilig, ergonomisch en hygiënisch.
5. De leerlingen ontwerpen, tekenen en begrijpen technische tekeningen en schema's.
6. De leerlingen gebruiken machines en gereedschappen.
7. De leerlingen gebruiken meetinstrumenten.
8. De leerlingen bereiden de eigen installatiewerken voor.
9. De leerlingen geven instructies bij het gebruik van de installaties.
10. De leerlingen vullen opvolgdocumenten in.
11. De leerlingen realiseren elektrische aansluitingen en datacommunicatie in functie van de installatie.

12. De leerlingen demonteren, monteren en verbinden onderdelen, componenten en leidingen.
13. De leerlingen controleren, vervangen en herstellen onderdelen, componenten en leidingen.
14. De leerlingen stellen toestellen en systemen in werking en regelen ze in.
15. De leerlingen voeren preventief en correctief onderhoud uit.
16. De leerlingen werken veilig op hoogte.

Aanvullende onderliggende kennis

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

a. Types en werkingsprincipes van installatiecomponenten
b. Functies en toepassing van componenten, onderdelen en leidingen van sanitair, centrale verwarming, ventilatie- en luchtbehandeling en koeling
c. Veiligheids-, milieu- en kwaliteitsnormen
d. Gereedschappen, materialen en machines
e. Borgings-, verbindings-, montage- en demontagetechnieken
f. Diagnose-, meet- en hersteltechnieken
g. Elektriciteit: installaties en sturingen
h. Risico's en veiligheidsmaatregelen bij het werken op hoogte
i. Technieken voor het correct uitvoeren van doorvoeringen: brandveilig, thermisch, luchtdicht, …
j. Dimensioneren van leidingen
k. Eigenschappen, toepassingen en handelsvormen van koudemiddelen

Inhoud

1 Inleiding 3

1.1 Het leerplanconcept: vijf uitgangspunten 3

1.2 De vormingscirkel – de opdracht van secundair onderwijs 3

1.3 Ruimte voor leraren(teams) en scholen 4

1.4 Differentiatie 4

1.5 Opbouw van leerplannen 6

2 Situering 7

2.1 Samenhang in de derde graad 7

2.1.1 Samenhang binnen de studierichting Koel- en warmtetechnieken 7

2.1.2 Samenhang over de finaliteiten heen 7

2.2 Plaats in de lessentabel 7

3 Pedagogisch-didactische duiding 8

3.1 Koel- en warmtetechnieken en het vormingsconcept 8

3.2 Krachtlijnen 9

3.3 Diamantmodel 10

3.4 Opbouw 11

3.5 Leerlijnen 11

3.5.1 Samenhang met de tweede graad 11

3.5.2 Samenhang in de derde graad 12

3.6 Aandachtspunten 12

3.7 Leerplanpagina 13

4 Leerplandoelen 13

4.1 Kwaliteitsvol en veilig handelen 13

4.2 Ontwerpen en ontwikkelen in STEM 14

4.3 Voorbereiding en opvolging 17

4.4 Elektrische installatie en datacommunicatie 17

4.5 Installeren een koel- en verwarmingsinstallatie 20

4.6 Stellen een koel- en verwarmingsinstallatie in werking 22

4.7 Controleren de werking van een koel- en verwarmingsinstallatie 22

4.8 Onderhoud van een installatie 23

5 Basisuitrusting 23

5.1 Infrastructuur 23

5.2 Materiaal, toestellen, machines en gereedschappen 23
5.3 Materiaal en gereedschappen waarover elke leerling moet beschikken 25
6 Glossarium 25
7 Concordantie 26
7.1 Concordantietabel 26
7.2 Minimumdoelen basisvorming 28
7.3 Specifieke minimumdoelen 28
7.4 Concordantietabel van SMD naar LPD 30
7.5 Doelen die leiden naar één of meer beroepskwalificaties 30