

**Elektromechanische technieken B+S**  
3de graad D/A-finaliteit  
III-ElTe-da

BRUSSEL

D/2024/13.758/254

Versie oktober 2024



# 1 Inleiding

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

## 1.1 Het leerplanconcept: vijf uitgangspunten

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

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

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

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

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

## 1.2 De vormingscirkel – de opdracht van secundair onderwijs

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

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



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

- De kwetsbaarheid van leerlingen ernstig nemen betekent dat elke leerling **beloftevol** is en alle leerkansen verdient. Die leerling is **uniek als persoon** maar ook **verbonden** met de klas, de school en de bredere samenleving. Scholen zijn **gastvrije plaatsen** waar leerlingen en leraren elkaar ontmoeten in diverse contexten. De leraar vormt zijn leerlingen vanuit een **genereuze** attitude, hij geeft om zijn leerlingen en hij houdt van zijn vak. Hij durft af en toe de gebaande paden verlaten en stimuleert de **verbeelding en creativiteit** van leerlingen. Zo zaait hij door zijn onderwijs de kiemen van een hoopvolle, **meer duurzame en meer rechtvaardige wereld**.
- Leraren vormen leerlingen door middel van leerinhouden die we groeperen in negen **vormingscomponenten**. De aaneengesloten cirkel van vormingscomponenten wijst erop dat vorming een geheel is en zich niet in schijfjes laat verdelen. Je kan onmogelijk over taal spreken zonder over cultuur bezig te zijn; wetenschap en techniek hebben een band met economie, wiskunde, geschiedenis ... Dwarsverbanden 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 be

palen 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 aanbrenge biedt kansen om leerlingen aan te spreken op hun interesses en daagt hen tegelijk uit om andere interesses te verkennen en zo hun horizon te verruimen.

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

### *Differentiatie door de leeromgeving aan te passen*

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

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

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

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

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

### *Differentiatie in evaluatie*

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

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



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

## 1.5 Opbouw van leerplannen

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

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

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

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

De **leerplandoelen** zijn helder geformuleerd en geven aan wat van leerlingen wordt verwacht. Waar relevant geeft een opsomming of een afbakening (★) aan wat bij de realisatie van het leerplandoel aan bod moet komen. Ook pop-ups bevatten informatie die noodzakelijk is bij de realisatie van het leerplandoel. De leerplandoelen zijn gebaseerd op de minimumdoelen van de basisvorming, de 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 Elektromechanische technieken

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 Elektromechanische technieken te combineren met leerplandoelen uit het leerplan Wiskunde en Natuurwetenschappen.

#### 2.1.2 Samenhang over de finaliteiten heen in het STEM-domein

D-finaliteit	D/A-finaliteit	A-finaliteit
Ontwikkelen van wiskundig, (empirisch) natuur- en technisch-wetenschappelijk denken en vaardig zijn: <ul style="list-style-type: none"><li>• onderzoekend</li><li>• experimenterend</li><li>• exploratief</li></ul>	Ontwikkelen van technologisch denken en vaardig zijn (techniek/wetenschap): <ul style="list-style-type: none"><li>• onderzoekend</li><li>• toegepaste wiskunde en wetenschappen</li><li>• diagnose</li></ul>	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

Een vergelijking tussen de studierichtingen Elektromechanische technieken D/A-finaliteit en Preventief onderhoud machines en installaties A-finaliteit.

	Elektromechanische technieken (DA-finaliteit)	Preventief onderhoud machines en installaties (A-finaliteit)
Elektromechanische toepassingen	Installatietechnieken	Installatietechnieken
	(de)montage technieken	(de)montage technieken
	Preventieve en curatieve onderhoudstechnieken	Preventieve onderhoudstechnieken
	Eenvoudige en complexe herstellingen	Eenvoudige herstellingen
	Diagnosetechnieken	
	Elektromechanische automatisatie (netwerk) van een machine, productie	

### 2.2 Plaats in de lessentabel

Het leerplan is gebaseerd op minimumdoelen van de basisvorming, specifieke minimumdoelen en doelen die leiden naar de beroepskwalificatie Elektromechanicen.

Het leerplan is gericht op 23 graaduren en is bestemd voor de studierichting Elektromechanische technieken. 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 Elektromechanische technieken en het vormingsconcept

Het leerplan Elektromechanische technieken 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 Elektromechanische technieken 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 en om te communiceren. Wiskunde is ook een krachtig instrument om complexe problemen te beschrijven en op te lossen. Het leerplan Elektromechanische technieken 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 die 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 Elektromechanische technieken. 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.

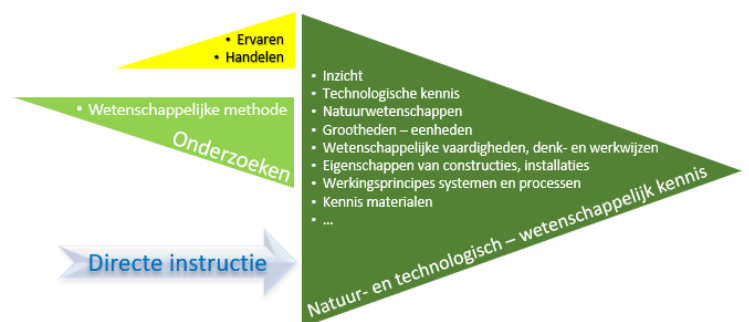
Uit die vormingscomponenten en wegwijzers zijn de krachtlijnen van het leerplan ontstaan.

## 3.2 Krachtlijnen

### Natuur- en technologisch-wetenschappelijke kennis ontwikkelen

De leerlingen verwerven kennis door te onderzoeken volgens een wetenschappelijke methode, te ervaren, te handelen ...

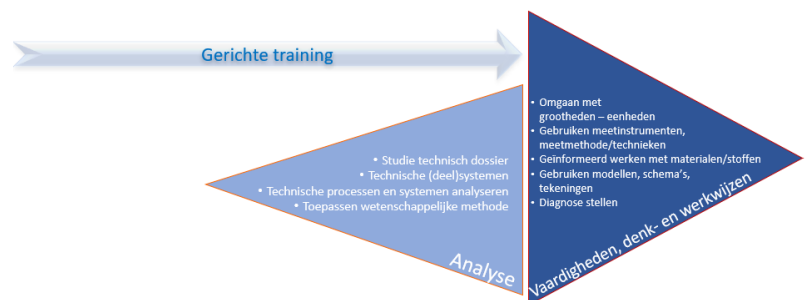
Ze verwerven inzicht in elektromagnetisme, eenfasige en driefasige wisselspanning, gemengde wisselstroomkringen, horizontale worp, eenparige cirkelvormige beweging, statisch evenwicht, mechanische eigenschappen van materialen, de ideale gaswet, golflengte en golfsnelheid.



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

De leerlingen analyseren technische (deel-)systemen en leren een wetenschappelijke methode toepassen.

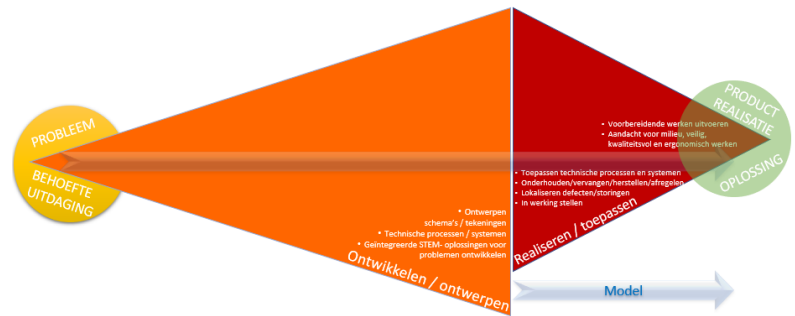
Ze leren meetinstrumenten gebruiken, meetmethoden en meettechnieken toepassen, omgaan met grootheden en eenheden en geïnformeerd werken met materialen en stoffen. De leerlingen gebruiken modellen en ontwerpen schema's en tekeningen om te verklaren of om geïntegreerde STEM-oplossingen voor problemen te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



### Ontwerpmethoden en realisatietechnieken in technische processen en systemen



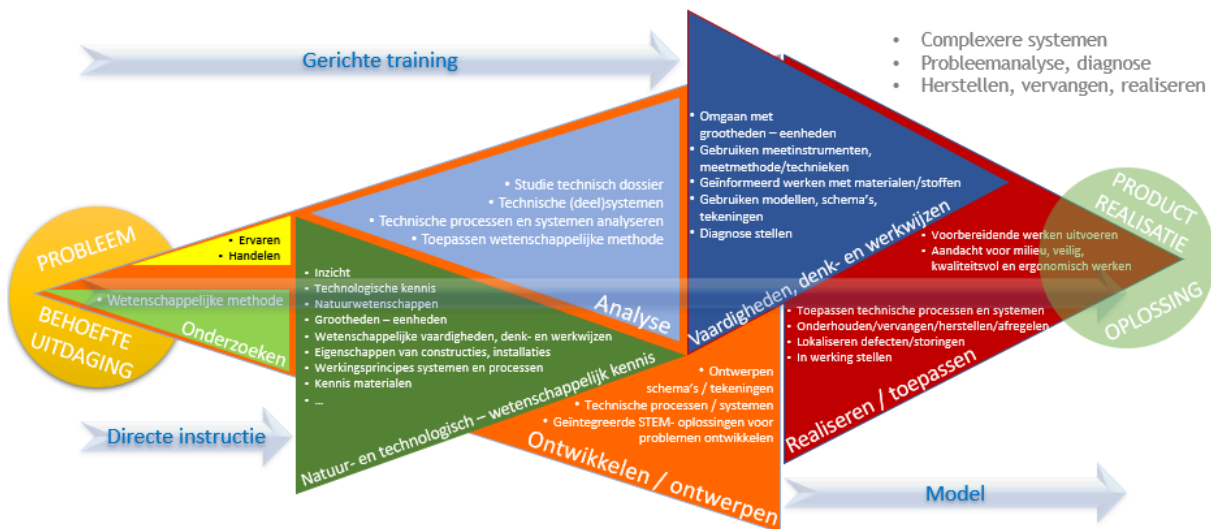
De leerlingen leren technische processen en systemen ontwikkelen, analyseren en toepassen tijdens projecten. Ze analyseren het technisch dossier, voeren voorbereidende werkzaamheden uit rekening houdend met situationele elementen of onderhoudshistoriek, onderhouden elektromechanische systemen preventief, lokaliseren defecten of storingen. De leerlingen vervangen en herstellen mechanische, elektrische, pneumatische en hydraulische onderdelen. 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 door wetenschappelijke en wiskundige kennis toe te passen. Ze gaan ook aan de slag in hun realisaties 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 degelijk te kunnen ontwerpen of ontwikkelen is een functionele natuur- en technologisch-wetenschappelijke kennis nodig. Die kennis vormt de basis om tot een degelijke analyse te komen. Een analyse leidt tot het inoefenen van vaardigheden, denk- en werkwijzen.

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 Elektromechanische technieken omvat de volgende rubrieken:

- kwaliteitsvol en veilig werken;
- ontwerpen en ontwikkelen in STEM;
- voorbereiding en opvolging;
- elektromechanische installatie;
  - elektrische systemen;
  - mechanische systemen;



- (elektro-)pneumatische en (elektro-)hydraulische systemen;
- onderhouden en vervangen onderdelen en componenten.

## 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 vermogensschakelingen, elektronische schakelingen en elektropneumatische schakelingen. Ze voeren preventieve onderhoudsacties uit.

### 3.5.2 Samenhang in de derde graad

Het leerplan Elektromechanische technieken heeft een samenhang met de leerplannen Wiskunde en Natuurwetenschappen 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 Elektromechanische technieken 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 inhoud 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 06 geven we aan met welke inhoud de onderzoekscompetentie moet worden gerealiseerd. Op de leerplanpagina vind je meer informatie over en een aantal mogelijke voorbeelden van hoe je via specifieke inhoud van dit leerplan met je leerlingen kan werken aan de onderzoekscompetentie.

### 3.7 Leerplanpagina

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



## 4 Leerplandoelen

### 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);**
- **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.

- ★ Veiligheids-, milieu- en kwaliteitsnormen: BA4/BA5, PBM's, CBM's bij werkzaamheden onder spanning, kennis van procedures voor vrijgave, de gouden 8, machinerichtlijn, EMC-richtlijn

**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: 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.

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, de leerlingen de gebruikte machines en gereedschappen laten controleren op zichtbare gebreken en degelijkheid voor en na gebruik. De veiligheidshouding van de leerling kan worden aangescherpt 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 attenderen en 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); het is een veiligheidsprocedure die wordt gebruikt in de industrie om ervoor te zorgen dat installaties en machines worden veiliggesteld en niet meer kunnen worden opgestart voorafgaand aan de voltooiing van onderhoud, storing of calamiteit.

Wenk: Je kan bij aanpassingen van een technisch systeem aandacht hebben voor de machinerichtlijn en performance level.

### **LPD 3 De leerlingen voeren een risicoanalyse uit en nemen de nodige voorzorgsmaatregelen.**

#### **★ Specifieke risico's van gevaarlijke stoffen**

Wenk: Een last minute risicoanalyse in functie van de werkplek en uit te voeren taak.

Wenk: Je hebt aandacht voor de nodige wettelijke bepalingen rond veiligheid:

- werken op hoogte;
- werken met hefstoestellen;
- werken aan een installatie onder druk;
- werken aan een elektrische installatie (BA4).

Wenk: Je hebt aandacht voor goede praktijken:

- ordelijk werken, productetiketten interpreteren;
- alert zijn voor energie die kan vrijkomen onder de vorm van warmte, geluid, straling, stoom, druk, elektriciteit;
- omgaan met afval.

Wenk: Je hebt aandacht voor de wettelijke bepalingen bij het werken in specifieke omgevingen: voedingsindustrie, chemische industrie ... de gebruikte kleuren bij identificatie van leidingen en aandacht voor de verantwoordelijkheid van het veilig afleveren van het werk: alles is vastgezet, juiste afstellingen ...

Wenk: Bij gebruik van hefwerktuigen kan je de leerling attent maken op de nodige periodieke keuring aangegeven op het label van het hefwerktuig.

#### 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.

#### LPD 5 De leerlingen handelen kwaliteitsbewust.

Wenk: Je kan de methodiek 5S-model-lean gebruiken: scheiden, schikken, schoon maken, stand houden, standaardiseren.

Wenk: De leerlingen leren gedurende het gehele technisch proces kwaliteitsbewust te handelen door meetbare evaluatiecriteria te hanteren zoals:

- zijn de aansluitingen afgewerkt;
- is de werkruimte opgeruimd;
- gebruikt de juiste gereedschappen;
- heeft aandacht voor de labeling;
- geen beschadigingen aan draden, kabels ...;
- zijn de schema's en tekeningen 'as built'.

## 4.2 Ontwerpen en ontwikkelen in STEM

### Minimumdoelen, specifieke minimumdoelen of doelen die leiden naar BK

#### LPD 6 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 LPD 7, 8, 9.

## **LPD 7 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: Via een methodisch onderzoek kunnen parameters in de loop van de tijd opgemeten worden om conclusies rond slijtage en onderhoud te maken.

Mogelijke methodische onderzoeken:

- periodieke stroommeting;
- drukken meten;
- ultrasone metingen;
- trilling analyse;
- olie-analyse;
- thermografisch onderzoek.

## **LPD 8 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 Elektromechanische technieken:

- bij toename van de stroom de oorzaak van toename mechanische wrijving, breuk van onderdelen voorspellen;
- kosten van verlies door lekken beperken;
- een herhalend defect analyseren om onderdelen te versterken, anders op te bouwen ...

## **LPD 9 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: Voorbeelden van energiebeheer of duurzaamheid:

- elektriciteitsverbruik beperken;
- gebruik van hernieuwbare energie;

- hergebruik van materialen, gesloten kringlopen (cradle to cradle);
- ombouw van persluchtinstallatie naar een elektrische uitvoering.

## LPD 10 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: Je kan onder 'schema's en tekeningen onder meer begrijpen: Elektrische, mechanische, (elektro-)pneumatische en (elektro-)hydraulische tekeningen en schema's. Je gebruikt best een CAD- of CAE-tekenpakket.

Wenk: Het lezen en begrijpen van technische tekeningen en schema's is een belangrijke vaardigheid bij onderhoud. Het tekenen kan ondersteunend zijn als didactisch principe. Je kan ploff-tekeningen, samenstellingstekeningen, detailtekeningen gebruiken in functie van een (de)montage-opdracht. Je kan elektrische, (elektro-)pneumatische en (elektro-)hydraulische principeschema's gebruiken om een werking van een systeem toe te lichten.

Wenk: Je kan een tekening of schema opbouwen volgens de functies in de technische installatie. Het is aangewezen om schema's aan te passen aan de werkelijke realisatie (AS-built).

## LPD 11 De leerlingen lichten complexe technische problemen toe aan een deskundige.

Wenk: Je kan de leerling correct laten observeren, afwijkingen vaststellen, beschrijven, formuleren en rapporteren in de juiste vakterminologie. Een opsomming van de ondernomen acties om tot een oplossing te komen kan een onderdeel zijn in de rapportering.

Wenk: Je kan afspraken maken met de leraar talen om de communicatie doelgericht op te bouwen in het Nederlands of in een moderne vreemde taal.

## LPD 12 De leerlingen gebruiken gepaste machines en gereedschappen veilig en controleren de staat ervan.

2de graad: Gereedschappen en hulpmiddelen (II-EMT-da LPD 9).

Wenk: Je hebt aandacht voor onderhoudstechnieken en -procedures van gereedschap en materialen. Het reinigen van gereedschappen is een onderhoudstechniek en een onderdeel van de onderhoudsprocedure.

## LPD 13 De leerlingen gebruiken met de nodige nauwkeurigheid meetinstrumenten en hulpmiddelen.

- ★ Gegevens/meetwaarden met de juiste symbolen voor grootheden en (SI-)eenheden.
  - Beduidende cijfers
  - Meetnauwkeurigheid
  - Notities met machten van 10
  - Meettechniek in het kader van onderhoudswerkzaamheden (elektrisch, mechanisch)
  - Meetgereedschappen voor preventief en correctief onderhoud



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

Wenk: Onder 'meetinstrumenten' kan je onder meer begrijpen: schuifmaat, schroefmaat, meetklok, hoogtemaat, trillingsmeting, manometer, multimeter, stroomtang, vermogenmeter, isolatiemeter.

Wenk: Je hebt aandacht voor specifiek gereedschap in functie van preventief en correctief onderhoud zoals uitlijnapparatuur en apparatuur voor trilling-analyse en termografisch onderzoek.

## 4.3 Voorbereiding en opvolging

### Minimumdoelen, specifieke minimumdoelen of doelen die leiden naar BK

#### LPD 14 De leerlingen analyseren een opdracht aan de hand van een technisch dossier, probleem of storing.

Wenk: Onder een 'technisch dossier' kan je onder meer begrijpen: tekeningen, plannen, schema's, handleidingen, 3D-weergave, VR/AR/XR-applicatie, instructiefilm, P&ID ...

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

#### LPD 15 De leerlingen bereiden de werkzaamheden voor op basis van situationele elementen of onderhoudshistoriek.

Wenk: Onder 'situationele elementen' kan je onder meer begrijpen: een storing in het technisch systeem, in werking stellen, productiewijzigingen, veiligheidsmaatregelen ...

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;
- lototo;
- 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 16 De leerlingen selecteren en raadplegen vaktechnische informatie.

Wenk: Je kan de leerlingen laten zoeken naar de juiste en correcte vaktechnische informatie en wijzen op de essentie in de vaktechnische informatie.

## LPD 17 De leerlingen vullen opvolgdocumenten van de werkzaamheden in.

Wenk: Onder 'opvolgdocumenten' kan je onder meer begrijpen: logboek, digitale media ...

Wenk: Je hebt aandacht voor het documenteren van de aanpassingen, nieuwe parameters, instellingen ... Je hebt er aandacht voor om schema's en tekeningen 'as built' te maken.

Extra: Je kan aandacht hebben voor het voorraadbeheer en eventuele bestellingen.

## 4.4 Elektromechanische installatie

Minimumdoelen, specifieke minimumdoelen of doelen die leiden naar BK

### LPD 18 De leerlingen lichten de werkingsprincipes van de gebruikte instrumenten in een technische installatie toe en controleren de werking ervan.

★ Druk, debiet, temperatuur

Wenk: De meetinstrumenten om het meten van flow, niveaudetectie ... kan je bijkomend onder de aandacht brengen.

### LPD 19 De leerlingen lichten het werkingsprincipe en het belang van de smeringssystemen in een technische installatie toe.

Wenk: Je kan smeringstechnieken toepassen op lagers, kettingen, tandwielkasten ... om verschillende smeringssystemen te bespreken. Je hebt aandacht voor de verschillen in smeermiddelen, evaluatie van de kwaliteit van het smeermiddel en slijtagekenmerken ten gevolge van een gebrekkige of foutieve smering.

### LPD 20 De leerlingen controleren de werking van de technische installatie, de kritieke slijtagepunten en smeringspunten.

★ Visuele en auditieve kenmerken van slijtage en defecten

Wenk: Kenmerken van slijtage of defect:

- kettlinglengte;
- riem-, tandwielslijtage;
- luchtverlies in pneumatische installaties;
- lekkages;
- abnormale geluiden zoals ruis in het lager, trilgeluiden, geluiden bij onbalans.

#### 4.4.1 Elektrische systemen

Minimumdoelen, specifieke minimumdoelen of doelen die leiden naar BK



**LPD 21 De leerlingen lichten magnetische pool, poolas en het verloop van de magnetische veldlijnen toe bij een permanente magneet en elektromagneet.**

Wenk: Om de begrippen te verklaren kan je 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.

Extra: Je kan bij uitbreiding aandacht hebben voor de vectoriële benadering van het magnetisch veld en veldsterkte.

**LPD 22 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 23 De leerlingen lichten het opwekken van een eenfasige en driefasige wisselspanning door verandering van magnetische flux toe.**

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

**LPD 24 De leerlingen verklaren het ontstaan van een inductiespanning door zelfinductie en wederzijdse inductie.**

Wenk: Een mooie toepassing van wederzijdse inductie is de transformator, verschillende inductieve sensoren ...

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

**LPD 25 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 26 De leerlingen analyseren het gedrag van een gemengde wisselstroomkring in een technische toepassing in functie van frequentieafhankelijkheid, faseverschuiving en impedantie.**

★ Arbeidsfactor, actief, reactief en schijnbaar vermogen

Wenk: Het is belangrijk 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 worden gemaakt.

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

#### **LPD 27 De leerlingen lichten de opbouw van driefasige netstructuren TT, IT en TN en de keuze van de beveiligingscomponenten toe.**

Wenk: Je kan met de leerlingen de foutstroom berekenen om de keuze van de beveiligingscomponenten te bepalen.

Wenk: Je hebt aandacht voor de hoofdeigenschap, de fase- en lijnspanning van een driefasig net. Je kan ingaan op de schakelwijze (ster – driehoek) van de transformator en de schakelwijze van de belasting (eenfasig, ster – driehoek bij driefasige).

#### **LPD 28 De leerlingen sluiten een eenfasige en driefasige asynchrone elektromotor, servomotor, stappenmotor en een borstelloze DC-motor aan.**

Wenk: Je hebt aandacht 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 29 De leerlingen sluiten elektrische componenten aan, stellen ze af en lichten het werkingsprincipe, de functie en specificaties ervan toe.**

Wenk: Onder 'elektrische installatiecomponenten' kan je onder meer begrijpen: beveiligingscomponenten, veiligheidsrelais, schakelcomponenten, bedieningscomponenten, communicatiecomponenten, meetapparatuur, HMI, voeding ...

Wenk: Je hebt aandacht voor het correct plaatsen van kabels, wartels volgens de normen en richtlijnen.

#### **LPD 30 De leerlingen gebruiken elektronische componenten en programmeerbare sturingen, sluiten ze aan en lichten het werkingsprincipe ervan toe.**

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

Wenk: Onder 'elektronische componenten' kan je onder meer begrijpen: sensoren (type PNP, NPN, capacitief, inductief, fotocel, analoge ...), actuator, ventieleiland, stappenmotor-driver ...

Wenk: Onder 'programmeerbare sturingen' kan je onder meer begrijpen: PLC (fysiek/in de cloud), sturing, frequentieomvormer, softstarter, servo-driver, robotsturing ...

Wenk: Je hebt aandacht voor analoge signaal verwerking met de PLC in functie van sensorwisseling/kalibratie (zero-spaninstelling).

Wenk: Je hebt aandacht voor

- de softwareconfiguratie;



- kalibratie van de sensoren;
- het controleren van de in- en uitgaande signalen;
- het uitlezen van parameters: vertraagd aanlopen, aanlooptijd, uitlooptijd, snelheid ...;
- gebruikte bussystemen, netwerksysteem, I/O link;
- de uitschakelprocedures.

**LPD 31 De leerlingen bewerken software om een uitbreiding uit te voeren of een probleem op te lossen.**

Wenk: Onder 'software bewerken' kan je onder meer begrijpen: wijzigen van de instellingen, parameters of code.

Wenk: Je hebt aandacht voor ondersteuning bij het oplossen van problemen in programmatie en kleine aanpassingen ervan.

**LPD 32 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:

- sensoren: infrarood, detectie van kleuren, afstandsmeting (doppler) ...;
- camera: warmtebeelden, detectie van spectrum ...;
- draadloze verbindingen.

## 4.4.2 Mechanische systemen

Minimumdoelen, specifieke minimumdoelen of doelen die leiden naar BK

**LPD 33 De leerlingen leggen het verband tussen positie, tijdstip, de ogenblikkelijke en gemiddelde waarde van snelheid en versnelling bij de eenparig cirkelvormige beweging.**

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

Wenk: Je kan aanduiden dat de tangentiële versnelling bij een eenparig cirkelvormige beweging nul is en aandacht hebben voor de effecten van een versnelling of vertraging op mechanische onderdelen in een toepassingen.

**LPD 34 De leerlingen leggen het verband tussen positie, tijdstip, de ogenblikkelijke en gemiddelde waarde van snelheid en versnelling bij de horizontale worp.**

Extra: Bij uitbreiding kan je ook de schuine worp onder de aandacht brengen.

**LPD 35 De leerlingen stellen de krachten- en krachtenmomentbalans op in functie van statisch evenwicht in 3D.**

2de graad: Statisch evenwicht (II-EMT-da LPD 18).

Wenk: Je hebt aandacht voor het ruimtelijk inzicht, de parameters. Je kan krachten ontbinden in de x-y-z-as en gebruik maken van een rekenblad om de krachten- en krachtenmomentenbalans op te stellen.

**LPD 36 De leerlingen analyseren mechanische eigenschappen van materialen.**

2de graad: Mechanische eigenschappen van materialen (II-EMT-da LPD 22).

Wenk: Onder 'mechanische eigenschappen' kan je onder meer begrijpen: sterkte, rek en vervormbaarheid, elasticiteit (stijfheid), plasticiteit, hardheid ...

**LPD 37 De leerlingen lichten soorten belastingen toe die ingrijpen op materialen.**

Wenk: Onder 'soorten belastingen' kan je onder meer begrijpen: trek, druk, afschuiving, buiging, wringing, knik ...

Wenk: Je kan aandacht hebben voor het spanningsvervormingsdiagram van materialen.

**LPD 38 De leerlingen leggen het verband tussen kracht, koppel, draaizin en snelheid bij een mechanische overbrenging.**

Wenk: Onder 'mechanische overbrengingen' kan je onder meer begrijpen: riem-, tandwiel-, wormwiel-, ketting-, cardan-, hefboomoverbrenging ...

**LPD 39 De leerlingen lichten het werkingsprincipe en de functie van gebruikte machine-elementen toe en zoeken de specificaties ervan op.**

Wenk: Onder 'machine-elementen' kan je onder meer begrijpen: lagers, schroefdraad, moeren, bouten, borgingen, pennen, stiften, spieën, veren, koppelingen ...

Wenk: Je hebt aandacht voor de specificatie en functie van dichtingen, pakkingen en lijmen (soorten, toepassingen, eigenschappen).

### 4.4.3 Elektropneumatische en elektrohydraulische systemen

**Minimumdoelen, specifieke minimumdoelen of doelen die leiden naar BK**

**LPD 40 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 41 De leerlingen realiseren (elektro-)pneumatische schakelingen in een technisch systeem en lichten het werkingsprincipe, de functie en specificatie van gebruikte (elektro-)pneumatische componenten toe.**

Wenk: Onder '(elektro-)pneumatische componenten' kan je onder meer begrijpen: enkel en dubbelwerkende cilinder; 3/2 5/2-ventiel; mono- bistabiel; functieventielen, ventieleneiland, verzorgingseenheid, compressor, snelheidsregeling, proportioneelventiel ...

Wenk: Je hebt aandacht voor vacuümtechnieken, een speciale toepassing gebruikt in pick&place-systemen.

**LPD 42 De leerlingen realiseren (elektro-)hydraulische schakelingen in een technisch systeem en lichten het werkingsprincipe, de functie en specificatie van gebruikte (elektro-)hydraulische componenten toe.**

Wenk: Onder (elektro-)hydraulische componenten' kan je onder meer begrijpen: pompen, kleppen, dichtingen, 3/2 5/2 5/3-ventiel, snelheidsregelingen, cilinders, aansluitleidingen, koppelingen, filtratie, koeling, accumulatoren, proportioneelventiel, servoventiel ...

Wenk: Je kan de eigenschappen zoals viscositeit, samendrukbaarheid, dichtheid, werkingstemperatuur ... van de gebruikte hydraulische olie in het hydraulisch systeem onder de aandacht brengen.

## 4.5 Onderhouden en vervangen onderdelen en componenten

Minimumdoelen, specifieke minimumdoelen of doelen die leiden naar BK

**LPD 43 De leerlingen onderhouden technische systemen preventief aan de hand van een voorgelegde takenkaart.**

- ★ Materialen, gereedschappen, vervangingscomponenten en onderhouds- en reinigingsproducten voor onderhoud.

**LPD 44 De leerlingen lokaliseren en diagnosticeren een defect of storing.**

**LPD 45 De leerlingen vervangen, herstellen en testen defecte mechanische, pneumatische, hydraulische en elektrische onderdelen.**

- ★ borgings-, verbindings-, montage- en demontagetechnieken

Wenk: Je hebt er aandacht voor om de communicatie te herstellen tussen nieuwe onderdelen en de programmeerbare sturing na vervanging, het parametriseren van de sensor na vervanging.

Wenk: Het vervangen van een lager aan een motor kan een herstelling aan een elektromotor zijn.

Wenk: Je hebt aandacht voor het onder druk brengen van een pneumatische of

hydraulische installatie na het herstellen of vervangen van onderdelen.

#### **LPD 46 De leerlingen stellen een technische installatie af.**

Wenk: Je hebt aandacht voor het uitlijnen van de verschillende mechanismen, het op spanning brengen transportbanden, riemen, kettingen.

#### **LPD 47 De leerlingen voeren voorbereidende tests uit voor het vrijgeven van de machine of installatie.**

Wenk: Het is wenselijk de machine of installatie te laten proefdraaien voor vrijgave. Een typisch voorbeeld van een voorbereidende test voor vrijgave kan een I/O-test zijn.

## **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 met voldoende hoogte voor theatervoorstelling 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**

- Diverse didactische machines of installaties voor het inoefenen van onderhoudsvaardigheden.
- Elektrische installatie zoals:
  - beveiligingscomponenten;
  - schakelcontacten;
  - thermostaat;



- elektromotor;
  - servomotor;
  - stappenmotor;
  - borstelloze DC-motor;
  - frequentiesturing;
  - transformator;
  - relais;
  - contactoren;
  - PLC en bijhorende kaarten en modules;
  - draden, kabels en verbindingmaterialen;
  - kabelwartels en bevestigingsmateriaal;
  - diverse sensoren;
  - Netwerksystemen, I/O-link.
- Mechanische installatie zoals:
    - transportband;
    - diverse overbrengingen en koppelingen;
    - diverse lagers;
    - diverse verbindingselementen ;
    - diverse borgingen/afdichtingen;
    - constructiematerialen voor componenten en onderdelen.
- Elektropneumatische installatie zoals:
    - (elektro-)ventielen, ventieleneiland;
    - cilinders;
    - diverse leidingen;
    - bedienings- en schakelcomponenten;
    - compressor en luchtverzorgingsinstallatie;
    - Modules voor netwerksystemen.
- Elektrohydraulische installatie zoals:
    - (elektro-)ventielen, ventieleneiland;
    - cilinders;
    - diverse leidingen;
    - bedienings- en schakelcomponenten;
    - hydraulische groep;
    - modules voor netwerksystemen.
- Machines/apparaten/toestellen:
    - accu boor-schroefmachine en toebehoren;
    - mechanische of hydraulische pers;
    - haakse slijpmachine;
    - kolomboormachine;
    - gatenpons.
- Klein gereedschap zoals:
    - om borgingen/afdichtingen te (de)monteren;
    - om lagers te (de)monteren;
    - om schroefdraad te tappen/snijden;

- diverse schroevendraaiers;
  - diverse inbussleutels en bits;
  - diverse tangen;
  - slaggereedschap;
  - steek- en ringsleutels;
  - dopsleutels;
  - momentsleutel.
- Meettoestellen zoals:
    - waterpas;
    - uitlijntoestel;
    - riemspanningsmeter;
    - multimeter;
    - schroefmaat;
    - meetlat;
    - manometer;
    - oppervlakte-ruwheidsmetermeetsonde;
    - warmtebeeldcamera;
    - voelmaatjes voor lagerspeling;
    - oscilloscoop.
  - Persoonlijke en collectieve beschermingsmiddelen:
    - vergrendelingsystemen voor elektrische en elektropneumatische toepassingen (Lototo);
    - veiligheidshandschoenen voor agressieve producten.

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.

- Meettoestellen:
  - schuifmaat;
  - rolmeter.
- Informatie- en communicatiemedia:
  - 3D-tekensoftware;
  - CAE-pakket;
  - simulatiesoftware.
- 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
<b>Analyseren</b>		Verbanden zoeken tussen gegeven data en een (eigen) besluit trekken
<b>Beargumenteren</b>	Verklaren	Motiveren, uitleggen waarom
<b>Beoordelen</b>	Evalueren	Een gemotiveerd waardeoordeel geven
<b>Berekenen</b>	Berekeningen uitvoeren	
<b>Berekeningen uitvoeren</b>	Berekenen	
<b>Beschrijven</b>	Toelichten, uitleggen	
<b>Betekenis geven aan</b>	Interpreteren	
<b>Een (...) cyclus doorlopen</b>	Een (...) proces doorlopen	Via verschillende fasen tot een (deel)resultaat komen of een doel bereiken
<b>Een (...) proces doorlopen</b>	Een (...) cyclus doorlopen	Via verschillende fasen tot een (deel)resultaat komen of een doel bereiken
<b>Evalueren</b>	Beoordelen	
<b>Gebruiken</b>	Hanteren, inzetten, toepassen	
<b>Hanteren</b>	Gebruiken, inzetten, toepassen	
<b>Identificeren</b>		Benoemen; aangeven met woorden, beelden ...
<b>Illustreeren</b>		Beschrijven (toelichten, uitleggen) aan de hand van voorbeelden
<b>In dialoog gaan over</b>	In interactie gaan over	
<b>In interactie gaan over</b>	In dialoog gaan over	
<b>Interpreteren</b>	Betekenis geven aan	
<b>Inzetten</b>	Gebruiken, hanteren, toepassen	
<b>Kritisch omgaan met</b>	Kritisch gebruiken	
<b>Kwantificeren</b>		Beredeneren door gebruik te maken van verbanden, formules, vergelijkingen ...
<b>Onderzoeken</b>	Onderzoek voeren	Verbanden zoeken tussen zelf verzamelde data en een (eigen) besluit trekken
<b>Onderzoek voeren</b>	Onderzoeken	Verbanden zoeken tussen zelf verzamelde data en een (eigen) besluit trekken
<b>Reflecteren over</b>		Kritisch nadenken over en argumenten afwegen zoals in een dialoog, een gedachtewisseling, een paper
<b>Testen</b>	Toetsen	
<b>Toelichten</b>	Beschrijven, uitleggen	

<b>Toepassen</b>	Gebruiken, hanteren, inzetten	
<b>Toetsen</b>	Testen	
<b>Uitleggen</b>	Beschrijven, toelichten	
<b>Verklaren</b>	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.

<b>Leerplandoel</b>	<b>Minimumdoelen, specifieke minimumdoelen of doelen die leiden naar één of meer beroepskwalificaties</b>
1	BK 01; BK 03; BK 04
2	BK 04; BK a; BK b
3	BK 04
4	BK 04
5	BK 02
6	SMD 01.01.01
7	MD 06.25
8	MD 06.26; SMD 12.01.01
9	MD 06.27
10	SMD 06.11.01; BK 14
11	BK 15
12	BK 05
13	SMD 12.01.02; BK f; BK I
14	BK 07
15	BK 07
16	BK 06
17	BK 08



18	BK 09
19	BK 09
20	BK 09; BK m
21	MD 6.23
22	SMD 11.19.05
23	SMD 11.18.08; SMD 11.19.03
24	SMD 11.19.03; SMD 11.19.05
25	MD 6.23
26	SMD 11.19.04
27	SMD 11.19.05
28	SMD 11.18.08; SMD 11.19.05; BK g; BK h
29	SMD 11.19.05; BK g; BK h
30	SMD 11.19.06; BK g
31	SMD 07.09.01; SMD 11.19.06
32	SMD 11.18.09
33	SMD 11.18.08; SMD 11.20.02
34	SMD 11.20.02
35	SMD 11.20.03; BK k
36	SMD 11.20.04; BK k
37	SMD 11.20.04; BK k
38	SMD 11.18.08; BK k
39	SMD 11.20.02; SMD 11.20.04; BK h; BK l; BK k
40	SMD 11.18.07
41	BK h
42	BK h
43	BK 10; BK c

44	BK 11; BK j
45	BK 12; BK d; BK e
46	BK 12; BK e
47	BK 13

## 7.2 Minimumdoelen basisvorming

- 06.23 De leerlingen verklaren aan de hand van eigenschappen van permanente magneten en elektromagnetten 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.
- 07.09.01 De leerlingen bewerken software om een specifiek product te maken of om een probleem op te lossen.  
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:
  - Gegeneerde 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.

- 11.20.01 De leerlingen analyseren het verband tussen positie, tijdstip, snelheid en versnelling bij ééndimensionale bewegingen met constante versnelling.
- 11.20.02 De leerlingen leggen het verband tussen positie, tijdstip, snelheid en versnelling bij de horizontale worp en bij de eenparig cirkelvormige beweging.
- Onderliggende (kennis)elementen:
- Ogenblikkelijke en gemiddelde waarde
- 11.20.03 De leerlingen stellen de evenwichtsvergelijkingen voor statisch evenwicht op.
- Voetnoot:
- De complexiteit van de situatie waarin het doel wordt gerealiseerd (bijvoorbeeld in het vlak of driedimensionaal) is afhankelijk van de context van de studierichting.
- 11.20.04 De leerlingen analyseren mechanische eigenschappen van materialen.
- 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-EITe-da LPD 6
SMD 06.11.01	III-EITe-da LPD 10
SMD 07.09.01	III-EITe-da LPD 31
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-EITe-da LPD 40
SMD 11.18.08	III-EITe-da LPD 23, 28, 33, 38
SMD 11.18.09	III-EITe-da LPD 32
SMD 11.19.01	II-EMT-da LPD 31
SMD 11.19.02	II-EMT-da LPD 32



SMD 11.19.03	III-EITe-da LPD 23, 24
SMD 11.19.04	III-EITe-da LPD 26
SMD 11.19.05	III-EITe-da LPD 22, 24, 27-29
SMD 11.19.06	III-EITe-da LPD 30, 31
SMD 11.20.01	II-EMT-da LPD 15, 16
SMD 11.20.02	III-EITe-da LPD 33, 34, 39
SMD 11.20.03	III-EITe-da LPD 35
SMD 11.20.04	III-EITe-da LPD 36, 37, 39
SMD 12.01.01	III-EITe-da LPD 8
SMD 12.01.02	III-EITe-da LPD 13

## 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 gebruiken gepaste machines en gereedschappen.
6. De leerlingen raadplegen vaktechnische informatie.
7. De leerlingen voeren voorbereidende werkzaamheden uit rekening houdend met situationele elementen (in werking stellen, productiewijzigingen, veiligheidsmaatregelen ...) of de onderhoudshistoriek.
8. De leerlingen vullen opvolgdocumenten van de werkzaamheden in en raadplegen de onderhoudshistoriek.
9. De leerlingen controleren de werking van het materieel, de instrumentengegevens (druk, debiet, temperatuur ...) en de kritieke slijtagepunten, smeringspunten.
10. De leerlingen onderhouden de systemen preventief aan de hand van een voorgelegde takenkaart.
11. De leerlingen lokaliseren en diagnosticeren een defect of storing.
12. De leerlingen vervangen, herstellen en testen de defecte mechanische, pneumatische, hydraulische en elektrische onderdelen en stellen ze af.
13. De leerlingen voeren voorbereidende tests uit voor het vrijgeven van de machine of installatie.
14. De leerlingen ontwerpen, tekenen, lezen en begrijpen schema's en tekeningen.
15. De leerlingen lichten complexe technische problemen toe aan een deskundige.

Aanvullende onderliggende kennis.

- a. Veiligheids-, milieu- en kwaliteitsnormen: BA4/BA5, PBM's, CBM's bij werkzaamheden onder spanning, kennis van procedures voor vrijgave, de gouden 8, machinerichtlijn, EMC-richtlijnen, procedure voor vrijgave...
- b. Specifieke risico's van gevaarlijke stoffen
- c. Kennis van materialen en gereedschappen met inbegrip van hulpmiddelen (gereedschappen, vervangingscomponenten, onderhouds- en reinigingsproducten ...) voor onderhoud
- d. Borgings-, verbinding-, montage- en demontagetechnieken
- e. Herstelltechnieken (mechanisch, elektrisch, pneumatisch, hydraulisch)
- f. Meettechniek in het kader van onderhoudswerkzaamheden (elektrisch, mechanisch ...)
- g. Werkingsprincipes van elektrische installaties, machines en sturingen
- h. Machine- en installatiecomponenten: elektrisch, mechanisch, (elektro-)pneumatisch, (elektro-)hydraulisch
- i. Werkingsprincipes van mechanische machineonderdelen
- j. Diagnosetechnieken voor foutenanalyse
- k. Mechanica: constructieleer en materialenleer, machineonderdelen
- l. Meetgereedschappen voor preventief en correctief onderhoud
- m. Visuele en auditieve kenmerken van slijtage en defecten

# Inhoud

<b>1</b>	<b>Inleiding</b> .....	<b>3</b>
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 .....	5
1.5	Opbouw van leerplannen.....	6
<b>2</b>	<b>Situering</b> .....	<b>7</b>
2.1	Samenhang in de derde graad .....	7
2.1.1	Samenhang binnen de studierichting Elektromechanische technieken.....	7
2.1.2	Samenhang over de finaliteiten heen in het STEM-domein .....	7
2.2	Plaats in de lessentabel.....	7
<b>3</b>	<b>Pedagogisch-didactische duiding</b> .....	<b>8</b>
3.1	Elektromechanische technieken en het vormingsconcept.....	8
3.2	Krachtlijnen .....	9
3.3	Diamantmodel .....	10
3.4	Opbouw.....	11
3.5	Leerlijnen.....	12
3.5.1	Samenhang met de tweede graad .....	12
3.5.2	Samenhang in de derde graad .....	12
3.6	Aandachtspunten.....	12
3.7	Leerplanpagina.....	13
<b>4</b>	<b>Leerplandoelen</b> .....	<b>13</b>
4.1	Kwaliteitsvol en veilig handelen.....	13
4.2	Ontwerpen en ontwikkelen in STEM .....	15
4.3	Vorbereiding en opvolging.....	18
4.4	Elektromechanische installatie .....	19
4.4.1	Elektrische systemen.....	19
4.4.2	Mechanische systemen.....	22
4.4.3	Elektropneumatische en elektrohydraulische systemen .....	23
4.5	Onderhouden en vervangen onderdelen en componenten.....	24
<b>5</b>	<b>Basisuitrusting</b> .....	<b>25</b>
5.1	Infrastructuur .....	25

5.2	Materiaal, toestellen, machines en gereedschappen.....	25
5.3	Materiaal en gereedschappen waarover elke leerling moet beschikken .....	27
<b>6</b>	<b>Glossarium.....</b>	<b>28</b>
<b>7</b>	<b>Concordantie .....</b>	<b>29</b>
7.1	Concordantietabel.....	29
7.2	Minimumdoelen basisvorming .....	31
7.3	Specifieke minimumdoelen.....	31
7.4	Concordantietabel van SMD naar LPD .....	33
7.5	Doelen die leiden naar één of meer beroepskwalificaties .....	34