

Elektrotechnieken B+S
3de graad D/A-finaliteit
III-Ele-da

BRUSSEL

D/2024/13.758/255

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 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 leeransen 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 aanbrenen 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 Elektrotechnieken

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 Elektrotechnieken te combineren met leerplandoelen uit het leerplan Wiskunde, Natuurwetenschappen ...

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: <ul style="list-style-type: none">• onderzoekend• experimenterend• exploratief	Ontwikkelen van technologisch denken en vaardig zijn (techniek/wetenschap): <ul style="list-style-type: none">• 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

Een vergelijking tussen de studierichtingen Elektrotechnieken D/A-finaliteit en Elektrische installaties A-finaliteit.

	Elektrotechnieken (DA-finaliteit)	Elektrische installaties (A-finaliteit)
Elektrotechnische installatie	Installatietechnieken	Installatietechnieken
	(de)montagetechnieken	(de)montagetechnieken
	onderhoudstechnieken	Preventieve onderhoudstechnieken
	Eenvoudige en complexe herstellingen	Eenvoudige herstellingen
	Diagnosetechnieken	
	Automatisatie (netwerk) van een elektrische installatie	

2.2 Plaats in de lessentabel

Het leerplan is gebaseerd op minimumdoelen van de basisvorming, specifieke minimumdoelen en doelen die leiden naar de beroepskwalificaties Elektrotechnicus en Technicus industriële elektriciteit.

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

Het leerplan Elektrotechnieken is ingebed in het vormingsconcept van de katholieke dialogeschool. 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 Elektrotechnieken 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 Elektrotechnieken 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 Elektrotechnieken. 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.

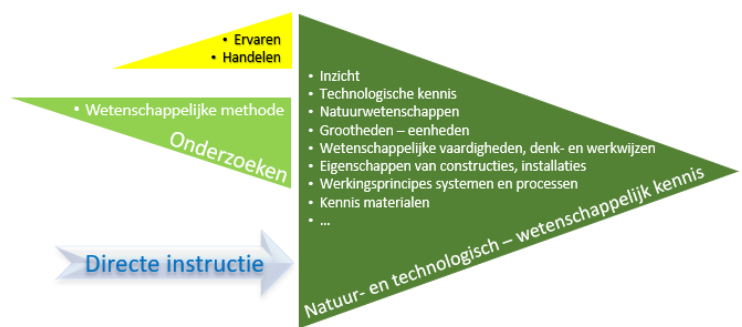
Uit die vormingscomponenten en wegwijzers zijn de krachtlijnen van het leerplan ontstaan.

3.2 Krachtlijnen

Natuur- en technologisch-wetenschappelijke kennis ontwikkelen

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

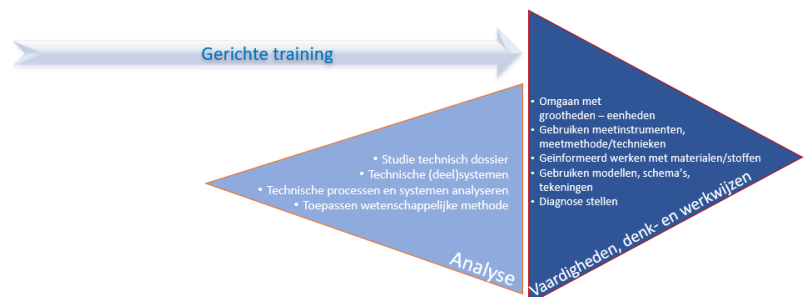
Ze verwerven inzicht in elektromagnetisme, eenfasige en driefasige wisselspanning, gemengde wisselstroomkringen, eenparige cirkelvormige beweging, de ideale gaswet, golflengte en golfsnelheid.



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

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

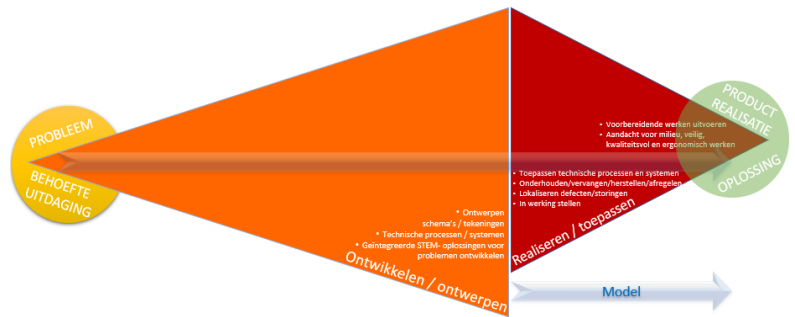
Ze leren meetinstrumenten gebruiken, meetmethoden en meettechnieken toepassen, omgaan met grootheden en eenheden en geïnformeerd werken met materialen en stoffen. De leerlingen gebruiken modellen en ontwerpen schema's en tekeningen om te verklaren of om geïntegreerde STEM-oplossingen voor problemen te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



Ontwerpmethoden en realisatietechnieken in technische processen en systemen



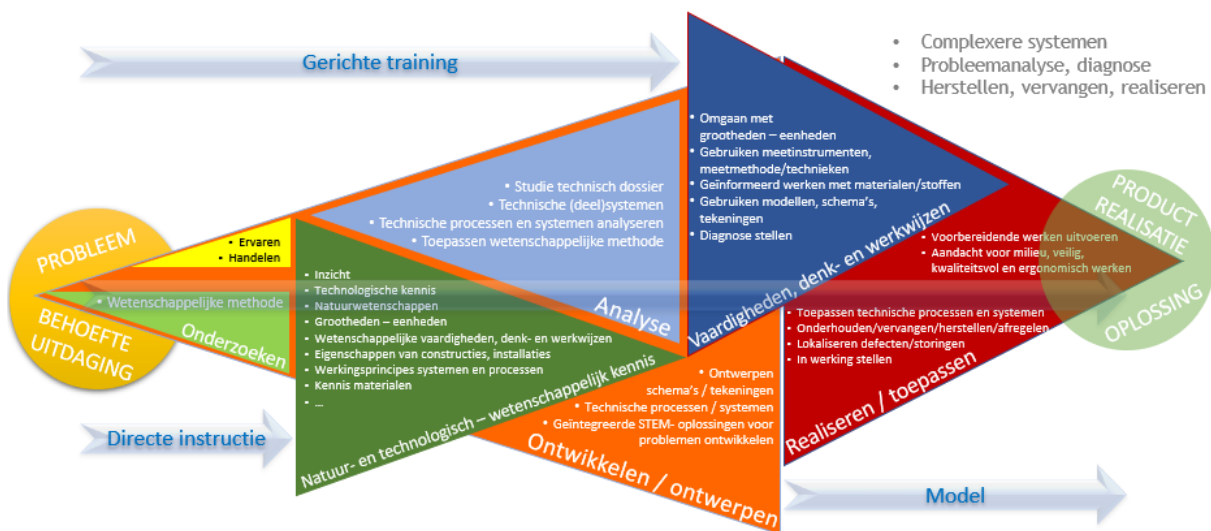
De leerlingen leren technische processen en systemen ontwikkelen, analyseren en toepassen tijdens projecten. Ze analyseren het technisch dossier, voeren voorbereidende werkzaamheden uit, installeren huishoudelijke en niet-huishoudelijke installaties en stellen ze in werking, onderhouden een industriële installatie, lokaliseren defecten of storingen. De leerlingen vervangen en herstellen elektrische en pneumatische 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 voornamelijk 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 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 Elektrotechnieken omvat de volgende rubrieken:

- kwaliteitsvol en veilig werken;
- ontwerpen en ontwikkelen in STEM;
- voorbereiding en opvolging;
- elektrotechnische realisatie:
 - leidingstracés en elektrische componenten;
 - aardingsstelsel, equipotentiaalverbinding, beveiligingscomponenten;
 - hernieuwbare energie;
 - stellen een elektrische installatie in werking;
- diagnosticeren een defect of storing;



- onderhouden een industriële installatie.

3.5 Leerlijnen

3.5.1 Samenhang met de tweede graad

De leerlingen leren in de tweede graad Elektrotechnieken 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.

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 elektrische schema's. Ze realiseren eenvoudige elektrische stuur- en vermogensschakelingen voor huishoudelijke en niet-huishoudelijke installaties, elektronische schakelingen en elektropneumatische schakelingen. Ze sluiten aardingssystemen en equipotentiaalverbindingen aan.

3.5.2 Samenhang in de derde graad

Het leerplan Elektrotechnieken 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 Elektrotechnieken 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 de 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 wordt 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 06 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.

Gezien de verschillende werkcontexten (residentieel/tertiair en industrieel) binnen de opleiding elektrotechnieken (duaal) dienen de leerlingen hun opleidingstraject te vervullen binnen deze twee contexten: het realiseren van een elektrotechnische installatie en een industriële technische installatie.

3.7 Leerplanpagina

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



4 Leerplandoelen

De elektrotechnische realisaties worden uitgevoerd conform het Algemeen Reglement op de Elektrische Installaties (AREI) en ATEX-richtlijnen. De leerling wordt geacht het AREI en de ATEX-richtlijnen op het einde van de opleiding voldoende te kennen en toe te passen om elektrotechnische uitvoeringen volgens de regelgeving te realiseren.

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 de grenzen van bevoegdheden, de gouden 8
Specifieke risico's van asbest, kwarts- en houtstof en andere gevaarlijke producten
Toepassing van het AREI
Veiligheidsmaatregelen in een ATEX-zone

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

2de graad: Veilig en duurzaam werken (II-Ele-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. Om de veiligheidsattitude aan te scherpen kan je de leerlingen de gebruikte machines en gereedschappen laten controleren op zichtbare gebreken en degelijkheid voor en na gebruik. Je kan met hen een laatste minuut risicoanalyse (LMRA) uitvoeren 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 veiliggesteld worden en niet meer opgestart kunnen worden voorafgaand aan de voltooiing van onderhoud, storing of calamiteit.

Wenk: Je kan een fictieve ATEX-zone aanduiden, de werkzaamheden dienen te gebeuren volgens voorschriften van de zone.

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

- ★ Risico's en veiligheidsmaatregelen bij het werken op hoogte (ladder, rolsteiger en hoogwerker)

Wenk: Bij werken op hoogte heb je aandacht met de leerlingen voor de preventiemaatregelen, 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.

LPD 5 De leerlingen handelen kwaliteitsbewust.

Wenk: Je kan de methodiek 5S 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 inhoud van dit leerplan.

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

Duiding: Specifieke inhoud van 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

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 15)

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

Wenk: Via een methodisch onderzoek kunnen parameters in de loop van de tijd opgemeten worden om conclusies rond installatie, slijtage en onderhoud te maken.

Mogelijke methodische onderzoeken:



- periodieke stroommeting;
- trilling analyse;
- warmtemetingen;
- foutzoeken aan de hand van een stappenplan;
- selecteren van installatiecomponenten.

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-Ele-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 Elektrotechnieken:

- bij toename van de stroom de oorzaak van toename mechanische wrijving, breuk van onderdelen voorspellen, dimensionering van componenten;
- capaciteitstarief: systemen tot spreiding van verbruik in de tijd;
- de inwendige werking van een sensor: omzetting van de wetenschappelijke grootte naar een elektrische signaal;
- analyse van trillingen en warmtedetectie gebruiken om een herhalend defect te analyseren om onderdelen of component aan te passen.

LPD 9 De leerlingen illustreren de wisselwerking tussen wetenschappen, technologie, wiskunde en de maatschappij aan de hand van maatschappelijke uitdagingen.

- ★ Energieprestatie van gebouwen

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

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

Wenk: Voorbeelden van energiebeheer of duurzaamheid:

- elektriciteitsverbruik beperken;
- gebruik van hernieuwbare energie;
- hergebruik van materialen, gesloten kringlopen (cradle to cradle).

LPD 10 De leerlingen ontwerpen, tekenen, lezen en interpreteren elektrische schema's, installatieschema's en technische dossiers.

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

Wenk: Het lezen en begrijpen van elektrische schema's en installatieschema's in een huishoudelijke en niet-huishoudelijke context is een belangrijke vaardigheid Het

tekenen kan daarin ondersteunend zijn als didactisch principe. Aandacht voor ruimtelijk inzicht en de omzetting van een 2D-tekening naar een 3D-uitvoering is aangewezen.

LPD 11 De leerlingen lezen en interpreteren elektropneumatische schema's en passen ze aan indien nodig.

Wenk: Het lezen en begrijpen van elektropneumatische schema's is een belangrijke vaardigheid; het tekenen kan daarin ondersteunend zijn als didactisch principe of het gebruik van simulatiesoftware.

LPD 12 De leerlingen lezen en interpreteren technische tekeningen.

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

Wenk: Je kan onder 'technische tekeningen' onder meer begrijpen: samenstellingstekeningen, montagetekeningen ...

LPD 13 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 14 De leerlingen gebruiken gepaste machines en gereedschappen veilig, controleren de staat ervan en onderhouden ze.

2de graad: Machines en gereedschappen (II-Ele-da LPD 9).

Wenk: Je kan aandacht hebben voor onderhoudstechnieken en -procedures van gereedschap en materialen, het correct gebruiken, het reinigen na gebruik en het correct opbergen van machines en gereedschappen.

LPD 15 De leerlingen gebruiken met de nodige nauwkeurigheid meetinstrumenten en hulpmiddelen.

- ★ Gegevens/meetwaarden met de juiste symbolen voor grootheden en (SI-)eenheden
Beduidende cijfers
Meetnauwkeurigheid
Meet- en controletechnieken met betrekking tot een residentiële, tertiaire en industriële installatie
Notities met machten van 10

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

Wenk: Je kan onder 'meetinstrumenten' onder meer begrijpen: multimeter, stroomtang, vermogenmeter, isolatiemeter, warmtebeeldcamera ...



4.3 Voorbereiding en opvolging

Minimumdoelen, specifieke minimumdoelen of doelen die leiden naar BK

LPD 16 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, VR/AR/XR-applicatie, BIM, instructiefilm ...

Wenk: De analyse van de opdracht is een eerste stap in het voorbereiden van de werkzaamheden. Je kan vertrekken vanuit een technisch dossier, vaktechnische informatie ...

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

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 18 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 19 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 Elektrotechnische realisatie

4.4.1 Leidingstracés en elektrische componenten

Minimumdoelen, specifieke minimumdoelen of doelen die leiden naar BK

LPD 20 De leerlingen zetten leidingtracés uit voor elektrische installaties.

Wenk: Je kan aandacht hebben voor de verticale en horizontale oriëntatie en de verschillen tussen een installatie voor opbouw en inbouw, plaatsingswijze en -afstanden van de componenten voor huishoudelijke en niet-huishoudelijke installaties ...
Het is aangewezen een laser te gebruiken bij het uitzetten van een leidingstracé.

LPD 21 De leerlingen realiseren en werken sleuven en holtes af.

★ Opvoegmethodes

Wenk: Bij het realiseren van sleuven en holtes heb je aandacht voor asbesthoudende materialen, de voorgeschreven beschermingsmaatregelen en een stofafzuiging of waterbeneveling bij het slijpen.

LPD 22 De leerlingen monteren, leggen, plaatsen en bevestigen leidingen, buizen, kabels, draden, kanalisaties en verschillende aansluitdozen voor elektrische installaties.

★ Verbindings-, montage- en demontagetechnieken

Wenk: Onder aansluitdozen kan je onder meer begrijpen:

- inbouwdozen: horizontaal en verticaal, enkelvoudig of meervoudig, diepte;
- opbouwdozen;
- hollewand dozen;
- vloerdozen.

Wenk: Bij het plaatsen van buizen bij opbouw of inbouw heb je samen met de leerlingen aandacht voor:

- het leggen volgens stroomkringen;
- de gewenste buislengte en diameter;
- het ontbramen van de buis;
- het respecteren van de buigradius;
- de mof-verbindingen;
- het vastzetten op geregelde afstand;
- veilig en ergonomisch werken.

Wenk: Bij het plaatsen van kabels heb je samen met de leerlingen aandacht voor

- ontmanteltechnieken;
- afgeschermd kabel;
- het correct plaatsen van kabelwartels.

Wenk: Je hebt aandacht voor bewerkingstechnieken en montagevoorschriften van en bevestigingsmiddelen voor buizen, kabelgoten, kabelladders, railkokersystemen, bevestigingssteunen, draagsystemen en hulpstukken,et aanpassen van bevestigingssteunen en hulpstukken zoals bochten, koppelplaten en verloopstukken. Bij metalen kabelgoten mag je de equipotentiaalverbinding niet vergeten.



LPD 23 De leerlingen leggen afgeschermde en niet-afgeschermde kabel en sluiten ze aan.

★ Types bekabeling

Wenk: De verschillende kabeltypes onderscheiden in de functie van hun toepassing, de brandklasse van de kabel, de EMC-richtlijnen en de ATEX-normering ...

Wenk: Je kan een kabelberekening uitvoeren. Ondersteunende softwaretoepassingen van fabrikanten kunnen daarin ondersteunen.

LPD 24 De leerlingen trekken draden en kabels voor verschillende stroomkringen in elektrische installaties voor het aansluiten van diverse toestellen.

Wenk: Bij het trekken van draden en kabels kan je samen met de leerlingen volgende aandachtspunten benadrukken:

- voldoende draadreserve;
- nummeren volgens instructie;
- vermogen- en stuurkabels onderscheiden;
- het gebruik van kabelwartels;
- werken volgens schema.

Wenk: Je kan een logica afspreken in kleurgebruik van verschillende elektrische draden en handelen conform het AREI.

LPD 25 De leerlingen plaatsen en monteren installaties op zeer lage spanning en sluiten ze aan.

Wenk: Onder ‘installaties op zeer lage spanning’ kan je onder meer begrijpen: tele- en videofonie, domotica, immotica, data- en netwerkenbekabeling, brandalarmen, toegangsbeveiliging, camera ...

Wenk: Je kan aandacht hebben voor specifieke verbindings-, strip- en ontmanteltechnieken van data- en netwerkbekabeling voor het type van netwerkaansluitingen: RJ45, netwerkbekabeling ... en de gebruikte sensoren: inductief, capacitief, PIR ...

Wenk: Je kan voor de succeservaring van de leerling de installatie op zeer lage spanning in werking laten stellen. Let wel op: bij een alarminstallatie is een certificaat voor in werkingstelling noodzakelijk.

LPD 26 De leerlingen realiseren eenfasige en driefasige vermogen- en stuurschakelingen volgens elektrisch schema en technische documentatie voor een elektrische huishoudelijke en niet-huishoudelijke installatie.

Wenk: Je hebt aandacht voor normeringen en het verzorgen van de elektrische verbindingen: steekklemmen, lasdoppen, stroomrails, solderen en de labelling in functie van veiligheid.

Wenk: Je kan aandacht hebben voor netwerkgestuurde toepassingen in de stuurschakeling en het werken met App's voor kleine sturingen.

Extra: Je kan aandacht hebben voor ventilatie in huishoudelijke installaties.

LPD 27 De leerlingen bevestigen, plaatsen, monteren en bedraden verdeelborden, vermogensborden, stuurborden, materiaal voor mono- en driefasige spanning en sluiten ze aan.

Wenk: Je kan met de leerlingen vooraf het technisch dossier bestuderen: de specificaties van de componenten, sectiedikte (tabel), soorten beveiligingscomponenten, draadkleur ...

Wenk: Onder 'materiaal voor mono- en driefasige spanning' kan je onder meer begrijpen: industriële schakelaars, lastscheidingsschakelaar, vermogenschakelaar ...

LPD 28 De leerlingen plaatsen een meterkast volgens richtlijnen van de distributiebeheerder.

Wenk: Bij het plaatsen van de meterkast heb je aandacht samen met de leerlingen voor de verbinding van de voedingskabel, de aansluitscheider en de noodzaak van de aarding.

LPD 29 De leerlingen lichten het werkingsprincipe, de functie en specificaties van gebruikte elektrische installatiecomponenten, elektromotoren en stuur- en regelsystemen toe.

Wenk: Je hebt aandacht bij het vervangen van componenten voor hun specificaties.

LPD 30 De leerlingen sluiten een asynchrone elektromotor of machine 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 31 De leerlingen installeren verlichtingsinstallaties en de nodige specifieke voorschakelapparatuur en sluiten ze aan.

Wenk: Je kan aandacht hebben voor de types van verlichtingsarmaturen en hun bevestigingssystemen, de gebruikte voorschakelapparatuur (stroom- en spanningstansfo) en de energievriendelijke varianten en hun ombouwssystemen.

Wenk: Je kan wijzen op normering in functie van verlichting en een luxmeting uitvoeren om de lichthoeveelheid te ervaren.

4.4.2 Aardingsstelsel, equipotentiaalverbinding, beveiligingscomponenten

Minimumdoelen, specifieke minimumdoelen of doelen die leiden naar BK

LPD 32 De leerlingen plaatsen een aardingsstelsel en een equipotentiaalverbinding, sluiten ze aan en voeren een controlemeting uit.

Wenk: Je stimuleert de leerlingen om volgens het AREI een situatieplan van de aardverbinding op te tekenen. Geef duidelijk aan wat het nut en noodzaak van aardingsstelsels en equipotentiaalverbindingen zijn.



LPD 33 De leerlingen analyseren de opbouw en eigenschappen van een TT-, TN- en IT-net aan de hand van een meetopstelling.

Wenk: Je hebt aandacht voor de schakelwijze van de transformator (ster-driehoek), de verplichte beveiligingscomponenten, aardingsystemen en equipotentiaal verbindingen. Je kan het toepassingsgebied van de verschillende netsystemen linken aan hun eigenschappen..

Wenk: Je kan de leerlingen de foutstromen laten berekenen alvorens de meting uit te voeren. Een meetopstelling kan het belang van een goed aangesloten nulgeleider aantonen. Je hebt aandacht voor evenwichtige en onevenwichtige belasting van het net.

LPD 34 De leerlingen verklaren het doel van beveiligingscomponenten in een elektrische installatie in functie van een TT, IT of TN-net.

Wenk: Met betrekking tot 'beveiligingscomponenten' kan je beveiligingen bespreken tegen kortsluiting, overstroom, verliesstroom, overspanning, onderspanning, nulspanning, bliksembeveiliging, fase-uitval ... Je kan de leerlingen het verschil laten ervaren tussen snel of traag werkende beveiligingen door een trage beveiliging te vervangen door een snelle beveiliging. Je kan de leerlingen erop wijzen hoe dit wordt aangeduid op de beveiligingscomponent.

Wenk: Je kan de leerlingen de foutstromen laten berekenen en meten op een didactisch oefenbord. Je hebt aandacht voor de coördinatie tussen de verschillende overstroombeschermingstoestellen. De coördinatie bestaat uit het stroomlijnen van de uitschakelkarakteristieken van meerdere beveiligingscomponenten die in serie geplaatst zijn met als doel: selectiviteit en filiatie. Het gebruik van een verliesstroomschakelaar van 300mA en 30mA kan een aanzet zijn om het begrip 'selectiviteit' te duiden.

Wenk: Je kan een link leggen met het joule-effect en principewerking van het elektromagnetisme in een spoel bij elektrische beveiligingen.

LPD 35 De leerlingen analyseren het gebruik van beveiligingscomponenten en aarding bij machines en toestellen.

Wenk: Je hebt aandacht voor het gebruik van de aarding bij een DC-voeding of een transformator (galvanisch gescheiden) aangesloten op het net.

4.4.3 Hernieuwbare energie

Minimumdoelen, specifieke minimumdoelen of doelen die leiden naar BK

LPD 36 De leerlingen sluiten apparatuur in functie van hernieuwbare energie aan.

Wenk: Je heb aandacht voor beheersystemen in verband met spreiding van vermogen, opladen op bepaalde tijdstippen...

Wenk: Je kan aandacht hebben voor de PV-installatie, thuisbatterij, warmtepompen, laadpaalinfrastructuur en zijn beveiligingscomponenten ...

4.4.4 Stellen een elektrische installatie in werking

Minimumdoelen, specifieke minimumdoelen of doelen die leiden naar BK

LPD 37 De leerlingen stellen een huishoudelijke en niet-huishoudelijke elektrische installatie gecontroleerd in werking.

Wenk: Je kan de leerlingen in het begin een procedure aanreiken om een elektrische installatie gecontroleerd in werking te stellen.

Wenk: Je kan aandacht besteden aan de continuïteit van het aardingssysteem.

Wenk: Je hebt aandacht voor de gouden 8 en LOTOTO.

LPD 38 De Leerlingen realiseren een programmeerbare schakeling en randapparatuur en stellen ze in werking.

2de graad: Programmeerbare sturing (II-Ele-da LPD 31).

Wenk: Onder een 'programmeerbare schakeling' kan je onder meer begrijpen: PLC, Mini PLC, Domotica-systeem ...

Wenk: Onder randapparatuur' kan je onder meer begrijpen: sensoren, actuatoren, bussystemen en netwerkverbindingen, applicaties voor hernieuwbare energie ...

Wenk: Je kan met de leerlingen na realisatie een IO-test uitvoeren ter controle.

Wenk: Je kan gebruik maken van verschillende types van sensoren: 2-draad, 3-draad, IO-link.

Wenk: Je hebt aandacht voor het elektronisch schakelen van een belasting met een softstarter, frequentieregelaar, SSR.

LPD 39 De leerlingen connecteren een toestel, sensor of programmeerbare sturing in een netwerk.

Wenk: Je kan een applicatie van de fabrikant gebruiken.

LPD 40 De leerlingen programmeren een programmeerbare sturing.

Wenk: Je kan aandacht hebben voor algoritmen, datastructuren en elementen in de softwarebibliotheek. Je kan gebruik maken van verschillende eenvoudige programmeertalen: ladder, functieblokken, SFC ...).

LPD 41 De leerlingen realiseren eenvoudige elektro-pneumatische schakelingen aan de hand van een schema.

Wenk: Je kan de leerlingen in het kader van veiligheid en milieuzorg wijzen op het verzorgen van de afwerking van leidingen en aansluitingen op elektropneumatische componenten bij het monteren..

Wenk: Je kan een ventieleneiland gebruiken in samenhang met een programmeerbare sturing.



Wenk: Je kan een simulatiepakket gebruiken ter ondersteuning.

4.5 Diagnosticeren een defect of storing

Minimumdoelen, specifieke minimumdoelen of doelen die leiden naar BK

LPD 42 De leerlingen lichten magnetische pool, poolas en het verloop van de magnetische veldlijnen toe bij een permanente magneet en elektromagneet.

Wenk: Je kan gebruik maken van technische toepassingen om de begrippen te verklaren : 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 veldlijndichtheid is een maat voor de magnetische veldsterkte.

LPD 43 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 44 De leerlingen verklaren de werking van een technische toepassing aan de hand van de eenparige cirkelvormige beweging.

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

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

LPD 45 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 46 De leerlingen lichten het opwekken van een eenfasige en driefasige wisselspanning door een verandering van magnetische flux toe.

★ Het verband tussen periode, frequentie

Het verband tussen maximum spanningswaarde, effectieve spanningswaarde, lijn- en fasespanning
Impedantie

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

Wenk: Je kan een oscilloscoop gebruiken om een wisselspanning te visualiseren en hierop de begrippen aantonen.

LPD 47 De leerlingen verklaren het ontstaan van een inductiespanning door zelfinductie.

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

LPD 48 De leerlingen verklaren in een technisch systeem wederzijdse inductie bij eenfasige en driefasige transformatoren.

Wenk: Je hebt aandacht voor de schakelwijzen, het rendement in functie van de belasting.

LPD 49 De leerlingen verklaren de werking van een technische toepassing aangesloten op driefasige spanning.

Wenk: Onder een 'technische toepassing' kan je onder meer begrijpen: een 3-fasige asynchrone motor, een transformator, stuurschakelingen voor elektromotoren...

LPD 50 De leerlingen analyseren het gedrag van een gemengde wisselstroomkring in een technische toepassing in functie van frequentieafhankelijkheid, faseverschuiving en impedantie.

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 gemaakt worden.

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

LPD 51 De leerlingen verklaren het verband tussen een actief, reactief en schijnbaar vermogen.

Wenk: Het begrip arbeidsfactor is een maatstaf om het verband tussen actief, reactief en schijnbaar vermogen te duiden.

LPD 52 De leerlingen verklaren het belang van een evenwichtige belasting in een driefasen net.



LPD 53 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.

LPD 54 De leerlingen lokaliseren en diagnosticeren een defect of storing

★ Visuele en auditieve kenmerken van slijtage en defecten

Wenk: Je kan aandacht hebben voor abnormale geluiden in elektrische componenten zoals brommende transfo's, trillende contactoren ... ,voor geuren van doorbrandende verbindingen en componenten.

LPD 55 De leerlingen herstellen defecte elementen in een elektrische installatie.

★ Verbindingstechnieken voor een residentiële, tertiaire en industriële installatie

LPD 56 De leerlingen analyseren het verband tussen druk, volume en temperatuur in een gas.

2de graad: Het concept druk (II-Ele-da LPD 33)

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

Wenk: Je kan het verband leggen met

- elektropneumatica;
- productieprocessen waarbij sturingen van druk, temperatuur of volume van toepassing zijn.

4.6 Onderhoud van een industriële elektrische installatie

Minimumdoelen, specifieke minimumdoelen of doelen die leiden naar BK

LPD 57 De leerlingen sporen een storing op in een industriële elektrische installatie en lossen de fout op.

Wenk: Storingen kunnen zich situeren op het niveau van een programmeerbare sturing zoals een PLC, frequentieomvormer, softstarter ... of een aangesloten component, toestel of machine zoals een elektromotor, relais, elektropneumatisch ventiel, afzuiginstallatie ... kan in storing gaan.

LPD 58 De leerlingen voeren onderhoudswerken uit aan industriële elektrische installaties en herstellen defecte elementen.

Wenk: Onder 'onderhoudswerken' kan je onder meer begrijpen: periodiek vervangen van schakelmechanismen, elektromotoren ...

Wenk: In school kan je gebruik maken van de stofafzuiging in de houtafdeling (ATEX-zone).

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 zoals:
 - boormachine;
 - (accu-)schroefboormachine;
 - haakse slijper en bijhorend slijpgereedschap en stofafzuiging;
 - breekhamer en bijhorende beitels;
 - afstandslaser;
 - waterpas;
 - werkbank;
 - bankschroef;
 - ladder;
 - (rol)stelling;



- persluchtinstallatie.
- Klein gereedschap zoals:
 - om borgingen te (de)monteren;
 - set schroevendraaiers;
 - set sleutels;
 - set dopsleutels;
 - soldeerbout;
 - momentsleutel;
 - momentschroevendraaier;
 - set tangen;
 - set inbussleutels;
 - slaggereedschap;
 - boren;
 - handzaag;
 - klokzagen voor volle en holle wanden;
 - ontmanteltools;
 - ontbraamgereedschap.
- Elektrisch installatiemateriaal zoals:
 - beveiligingscomponenten;
 - enkelpolige contacten;
 - dubbelpolige contacten;
 - wisselcontacten;
 - stopcontacten;
 - thermostaat;
 - dimmer;
 - draadloze schakelaar;
 - (LED-)verlichting;
 - elektromotor;
 - transformator;
 - relais;
 - contactoren;
 - impulsrelais;
 - sensoren;
 - veiligheidsrelais;
 - netwerkcomponenten: switch en toebehoren;
 - PLC;
 - frequentieomvormer;
 - softstarter;
 - installaties op zeer lage spanning;
 - componenten in functie van hernieuwbare energietechnieken;
 - draden en kabels;
 - meterkast, verdeelkast;
 - kabelwartels en bevestigingsmateriaal;
 - dozen, buizen en kanalisaties;
 - componenten van de aardingsinstallatie.
- Elektro-pneumatische materiaal zoals:

- ventielen;
 - cilinders;
 - diverse leidingen;
 - bedienings- en schakelcomponenten;
 - verzorgingseenheid.
- Informatie- en communicatiemedia:
 - simulatiesoftware;
 - programmeersoftware (PLC, domotica...).
- Meettoestellen zoals:
 - multimeter;
 - rolmeter;
 - stroomtang;
 - cosφ-meter;
 - draaiveldmeter;
 - oscilloscoop;
 - vermogenmeter;
 - isolatiemeter;
 - aardingsmeter en aardingstester;
 - warmtebeeldcamera;
 - netwerktester;
 - proefopstelling voor netstructuren.
- Beschermingsmiddelen
 - veiligheidshandschoenen;
 - materiaal voor toepassing van LOTOTO;
 - persoonlijke en collectieve beschermingsmiddelen volgens risico-analyse.

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.

- Informatie- en communicatiemedia:
 - 3D CAD-tekensoftware;
 - CAE-pakket.
- Persoonlijke en collectieve beschermingsmiddelen:
 - Veiligheidsschoenen;
 - Veiligheidsbril;
 - Gehoorbescherming;
 - Werkkledij.



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 ...
Illustreeren		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 03; BK 04
2	BK 04; BK 08; BK 15; BK a; BK b; BK d; BK q
3	BK 04; BK 06; BK o
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; BK s
10	BK 05; BK e
11	BK 05; BK e
12	SMD 06.11.01; BK 05; BK e
13	BK 19
14	BK 07; BK j
15	SMD 12.01.02; BK 07; BK c
16	BK 08
17	BK 08



18	BK 08
19	BK 02
20	BK 09
21	BK 09; BK r
22	BK 09; BK f
23	BK 12; BK k
24	BK 10
25	BK 16; BK 17
26	BK 18
27	BK 16; BK 18
28	BK l
29	BK 18; BK h
30	BK 18
31	BK 16; BK 18
32	BK 11
33	SMD 11.19.05; BK n
34	SMD 11.19.05; BK n
35	BK 11; BK n
36	BK m
37	BK 16; BK 18
38	SMD 07.09.01; SMD 11.19.06; BK 18
39	SMD 07.09.01; SMD 11.19.06; BK 18
40	SMD 07.09.01; SMD 11.19.06; BK 18
41	BK 18
42	MD 6.23
43	MD 6.23

44	SMD 11.18.08; SMD 11.19.05
45	MD 6.23; SMD 11.19.03
46	SMD 11.18.09; SMD 11.19.03; SMD 11.19.05
47	SMD 11.19.03; SMD 11.19.05
48	SMD 11.19.03; SMD 11.19.05
49	SMD 11.19.05
50	SMD 11.19.04; SMD 11.19.05
51	SMD 11.19.05
52	SMD 11.19.05
53	SMD 11.18.09
54	BK 13; BK i; BK p
55	BK 13; BK g
56	SMD 11.18.07
57	BK 14
58	BK 15

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.
- 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-Ele-da LPD 6
SMD 06.11.01	III-Ele-da LPD 12
SMD 07.09.01	III-Ele-da LPD 38, 39, 40
SMD 11.18.01	II-Ele-da LPD 15 II-EMT-da LPD 15
SMD 11.18.02	II-Ele-da LPD 16 II-EMT-da LPD 17
SMD 11.18.03	II-Ele-da LPD 14 II-EMT-da LPD 14
SMD 11.18.04	II-Ele-da LPD 17 II-EMT-da LPD 19
SMD 11.18.05	II-Ele-da LPD 19 II-EMT-da LPD 21
SMD 11.18.06	II-Ele-da LPD 23 II-EMT-da LPD 29
SMD 11.18.07	III-Ele-da LPD 56
SMD 11.18.08	III-Ele-da LPD 44
SMD 11.18.09	III-Ele-da LPD 46, 53
SMD 11.19.01	II-Ele-da LPD 25 II-EMT-da LPD 31
SMD 11.19.02	II-Ele-da LPD 26 II-EMT-da LPD 32
SMD 11.19.03	III-Ele-da LPD 45-48
SMD 11.19.04	III-Ele-da LPD 50
SMD 11.19.05	III-Ele-da LPD 33, 34, 44, 46-52
SMD 11.19.06	III-Ele-da LPD 38-40
SMD 12.01.01	III-Ele-da LPD 8
SMD 12.01.02	III-Ele-da LPD 15

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 elektrische schema's, installatieschema's (residentieel, tertiair en industriële installaties) en technische dossiers.
6. De leerlingen werken op hoogte volgens de veiligheidsregels (ladder, rolsteiger).
7. De leerlingen gebruiken gepaste machines, gereedschappen en meetinstrumenten.
8. De leerlingen voeren voorbereidende werkzaamheden uit met inbegrip van van de planning en de nodige veiligheidsmaatregelen.
9. De leerlingen monteren en plaatsen leidingen, buizen, kanalisaties en verschillende soorten aansluitdozen met inbegrip het uitzetten van leidingtracés volgens instructie, het realiseren en afwerken van sleuven en holtes, het leggen van buizen en draden, het plaatsen en bevestigen van dozen.
10. De leerlingen trekken draden of kabels voor de verschillende stroomkringen in elektrische installaties voor het aansluiten van diverse toestellen.
11. De leerlingen plaatsen het aardingssysteem en sluiten het aan.
12. De leerlingen leggen afgeschermdde kabels en sluiten ze aan.
13. De leerlingen stellen een diagnose aan een residentiële of tertiaire installatie en herstellen de defecte elementen.
14. De leerlingen sporen storingen op in een industriële elektrische installatie en lossen fouten op.
15. De leerlingen voeren onderhoudswerken uit aan industriële installaties en herstellen de defecte elementen met inbegrip van de veiligheidsmaatregelen in ATEX-zones.
16. De leerlingen stellen een residentiële of tertiaire installatie in werking en voeren controles uit met inbegrip van het plaatsen, monteren en aansluiten van verdeelborden, vermogen of stuurborden, materiaal voor laagspanning.
17. De leerlingen monteren en plaatsen installaties op zeer lage spanning (telefonie, informatica, brandalarmen...).
18. De leerlingen stellen een industriële elektrische installatie in werking met inbegrip van het bevestigen, plaatsen, bedraden, monteren en aansluiten van verdeelborden, vermogen of stuurborden, materiaal voor mono- en driefasige spanning (industriële schakelaars, lastscheidingschakelaar, vermogensschakelaar...), elektromotoren, machines, (elektro-)pneumatische componenten, PLC's en sensoren.
19. De leerlingen lichten complexe technische problemen toe aan een deskundige.

Aanvullende onderliggende kennis

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

- a. Veiligheids-, milieu- en kwaliteitsnormen: BA4/BA5, PBM's, CBM's bij werkzaamheden onder spanning, kennis van de grenzen van bevoegdheden, de gouden 8, ...
- b. Specifieke risico's van asbest, kwarts- en houtstof en andere gevaarlijke producten.
- c. Meet- en controletechnieken met betrekking tot een residentiële, tertiaire en industriële installatie
- d. Toepassing van het AREI
- e. Symbolen op schema's
- f. Verbindings-, montage- en demontagetechnieken
- g. Herstel- en verbindingstechnieken van een residentiële, tertiaire en industriële installatie
- h. Werkingsprincipes van installatiecomponenten, elektromotoren, stuur- en regelsystemen: elektrisch (huishoudelijk en niet-huishoudelijk), elektronisch, (elektro-)pneumatisch
- i. Diagnosetechnieken voor foutenanalyse
- j. Gereedschappen (manueel, elektrisch, elektropneumatisch) en materialen met inbegrip van veiligheidsinstructiekaarten, onderhoudstechnieken en -procedures van gereedschappen en materialen
- k. Types bekabeling
- l. Richtlijnen van de distributiebeheerder voor het plaatsen van een meterkast.
- m. Aansluitingen voor hernieuwbare energietechnieken
- n. Kennis van de verschillende netten (TT, IT, TN ...)
- o. Risico's en veiligheidsmaatregelen bij het werken op hoogte (ladder, rolsteiger en hoogwerker)
- p. Visuele en auditieve kenmerken van slijtage en defecten

- q. Atexrichtlijnen
- r. Kennis van opvoegmethodes en sleuven
- s. Energieprestatie van gebouwen



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	5
1.5	Opbouw van leerplannen.....	6
2	Situering	7
2.1	Samenhang in de derde graad	7
2.1.1	Samenhang binnen de studierichting Elektrotechnieken	7
2.1.2	Samenhang over de finaliteiten heen	7
2.2	Plaats in de lessentabel.....	7
3	Pedagogisch-didactische duiding	8
3.1	Elektrotechnieken 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
4	Leerplandoelen	13
4.1	Kwaliteitsvol en veilig handelen	13
4.2	Ontwerpen en ontwikkelen in STEM.....	15
4.3	Vorbereiding en opvolging.....	18
4.4	Elektrotechnische realisatie	18
4.4.1	Leidingstracés en elektrische componenten.....	18
4.4.2	Aardingssysteem, equipotentiaalverbinding, beveiligingscomponenten	21
4.4.3	Hernieuwbare energie	22
4.4.4	Stellen een elektrische installatie in werking.....	23
4.5	Diagnosticeren een defect of storing	24
4.6	Onderhoud van een industriële elektrische installatie	26

5	Basisuitrusting	27
5.1	Infrastructuur	27
5.2	Materiaal, toestellen, machines en gereedschappen	27
5.3	Materiaal en gereedschappen waarover elke leerling moet beschikken.....	29
6	Glossarium.....	30
7	Concordantie	31
7.1	Concordantietabel.....	31
7.2	Minimumdoelen basisvorming	33
7.3	Specifieke minimumdoelen.....	34
7.4	Concordantietabel van SMD naar LPD	35
7.5	Doelen die leiden naar één of meer beroepskwalificaties.....	35

ONTWERP