

**Informatica- en  
communicatiewetenschappen B+S**  
3de graad D-finaliteit  
III-InCo-d

BRUSSEL

D/2024/13.758/200

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 lesuren ...).

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

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

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

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

## 1.2 De vormingscirkel – de opdracht van secundair onderwijs

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

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



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

- De kwetsbaarheid van leerlingen ernstig nemen betekent dat elke leerling **beloftevol** is en alle leerkansen verdient. Die leerling is **uniek als persoon** maar ook **verbonden** met de klas, de school en de bredere samenleving. Scholen zijn **gastvrije plaatsen** waar leerlingen en leraren elkaar ontmoeten in diverse contexten. De leraar vormt zijn leerlingen vanuit een **genereuze** attitude, hij geeft om zijn leerlingen en hij houdt van zijn vak. Hij durft af en toe de gebaande paden verlaten en stimuleert de **verbeelding en creativiteit** van leerlingen. Zo zaait hij door zijn onderwijs de kiemen van een hoopvolle, **meer duurzame en meer rechtvaardige wereld**.
- Leraren vormen leerlingen door middel van leerinhouden die we groeperen in negen **vormingscomponenten**. De aaneengesloten cirkel van vormingscomponenten wijst erop dat vorming een geheel is en zich niet in schijfjes laat verdelen. Je kan onmogelijk over taal spreken zonder over cultuur bezig te zijn; wetenschap en techniek hebben een band met economie, wiskunde, geschiedenis ... 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 leerkansen te bieden is [differentiëren](#) van belang in alle leerlingengroepen. Leerlingen voor wie dit leerplan is bestemd, behoren immers wel tot dezelfde doelgroep, maar bevinden zich niet noodzakelijk in dezelfde beginsituatie. Zij hebben een niet te onderschatten – maar soms sterk verschillende – bagage mee vanuit de onderliggende graad, de thuissituatie en vormen van informeel leren. Het is belangrijk om zicht te krijgen op die aanwezige kennis en vaardigheden en vanuit dat gegeven, soms gedifferentieerd, verder te bouwen. Positief en planmatig omgaan met verschillen tussen leerlingen verhoogt de motivatie, het welbevinden en de leerwinst voor elke leerling.

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

### *Differentiatie door te verdiepen en te verbreden*

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

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

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

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

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

Doordachte variatie in werkvormen (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 over de finaliteiten heen in het domein STEM

| D-finaliteit                                                                                                                                                                                                                      | D/A-finaliteit                                                                                                                                                                                                                         | A-finaliteit                                                                                   |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Ontwikkelen van wiskundig, (empirisch) informatica-, 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 (informaticawetenschappen/ 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 |
| Transfertijsgericht in ontwikkeling                                                                                                                                                                                               | Contextgericht in implementatie                                                                                                                                                                                                        | Taakgericht in concretisering                                                                  |
| Denken in functie van het concept, modelleren (prototype)                                                                                                                                                                         | Denken in functie van het proces                                                                                                                                                                                                       | Denken in functie van het product                                                              |
| Groei in complexiteit en transfert                                                                                                                                                                                                | Groei in complexiteit van processen                                                                                                                                                                                                    | Groei in verfijning van de specialisatie                                                       |

#### 2.1.2 Samenhang met andere leerplannen binnen de finaliteit in het domein STEM

Een vergelijking tussen de studierichtingen Technologische wetenschappen en engineering (D-finaliteit), Mechatronica (D-finaliteit) en Informatica en communicatiewetenschappen (D-finaliteit).

| Technologische wetenschappen en engineering                                                                                                                                                                                                                                                                              | Mechatronica                                                                                                                                                                                                                                                                            | Informatica en communicatiewetenschappen                                                                                                                                                                                                                               |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Een zeer uitgebreide set leerplandoelen Fysica met aandacht voor het modelleren en engineeren: <ul style="list-style-type: none"><li>• elektromagnetisme</li><li>• elektrodynamica</li><li>• elektronica</li><li>• mechanica</li><li>• fluidomechanica</li><li>• thermodynamica</li><li>• trillingen en golven</li></ul> | Een uitgebreide set leerplandoelen Fysica te realiseren met aandacht voor industriële toepassingen en ontwikkelingen: <ul style="list-style-type: none"><li>• elektromagnetisme</li><li>• elektrodynamica</li><li>• elektronica</li><li>• mechanica</li><li>• fluidomechanica</li></ul> | Een set leerplandoelen Fysica te realiseren met aandacht voor de hardware van sturingen en programmeereenheden: <ul style="list-style-type: none"><li>• elektromagnetisme</li><li>• elektrodynamica</li><li>• elektronica</li></ul>                                    |
| Leerplandoelen informaticawetenschappen: <ul style="list-style-type: none"><li>• algoritmen en programmeren met o.a. numerieke methodes</li></ul>                                                                                                                                                                        | Leerplandoelen informaticawetenschappen: <ul style="list-style-type: none"><li>• algoritmen en programmeren</li><li>• pakket uit datacommunicatie, computer- en netwerkarchitectuur</li></ul>                                                                                           | Een zeer uitgebreide set leerplandoelen informaticawetenschappen: <ul style="list-style-type: none"><li>• algoritmen en programmeren met o.a. numerieke methodes</li><li>• softwareontwikkeling</li><li>• datacommunicatie, computer- en netwerkarchitectuur</li></ul> |



### **2.1.3 Samenhang met het leerplan Bedrijfsondersteunende informaticawetenschappen binnen de finaliteit**

In de D-finaliteit zijn er twee studierichtingen met een focus op Informaticawetenschappen nl. Informatica- en communicatiewetenschappen in het studiedomein STEM en Bedrijfsondersteunende informaticawetenschappen in het studiedomein Economie & organisatie. In die studierichtingen wordt Informaticawetenschappen theoretisch benaderd met een aantal toepassingen met het oog op verder studeren in het hoger onderwijs. In beide studierichtingen vormt softwareontwikkeling de hoofdbrok van het lessenpakket. De context van de toepassingen, gelinkt aan het studiedomein van de studierichting, en de bijkomende onderwerpen maken er twee totaal verschillende studierichtingen van.

## **2.2 Plaats in de lessentabel**

Het leerplan is gebaseerd op minimumdoelen van de basisvorming en specifieke minimumdoelen.

Het leerplan is gericht op 12 graaduren Informaticawetenschappen en 6 graaduren Fysica en is bestemd voor de studierichting Informatica- en communicatiewetenschappen.

Binnen informaticawetenschappen gaat het grootste deel van de lestijd naar softwareontwikkeling in combinatie met algoritmiek, die twee onderdelen kunnen niet los van elkaar worden gezien. Het is nodig voldoende tijd uit te trekken om een goede basis te leggen voor de uiteindelijke realisatie van een modulaire softwareontwikkeling. Voorzie hiervoor ongeveer drie kwart van de voorziene tijd.

In de leerplandoelen “Datacommunicatie, computer- en netwerkarchitectuur” wordt de link naar de leerplandoelen Fysica gelegd. Die leerplandoelen zijn op elkaar afgestemd en veronderstellen een geïntegreerde werking.

Een evenwichtige verhouding van onderdelen Fysica, 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 maakt 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 Informatica- en communicatiewetenschappen en het vormingsconcept**

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

#### **3.1.1 Natuurwetenschappelijke en technische vorming**

Via de leerplandoelen Fysica 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, technische 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 technisch vorming wordt kennis opgebouwd vanuit een wetenschappelijke methode. Hierbij wordt het onderzoekend leren of leren onderzoeken 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 en technische systemen.

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

Via de leerplandoelen Informaticawetenschappen leren de leerlingen om problemen te ontleden en computationeel te denken. Ze leren oplossingsmethodes om te zetten naar algoritmen die door een digitaal toestel kunnen worden uitgevoerd. De technische kennis van de leerlingen wordt ingezet om verschillende digitale systemen met elkaar te laten communiceren en signalen op te vangen, te verwerken en door te sturen.

### **3.1.2 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 technische kennis te verwerven als om te communiceren. Wiskunde is ook een krachtig instrument om complexe problemen te beschrijven en op te lossen. De lessen op basis van het leerplan Informatica- en communicatiewetenschappen bieden een waaier aan opportuniteiten om de leerlingen te laten inzien hoe wiskundige technieken kunnen worden vertaald naar de computer. Welke de beperkingen en mogelijkheden zijn van de computer bij het toepassen van gekende wiskundige processen. De leerlingen kunnen op die manier dieper inzicht in en appreciatie voor wiskunde verwerven, terwijl ze hun wetenschappelijke en technische kennis verdiepen.

### **3.1.3 Maatschappelijke vorming**

Informaticawetenschappen en Fysica 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 ontwikkelingen en realisaties gevraagd die maatschappelijke uitdagingen ter harte te nemen, kritisch te reflecteren en een rol op te nemen in die innovatieve ontwikkelingen.

### **3.1.4 Creativiteit**

Software en hardware ontwikkelen is een creatief proces. Onderliggend is er kennis van algoritmen, algoritmische technieken, datastructuren, programmeertalen, componenten, protocollen ... nodig. Die kennis vormt het fundament waarop verder wordt gebouwd. Het vraagt creativiteit van de leerling om die bouwstenen te combineren tot goed werkende software of hardware. De creativiteit in de software en hardware is vaak een maatstaf voor het inzicht dat de leerlingen hebben verworven.



### 3.1.5 Duurzaamheid

De digitale wereld verandert continu, er worden voortdurend nieuwe digitale ontwikkelingen op de markt gebracht zowel hardware- als softwarematig, embedded systemen en computers ... Van leerlingen uit de richting Informatica- en communicatiewetenschappen wordt verwacht dat ze die evoluties actief opvolgen. Tevens moeten ze zich steeds bewust zijn van het gegeven dat al die ontwikkelingen ofwel grondstoffen bevatten ofwel grondstoffen onder de vorm van bv. energie ... gebruiken. Grondstoffen die eindig zijn, die nog maar beperkt in de wereld aanwezig zijn. Ze moeten zich durven vragen stellen over die ontwikkelingen en in hun ontwerpen streven naar duurzame oplossingen.

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

## 3.2 Krachtlijnen

### *Inzicht verwerven in algoritmes, algoritmische technieken, datastructuren en numerieke methodes*

Een probleem heeft meestal meerdere oplossingen. Er bestaan verschillende algoritmes om bv. te sorteren. Afhankelijk van de hoeveelheid gegevens, de gebruikte datastructuur waarmee je werkt zal het ene algoritme, die ene algoritmische techniek meer zijn aangewezen dan de andere. Leerlingen moeten bewust zijn van de verscheidenheid aan oplossingsmethodes en kritisch kiezen welk algoritme ze gaan inzetten voor de oplossing van een probleem.

Veel concrete wetenschappelijke problemen vinden een oplossing in de wiskunde. Sommige problemen in de wiskunde kunnen exact worden opgelost met behulp van een algoritme. Zulke algoritmen worden directe methoden genoemd. Toch zijn voor de meeste problemen geen directe methoden beschikbaar of kiest men er niet voor. Er wordt dan een numerieke methode uitgewerkt, een algoritme die de wiskundige oplossing zo goed mogelijk benadert. Een benadering leidt tot fouten in je oplossing. Op voorhand moet je inschatten of die fouten een invloed hebben op de oplossing van het probleem of niet.

Bij het inzetten van numerieke methodes is het belangrijk dat de leerlingen weten dat het hier meestal niet over exacte oplossingen gaat en dat er bijgevolg fouten optreden zoals afrondingsfouten of problemen omwille van eindigheid, random keuzes ... Die fouten zijn afhankelijk van de concrete toepassing verwaarloosbaar of zo groot dat er voor een andere numerieke methode moet worden gekozen.

### *Efficiënt software ontwikkelen*

Binnen Informaticawetenschappen neemt software ontwikkelen de belangrijkste plaats in en die plaats wordt steeds groter. In de belangrijkste technische ontwikkelingen van de laatste tijd speelt software een grote rol. Denk aan AI, IoT, robotica ... Het is dan ook essentieel dat de leerlingen een goede basis softwareontwikkeling krijgen. Dat ze systematisch software leren ontwikkelen en de verschillende stappen doorlopen, vertrekkend van een eigen modulair ontwerp.

Voor het implementeren wordt een object georiënteerde programmeertaal gebruikt. Dit biedt het voordeel dat functioneel bij elkaar horende elementen worden gegroepeerd in een klasse, module, functie met een duidelijk afgetekende taak. Het vereenvoudigt uitbreiding en herbruikbaarheid. Documentatie speelt hierin ook een grote rol. Een goed gedocumenteerd ontwerp en programma kan naderhand eenvoudiger worden uitgebreid en herwerkt. De leerlingen dienen voldoende aandacht te besteden aan de laatste fase: de testfase, een belangrijke fase in het softwareontwikkelingsproces. Het is essentieel om te testen of alles goed op elkaar aansluit en werkt zoals het moet werken.

Elk softwarepakket heeft een doel. Tegenwoordig wordt de informatie die door software wordt geproduceerd, gepresenteerd in de vorm van een webinterface, een (web)app ... Het is dan ook nodig dat de leerlingen de onderliggende principes hiervan beheersen.

In deze studierichting worden softwaretoepassingen ontwikkeld die aansluiten bij een technologisch, wetenschappelijke opleiding. Einddoel is een softwareontwikkeling ontwerpen voor een combinatie van verschillende computersystemen zoals een pc met een microcontroller, een smartphone ...

### ***Computersystemen en netwerksystemen analyseren***

Overal om ons heen zien we netwerken. Kleine netwerken in een thuissituatie, grote netwerken zoals Internet. Voor leerlingen in een richting Informatica- en communicatiewetenschappen is het dus essentieel dat ze de opbouw en werking hiervan doorgronden.

Computersystemen zijn een onderdeel van die netwerken. Bij computersystemen gaat het niet enkel meer over de klassieke computer, laptop en tablet maar ook smartphones en alle slimme toestellen en IoT-devices die we dagdagelijks meer en meer gebruiken. De opbouw en werking van al die toestellen is vergelijkbaar. Bij het analyseren hiervan kunnen de leerlingen terugvallen op de verworven elektroniekennis.

Computersystemen staan niet op zichzelf (standalone), zij communiceren met elkaar en vormen netwerken. Inzicht in hoe communicatie verloopt tussen computersystemen, hoe een netwerk is opgebouwd, hoe je een netwerk kunt beheren en beveiligen, vormt een essentieel onderdeel van deze studierichting. Uiteindelijk convergeert deze kennis in het bedenken van mogelijke configuraties voor computer- en netwerksystemen voor concrete problemen.

### ***Technische processen en wetenschappelijke methoden, vaardigheden, denk- en werkwijzen toepassen om betrouwbare kennis te verwerven***

De leerlingen verwerven kennis door te onderzoeken volgens een wetenschappelijke methode, te exploreren, te experimenteren, te ervaren, te handelen ... tijdens het ontwikkelen van oplossingen voor problemen.

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.

Ze verwerven daarbij inzicht in elektromagnetisme, eenfasige en driefasige wisselspanning, wisselstroomkringen en schakelingen, elektronica, éénparig cirkelvormige beweging, trillingen, golven en kernenergie.

### ***Engineeringsmethodieken aanwenden om in functie van de softwareontwikkeling hardware systemen te ontwerpen, te realiseren of aan te passen***

De leerlingen leren technische processen en hardware systemen ontwikkelen tijdens hun projecten. Ze analyseren technische (deel-)systemen en processen in functie van hun realisatie of toepassing. De leerlingen ontwerpen en realiseren met CEA-software stuur- en vermogenkringen, elektronische schakelingen met een microcontroller. Ze gebruiken teken- en simulatiesoftware en programmeren oplossingen door gebruik te maken van algoritmen, numerieke methoden en datastructuren. Zorg voor het milieu, veilig, kwaliteitsvol en ergonomisch werken vormen een rode draad doorheen de studierichting.

### ***Interacties duiden tussen wetenschappen, techniek, engineering en wiskunde en de samenleving***



Geïntegreerd 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 engineeringprojecten met toepassing van wetenschappelijke en wiskundige kennis. Ze gaan ook aan de slag in hun projecten en realisaties om een antwoord te geven op maatschappelijke uitdagingen zoals klimaat, energietransitie, duurzaamheid, ondersteunende processen bij noden ...

### 3.3 Opbouw

Het leerplan omvat volgende onderdelen:

- Informaticawetenschappen:
  - Algoritmiek
  - Efficiënt software ontwikkelen
  - Datacommunicatie, computer- en netwerkarchitectuur
    - Computersystemen
    - Datacommunicatie en netwerksystemen
- Fysica:
  - STEM-engineering
  - Elektriciteit – elektronica
    - Elektromagnetisme
    - Elektrodynamica: eenfasige en driefasige wisselspanning en -stroom
    - Elektrodynamica: wisselstroomschakelingen
    - Elektronica
  - Mechanica
  - Trillingen en golven
  - Kernenergie

### 3.4 Leerlijnen

#### 3.4.1 Samenhang met de tweede graad

In de studierichting Technologische wetenschappen van de tweede graad krijgen de leerlingen een basis programmeren aangereikt en onderliggende basisconcepten van fysica.

#### 3.4.2 Samenhang in de derde graad

Dit leerplan is gebaseerd op specifieke minimumdoelen Informaticawetenschappen die zijn gegroepeerd in een aantal onderdelen. Per studierichting is bepaald welke onderdelen aan bod komen. Verschillende studierichtingen hebben in de derde graad één of meerdere gemeenschappelijke onderdelen. De finaliteit en de context van de studierichting en de bijkomende onderdelen bepalen op welke manier de leerplandoelen gerealiseerd worden. Dit leidt tot een verschillende aanpak in de richtingen met Informaticawetenschappen.

Een aantal leerplandoelen in dit leerplan tonen verwantschap met leerplandoelen in het leerplan Applicatie- en databeheer van de D/A-finaliteit. In die studierichting worden deze leerplandoelen echter veel praktischer aangepakt in functie van het beheren en onderhouden van een computerpark in een kleine KMO. In Informatica- en communicatiewetenschappen ligt meer de nadruk op theoretische kennis.

Een aantal leerplandoelen in dit leerplan tonen verwantschap met leerplandoelen in het leerplan Industriële ICT van de D/A-finaliteit. In die studierichting worden deze leerplandoelen echter veel praktischer aangepakt in functie van het configureren en optimaliseren van een gestructureerd computernetwerk en het objectgericht programmeren van een programmeerbare sturing in een automatisatie. In Informatica- en communicatiewetenschappen ligt meer de nadruk op theoretische kennis.

Softwareontwikkeling of het maken van applicaties komt ook voor in Bedrijfsondersteunende informaticawetenschappen. De leerplandoelen worden daar gerealiseerd in een bedrijfseconomische context met gebruik van databanken. In deze studierichting worden ze uitgewerkt binnen de context STEM.

Het onderdeel algoritmiëk is ook bestemd voor een aantal domeinoverschrijdende studierichtingen en Bedrijfsondersteunende informaticawetenschappen.

### 3.5 Aandachtspunten

- Deze studierichting heeft 2 pijlers: Informaticawetenschappen en Fysica met o.a. Elektronica. Binnen de Informaticawetenschappen leggen we de link naar Elektronica. In softwareontwikkeling maken we gebruik van data die o.a. door microcontrollers wordt vergaard aan de hand van verschillende sensoren. In de microcontroller kan een eerste controle op de ingevoerde data worden uitgevoerd waarna de correcte data wordt doorgestuurd naar een programma op een pc voor verdere verwerking.  
Ook in datacommunicatie, computer- en netwerkkarchitectuur leggen we de link naar elektronica. Bij het aanleren van de opbouw en werking van computer- en netwerksystemen gebruiken we de verworven elektroniekennis.
- Het is de bedoeling van de onderdelen “Algoritmiëk” en “Efficiënt software ontwikkelen” om een goede basis te leggen waarop kan worden verder gebouwd in het hoger onderwijs. Het is dan ook aangewezen te werken met haalbare projecten die de leerlingen zelf kunnen uitwerken. Het is niet de intentie van het leerplan dat leerlingen, bij het uitwerken van hun oefeningen, op internet de nodige code zoeken en die implementeren in hun oplossing. Om de leerlingen in het hoger onderwijs slaagkansen te geven bij algoritmiëk en softwareontwikkeling moeten zij de basisoefeningen zelf uitwerken. Uiteraard mag bestaande code wel worden gebruikt als voorbeeld om uit te leren. ...  
Om de minimumdoelen te bereiken wordt de leerstof opgebouwd, startend met eenvoudige toepassingen op pc of microcontroller in het vijfde jaar waarbij de focus ligt op het juist opstellen van het algoritme en het daarbij horende programma in een gestructureerde programmeertaal. Steeds wordt vertrokken van een concreet probleem dat moet worden opgelost. In het zesde jaar schakel je over naar uitgebreidere cases waarbij de leerlingen een modulair ontwerp toepassen. De data wordt ingelezen in eigen ontworpen klassen in de datalaag waarna de leerlingen die verwerkt in de domeinlogicalaag en de resultaten toont in de presentatielaag.
- Het leerplandoel over numerieke methodes is gelinkt aan het vak Wiskunde. Wiskundige concepten aangeleerd tijdens de lessen Wiskunde worden via numerieke methodes omgezet in programmacode.
- Het is niet de bedoeling om de leerplandoelen afzonderlijk af te werken. In elke toepassing wordt normaal gezien aan één of meerdere leerplandoelen gewerkt, bv. bij het inlezen van een csv-bestand wordt de controlestructuur while gebruikt, het inlezen gebeurt in een datastructuur ... Je kan de leerplandoelen van algoritmiëk ook verwerken bij het uitwerken van de leerplandoelen softwareontwikkeling. Je kan bv. het sorteren van gegevens in een module aan bod laten komen.
- Een computersysteem is een toestel dat gegevens verwerkt, een processor bevat-en kan worden geprogrammeerd, bv. computer, laptop, tablet, smartphone maar ook slimme toestellen en microcontrollers ... De leerplandoelen in de rubriek “Datacommunicatie en netwerksystemen” worden vanuit de verschillende computersystemen benaderd. Er wordt gekeken naar gelijkenissen en verschillen.



- In het onderdeel “Datacommunicatie en netwerksystemen” worden enkel actuele bouwstenen en technologieën behandeld. Het heeft geen zin om in te gaan op verouderde componenten en technieken die niet meer worden gebruikt. Soms kan werken met iets ouder materiaal een bijdrage leveren om concepten aan te brengen maar het kan zeker geen doel op zich zijn.  
Het is belangrijk om de ontwikkelingen i.v.m. die materie op te volgen en te verwerken in de lessen. Je kan ook ingaan op toekomstige ontwikkelingen die binnen korte tijd realiteit worden.
- De onderzoekscompetentie kan worden gerealiseerd met inhouden van dit leerplan die gerelateerd zijn aan specifieke minimumdoelen. In de studierichtingen waarin dit leerplan moet worden gerealiseerd kan de onderzoekscompetentie ook aan bod komen via inhouden van andere leerplannen. Om dat duidelijk te maken wordt het leerplandoel over de onderzoekscompetentie voorafgegaan door een #. Dat geeft aan dat het leerplandoel hier aan bod kan komen, maar dat het ook kan worden gerealiseerd via andere leerplannen van het specifiek gedeelte van de studierichting. 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 25 geven we aan met welke inhouden de onderzoekscompetentie kan 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.

## 3.6 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

### 4.1 Algoritmie

Minimumdoelen, specifieke minimumdoelen of doelen die leiden naar BK

**LPD 1** De leerlingen passen een gestructureerde programmeertaal toe bij het ontwerpen van een oplossing.

★ Gebruik van softwarebibliotheken

2de graad: II-TeWe-d LPD 13: gestructureerde programmeertaal, softwarebibliotheken

Wenk: Er wordt een tekstuele programmeertaal gehanteerd. Gebruik de afspraken inherent aan de gebruikte programmeertaal. Math is in veel programmeertalen een softwarebibliotheek voor wiskundige functies.

Wenk: Je kan de leerlingen naast variabelen ook het gebruik van constanten aanleren.

Wijs hen op het belang van de gegevenstypes. Je kan delen van de code in functies laten uitwerken en zo decompositie toepassen.

Je kan de leerlingen leren om een logische en zinvolle naamgeving voor variabelen, constanten en functies te gebruiken.

Wenk: Je kan zowel toepassingen op een pc als op een microcontroller uitwerken. Het probleem dat je wil uitwerken, bepaalt het platform dat je gebruikt.

## **LPD 2 De leerlingen ontwerpen en implementeren algoritmen met datastructuren voor concrete problemen.**

Wenk: De keuze van het algoritme en de datastructuur zijn verbonden met elkaar. Het is niet nodig om alle datastructuren aan bod te laten komen. Je kan vertrekken van ééndimensionale- en meerdimensionale arrays en afhankelijk van de aangebrachte concrete problemen andere datastructuren aan bod laten komen.

Wenk: Je kan de leerlingen een concreet probleem op verschillende manieren en met verschillende datastructuren laten oplossen en dan analyseren wat de beste combinatie is voor bv. het sorteren van gegevens.

Wenk: Je kan verschillende soorten sorteeralgoritmes aanreiken en door afzonderlijke groepen leerlingen laten beoordelen, uitwerken en vergelijken met elkaar op gebied van snelheid, geheugengebruik, invloed van hoeveelheid gegevens ... Voor datastructuren kan je dezelfde methodieken hanteren.

Wenk: Het is niet nodig om elk algoritme ook effectief te programmeren. In het geval er meerdere algoritmes zijn om een probleem op te lossen, kan een voorafgaande analyse al bepalend zijn voor de uiteindelijke keuze die wordt omgezet in een programma.

## **LPD 3 De leerlingen passen algoritmische technieken toe bij het programmeren van zelf ontworpen oplossingen.**

Wenk: Mogelijke algoritmische technieken zijn: brute-force (Engels voor “brute kracht”), dynamisch programmeren, gretig (greedy), recursie, verdeel-en-heers. Het is niet nodig om alle algoritmische technieken aan bod te laten komen. Je kiest afhankelijk van het concrete probleem voor een geschikte algoritmische techniek.

Wenk: Je kan de leerlingen een concreet probleem met verschillende algoritmische technieken laten oplossen en dan analyseren wat de beste methode is, wat het verschil is in gebruik op gebied van geheugengebruik, doorlooptijd.

Wenk: Voorbeelden van eenvoudige algoritmen die zich lenen om met of zonder recursie op te lossen, zijn het bepalen van de grootste gemene deler van 2 gehele getallen, het berekenen van  $n!$  (faculteit), het opstellen van de rij van Fibonacci, voortschrijdend gemiddelde ...

## **LPD 4 De leerlingen ontwerpen oplossingen die externe gegevens in- en uitvoeren.**

Wenk: Bij invoer van en uitvoer naar externe gegevensbronnen denken we aan in- en uitvoer van gegevens die in bestanden staan (CSV-, tekst-, JSON-, XML-bestand, databank of een rekenblad). Gegevens kunnen ook worden ingevoerd of



uitgevoerd vanuit een (bestaande) externe bron bv REST API, GraphQL, een cloud database service ...

Wenk: Het is niet nodig om elk type in- of uitvoer aan bod te laten komen. Je kiest een invoer en uitvoer in overeenstemming met het probleem dat je wil oplossen.

## **LPD 5 De leerlingen lossen concrete wiskundige problemen op met behulp van numerieke methodes.**

Wenk: Het betreft wiskundige problemen vanuit verschillende toepassingsgebieden zoals bij voorkeur wetenschappen, wiskunde ...

Voorbeelden:

- nulwaarden, extrema, afgeleiden, bepaalde integralen van functies,
- matrixvermenigvuldiging, oplossen van stelsels eerste graadsvergelijkingen.

Bij voorkeur komt een numerieke methode aan bod juist nadat de leerstof binnen de wiskunde is behandeld.

Wenk: Het is niet de bedoeling dat de leerlingen complexe numerieke algoritmes zelf ontwerpen. Dit kan wel voor eenvoudige algoritmes. Bij complexere algoritmes wordt het algoritme klassikaal besproken of individueel of in groep bestudeerd. Het is belangrijk dat de leerlingen begrijpen hoe het algoritme werkt en wat de eventuele beperkingen ervan zijn zoals afrondingsfouten, eindigheid ...

Wenk: Het is niet de bedoeling dat de leerlingen die algoritmes allemaal zelf omzetten in programmacode. Veel numerieke methodes zijn al uitgewerkt in de softwarebibliotheken en vind je daar terug in de vorm van functies, procedures ... Leer de leerlingen gebruik maken van voorgeprogrammeerde numerieke algoritmes in de softwarebibliotheek en de beschikbare documentatie te raadplegen.

Wenk: Je kan een concreet probleem vanuit de lessen Wiskunde of Fysica gebruiken. Het is aan te bevelen om hiervoor samen te werken met de collega's van de andere vakken.

## **4.2 Efficiënt software ontwikkelen**

Minimumdoelen, specifieke minimumdoelen of doelen die leiden naar BK

### **LPD 6 De leerlingen maken een ontwerp voor een softwaremodule en passen daarbij de principes van objectgeoriënteerd programmeren toe.**

Wenk: Je leert de leerlingen een klassendiagram te maken met daarin de attributen en methoden van de klasse, met inbegrip van interfaces.

Wenk: -Je kan m.b.v. een grafisch model het class diagram voor het ontwerp van een softwaremodule voorstellen. Je kan dat met de hand tekenen of een softwarepakket gebruiken.

### **LPD 7 De leerlingen maken een modulair ontwerp met een 3-lagenarchitectuur voor een softwaretoepassing en passen daarbij de basisprincipes voor een goed ontwerp toe.**

Wenk: De basisprincipes voor een goed modulair ontwerp zijn: lage koppeling (low coupling), sterke cohesie (high cohesion), enkelvoudige verantwoordelijkheid (single responsibility).

Wenk: Het is zinvol om soms te vertrekken vanuit een werkend programma en daar functionaliteit of een laag (layer) aan toe te voegen of de werking aan te passen. Er wordt een nieuw ontwerp gemaakt of een bestaand ontwerp aangepast. Het is niet nodig om elk ontwerp om te zetten in een werkend programma.

## **LPD 8 De leerlingen implementeren objectgeoriënteerde softwaremodules op een manier die herbruikbaarheid ervan bevordert en samenwerking vereenvoudigt.**

Wenk: Met herbruikbaarheid wordt bedoeld dat modules op die manier worden ontwikkeld dat ze vlot kunnen worden gebruikt in of aangepast aan andere contexten.  
Leer de leerlingen een schikking te hanteren bij het maken van programma's. Het gebruik van een consequente naamgeving vereenvoudigt de herbruikbaarheid van en samenwerking van softwaremodules.  
Het toevoegen van commentaar bevordert de leesbaarheid van het programma voor jezelf en voor anderen.

Wenk: Leer de leerlingen om met versiebeheer te werken. Je kan gebruik maken van een open source dienst die Git voor versiebeheer aanbiedt bv. GitHub Classroom, AWS CodeCommit, Azure DevOps ...

Wenk: Je kan een bestaande implementatie aanpassen op basis van een verbeterd of aangepast ontwerp.

Wenk: Laat leerlingen code van andere leerlingen nalezen en/of voortbouwen op een ontwerp of implementatie van een medeleerling. Je kan leerlingen hun implementatie laten vergelijken met die van medeleerlingen.  
Je kan leerlingen het nut van commentaar laten inzien door hen een programma, zonder en met commentaar, te laten aanpassen.

## **LPD 9 De leerlingen houden bij het implementeren van softwaremodules rekening met gebruiksvriendelijkheid voor de eindgebruiker.**

Wenk: Gebruiksvriendelijkheid houdt in:

- validatie,
- foutafhandeling,
- exception handling
- ...

Wenk: Je kan de leerlingen duidelijk maken dat het belangrijk is om voldoende informatie en instructies op de gebruikersinterface (user interface) aan te brengen.

Wenk: Bij het ontwerpen van een gebruikersinterface kan je vaak al gebruiksvriendelijkheid inbouwen. Zorg voor een gebruikersinterface die zoveel mogelijk fouten tracht te voorkomen, bv. keuzerondjes i.p.v. aankruisvakjes, validatie bij invoer, invoermaskers ...



## **LPD 10 De leerlingen ontwikkelen een webinterface met hedendaagse webtechnologie.**

Wenk: Je kan een responsive webinterface maken. Een responsive website past zich aan naargelang het scherm waarop het wordt getoond. Je kan een oefening online zetten om de leerlingen te laten zien wat responsive betekent.

Wenk: De leerlingen kunnen met HTML de structuur van een webpagina opzetten en met CSS stijlelementen toevoegen aan een webpagina.

## **LPD 11 De leerlingen ontwikkelen client-side- of server-side scripts voor een modulair softwareontwerp.**

## **LPD 12 De leerlingen hanteren aanwezige hulpbronnen bij het implementeren van softwaremodules en schrijven documentatie bij eigen ontworpen softwaremodules.**

Wenk: Leer de leerlingen de mogelijke hulpbronnen bij het programmeren gericht en kritisch gebruiken: helpfunctie, programmadocumentatie (van externe modules en softwareraamwerken), automatisch aanvullen ... De basis moeten de leerlingen zonder externe hulp kunnen implementeren.

Wenk: Leer de leerlingen de mogelijke externe hulpbronnen gericht en kritisch gebruiken: helpfunctie, fora, internet ...

## **LPD 13 De leerlingen testen eigen implementaties om eventuele fouten te identificeren en verwijderen.**

Wenk: De soorten fouten zijn: logische fouten, syntaxfouten en runtimefouten.

Wenk: Het is belangrijk dat leerlingen leren om een programma voldoende en gericht te testen. Ook alle mogelijke uitzonderingen worden meegenomen in die test. Als de leerlingen naderhand wijzigingen uitvoeren aan het programma testen ze het programma opnieuw.  
Laat de leerlingen testgegevens opstellen voor ze starten met het uitwerken van hun programma.

Extra: Je kan een unit test voor een klasse maken.

## **LPD 14 De leerlingen debuggen eigen implementaties om de bronnen van eventuele fouten op te sporen.**

Wenk: Je kan de debugger op meerdere manieren inzetten voor het opsporen van de bronnen van fouten: stap voor stap doorlopen, gegevens onderzoeken, voorwaarden controleren afhankelijk van de waarde van variabelen, breekpunten (breakpoints) plaatsen ...

## **4.3 Datacommunicatie, computer- en netwerkachitectuur**

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

### 4.3.1 Computersystemen

#### LPD 15 De leerlingen lichten de werking en de samenwerking toe van de componenten van een computersysteem.

Wenk: Belangrijk is inzicht te creëren in wat een processor is en wat een processor doet. Hiertoe ga je in op het gegevenstransport tussen de verschillende componenten: processor, bussen, geheugen. Je geeft de belangrijkste componenten van een processor en hun samenhang schematisch weer: stuurorgaan, rekenorgaan, enkele registers, klok, cachegeheugen.

Wenk: Je kan de belangrijkste stappen bij de verwerking van eenvoudige instructies, nl. halen, interpreteren en uitvoeren, beschrijven en de functie van de klok daarbij toelichten. Het is niet de bedoeling om hier diep op in te gaan maar de leerlingen moeten inzicht krijgen in hoe de processor een instructie verwerkt.

Wenk: Je kan de soorten intern geheugen van verschillende computersystemen en hun werking toelichten: werkgeheugen, cachegeheugen, programmeergeheugen, datageheugen.

Wenk: Je kan de verschillende vormen van invoer, externe opslag en uitvoer toelichten.

#### LPD 16 De leerlingen ontwerpen een configuratie van een computersysteem op basis van gestelde eisen.

Wenk: De configuratie omvat afwegingen over connectiviteit, geheugen, snelheid van gegevensverwerking (processor), input en output, eventuele opslag. Het is niet de bedoeling dat de leerling fysiek een configuratie realiseren. Op basis van de gestelde eisen en hun kennis van de bouwstenen maken de leerlingen een ontwerp, voorstel voor een computersysteem. Het is niet nodig om in de configuratie de specifieke componenten allemaal te benoemen. Het kan over grootordes gaan bv. minimaal zoveel geheugen, snelheid van gegevens-transport ... Het is belangrijk dat leerlingen beseffen dat ze niet mogen overdimensioneren en rekening houden met de kosten/baten.

Wenk: Je kan ook een cloudplatform of een virtueel systeem samenstellen.

Wenk: Je kan dit leerplandoel in samenhang met leerplandoel 43 behandelen waarin de configuratie fysiek wordt samengesteld. In het kader van programmerioefeningen kunnen ook fysieke configuraties worden samengesteld.

Wenk: Je kan vragen aan de leerlingen om op de hoogte te blijven van nieuwe ontwikkelingen op gebied van computersystemen.

Wenk: Je kan een configuratie voor een nieuw computersysteem maken of een bestaand computersysteem analyseren en aanpassen.

### 4.3.2 Datacommunicatie en netwerksystemen

#### LPD 17 De leerlingen lichten de opbouw en de werking toe van datacommunicatie en van een netwerk met zijn componenten en transportmedia.

Wenk: Het is belangrijk dat de leerlingen Inzicht krijgen in het OSI-referentiemodel. Alles



vertrekt van hieruit. Er worden meerdere communicatieprotocollen besproken, telkens komt het principe en de specifieke implementatie ervan aan bod. Bij adressering wordt zeker ingegaan op IP-adressering en subnetting voor IPv4 en IPv6. Enkel actuele netwerkcomponenten worden besproken.

Wenk: Je kan volgende communicatieprotocollen aan bod laten komen: TCP/IP, seriële communicatie tussen controllers of tussen controllers en sensoren of actuatoren (I2C, SPI, Asynchroon), communicatie tussen controllers en computersystemen (USB, Bluetooth, Wifi, Lora, 4G, 5G ...).

## **LPD 18 De leerlingen ontwerpen een configuratie van een netwerksysteem op basis van gestelde eisen.**

Wenk: Het is niet de bedoeling dat de leerlingen fysiek een grote configuratie realiseren. Een klein netwerk kan altijd worden uitgebouwd. Op basis van de gestelde eisen en hun kennis van de bouwstenen maken de leerlingen een ontwerp, voorstel voor een netwerksysteem met alle nodige componenten voor een netwerk zoals een thuisnetwerk, een klein bedrijfsnetwerk, een kmo-netwerk. Voor het uitwerken van softwaremodules zal een fysieke configuratie met de nodige microcontrollers, sensoren, actuatoren, pc's ... wel worden gerealiseerd.

Wenk: Je kan een packet tracer of simulatiesoftware gebruiken om een ontwerp te realiseren.  
Een logic analyser, oscilloscoop zijn zinvolle meetinstrumenten om de netwerkdata te meten.

Wenk: Je kan een netwerk opzetten door twee microcontrollers met elkaar te laten communiceren. Belangrijk is dat leerlingen ook een configuratie voor een LAN kunnen ontwerpen.

## **LPD 19 De leerlingen beheren een computernetwerk.**

Wenk: Beheren van een computernetwerk houdt in:

- toegangs- en gebruikersrechten,
- gebruikersprofielen,
- bronnen,
- DNS,
- DHCP,
- shells scripting,
- ...

Wenk: Je kan een aantal groepen en gebruikers toevoegen via een script of een aantal gebruikers in éénmaal rechten geven op een gedeelde map.

Wenk: Je kan naast DNS en DHCP ook een webserver opzetten.

## **LPD 20 De leerlingen lichten de oorzaken van dataverlies bij transport toe en reiken oplossingen aan.**

Wenk: Je kan verschillende methoden van foutdetectie en -correctie toelichten onder meer pariteitbit, cyclic redundantie check (CRC) ...

## **LPD 21 De leerlingen lichten het belang van encryptie toe en passen het toe in een netwerk.**

Wenk: Je kan verschillende soorten encryptie en toepassingsgebieden van encryptie bespreken.

## **LPD 22 De leerlingen beveiligen een computernetwerk.**

Wenk: Een computersysteem maakt deel uit van een netwerksysteem. Dit doel omvat dus ook het beveiligen van een computersysteem. Behandel ook de gevolgen van een slechte beveiliging van computer- en netwerksystemen. Enkel actuele beveiligingsrisico's en oplossingen worden besproken.

Wenk: Je kan een computernetwerk op meerdere manieren beveiligen:

- virusbescherming, firewall;
- afscherming van poorten;
- e-mailfiltering en anti-spam;
- anti-spywaretools;
- two-factor authenticatie;
- ...

Wenk: Je kan het principe van NAT (Network Address Translation) uitleggen.

## **4.4 STEM-engineering**

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

## **LPD 23 De leerlingen lossen fysische problemen met of zonder formularium op.**

2de graad: Formularium gebruiken (II-TeWe-d LPD 1).

Wenk: Het is belangrijk dat leerlingen een formularium leren gebruiken om fysische problemen op te lossen. Daarnaast kan parate kennis van basisformules helpen om vlot problemen op te lossen.

Wenk: Je kan afspraken maken rond te kennen basisformules en een formularium laten groeien doorheen de lespraktijk. Je kan leerlingen ook betrekken bij het opstellen van een formularium.

## **LPD 24 De leerlingen werken op een veilige en duurzame manier met materialen, stoffen, organismen en technische systemen.**

**Samenhang derde graad:** veilig en duurzaam werken: III-BiCh-d LPD 1S

2de graad: Veilige en duurzame werken (II-TeWe-d LPD 2).

Wenk: Je kan aandacht besteden aan geïnformeerd werken door gebruik van informatie zoals veiligheids- en machine-instructiekaarten voor technische systemen, pictogrammen, H/P-zinnen, symbolen, onderhoudsvoorschriften, handleidingen, schema's en (werk)tekeningen.

Je gebruikt als leraar de COS-brochure om op een verantwoorde en veilige manier om te gaan met chemische stoffen op school in een aangepaste labo-omgeving



afgestemd op de leerlingengroep en de uit te voeren handelingen.

Wenk: Voorbeelden van goede praktijk

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

## **LPD 25 # De leerlingen doorlopen een onderzoekscyclus in samenhang met specifieke inhouden van dit leerplan.**

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

Duiding: Specifieke inhouden Fysica: elektromagnetisme, elektrodynamica, elektronica, wetten van Newton, trillingen en golven.

Wenk: Bij fasen in een onderzoekscyclus kan je denken aan: 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 en de rubriek “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 doelen 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 26, 27, 28.

## **LPD 26 De leerlingen voeren onderzoek aan de hand van een wetenschappelijke methode om kennis te ontwikkelen en vragen te beantwoorden.**

2de graad: Onderzoek voeren (II-TeWe-d LPD 3).

Wenk: Relevante deelvaardigheden die aan bod kunnen komen bij het uitvoeren van onderzoek zijn:

- vanuit criteria een onderzoeksvraag formuleren;
- een beredeneerde hypothese formuleren;
- opstellen van een onderzoeksplan;
- waarnemen en verzamelen van data;
- analyseren van data en conclusies trekken;
- een hypothese aftoetsen en een antwoord formuleren op een onderzoeksvraag;
- reflecteren en communiceren over de gekozen methodologie en resultaten.

Wenk: In de realisatie van dit leerplandoel is het belangrijk dat leerlingen inzicht ontwikkelen in de manier waarop betrouwbare kennis ontstaat en hoe

wetenschappelijke methoden daar kunnen toe bijdragen door die zelf eens uit te voeren in onderzoeksactiviteiten. Die kunnen worden beperkt in complexiteit of kunnen sterk begeleid worden.

Het is niet de bedoeling alle deelvaardigheden in te oefenen bij elk onderzoek. Ze kunnen ook aan bod komen bij demonstratie-experimenten of simulaties. De meertalige onderzoeksvaardigheden kunnen aan bod komen in een onderwijsleergesprek.

Je kan het onderzoek gebruiken om tijdens een ontwerp of proces onderbouwde keuzes te maken (evidence based).

Wenk: Mogelijke voorbeelden van onderzoeksoopdrachten:

- een herhalend defect analyseren om onderdelen te versterken, anders op te bouwen...;
- historiek van meetwaarden bestuderen om toename van wrijving, breuk van onderdelen te voorspellen;
- het verband tussen stroomsterkte en magnetisch veld...

Wenk: Goede observaties waarin een aantal variabelen kunnen worden onderscheiden geven vaak spontaan aanleiding tot interessante onderzoeksvragen.

Je kan gebruik maken van criteria. Voorbeelden van criteria voor een onderzoeksvraag en hypothese: onderzoekbaar, ondubbelzinnig, afgebakend, relevant, beknopt. Voorbeelden van criteria voor conclusies: onderzoeksgebaseerd, bondig, relevant, eenduidig, gestructureerd.

## **LPD 27 De leerlingen engineeren een oplossing voor een probleem door STEM-disciplines geïntegreerd toe te passen.**

- ★ Interactie tussen onderzoeken en ontwikkelen  
Modelleren

**Samenhang derde graad:** een oplossing ontwerpen (III-WisS'-d LPD 2)

2de graad: Een oplossing engineeren (II-TeWe-d LPD 4).

Wenk: Relevante probleemoplossende strategieën die aan bod kunnen komen zijn:

- analyseren en definiëren van het probleem;
- bepalen van criteria voor de oplossing, identificeren van eventuele deelproblemen;
- bedenken van mogelijke (deel)oplossingen;
- selecteren, uitwerken en integreren van (deel)oplossingen;
- testen, evalueren en bijsturen van de oplossing.

Wenk: Je kan een informatierijke omgeving voorzien waarin leerlingen vlot inspiratie kunnen verzamelen. Het is ook waardevol om tussentijdse resultaten te bespreken. Leerlingen kunnen hierbij ook feedback aan elkaar geven. Je kan aandacht besteden aan het beargumenteren van keuzes bij het ontwerpen van een oplossing. Leerlingen kunnen evenwel ook op andere manieren hun denkproces illustreren: door foto's te nemen van deeloplossingen, documentatie te verzamelen, tekeningen, schema's, een eenvoudige berekening, een proefmodel samen te stellen ...

Wenk: Voorbeelden van criteria om een geschikte oplossingsstrategie te bepalen:



doelstellingen, beschikbaarheid van gegevens, tijd of middelen. Gebruik van stappenplannen of algoritmen zoals geconcretiseerd in een diagram (flowchart of stroomschema) van een werkwijze of proces. Ook in Wiskunde kunnen stappenplannen (algoritmen) en zoekstrategieën (heuristieken) aan bod komen bij het oplossen van problemen.

## **LPD 28 De leerlingen analyseren de wisselwerking tussen wetenschappen, technologie, wiskunde en de maatschappij aan de hand van maatschappelijke uitdagingen.**

**Samenhang derde graad:** wisselwerking wetenschappen, technologie, wiskunde en maatschappij: III-WisS'-d LPD 1, III-BiCh-d LPD 2S

2de graad: Wisselwerking tussen wetenschappen, technologie, wiskunde en de maatschappij (II-TeWe-d LPD 5).

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

Contexten, maatschappelijke behoeften en maatschappelijke keuzes zoals hernieuwbare energie, zorg en gezondheid, watervoorziening, mobiliteit, leefbare en duurzame steden of oceaansvervuiling kunnen aan bod komen.

Analyse van een concrete maatschappelijke uitdaging gebeurt best vanuit meerdere invalshoeken (multiperspectiviteit). Het is zinvol om de link te leggen naar duurzame ontwikkelingsdoelen geformuleerd door de Verenigde Naties (SDG's- Sustainable Development Goals).

Wenk: Een historische of artistieke evolutie als casus kan de wisselwerking tussen wiskunde, wetenschappen, technologie en artistieke vormgeving verhelderen en die laten zien als culturele of artistieke ontwikkeling. Ook een bezoek aan een bedrijf, onderzoeksinstituut of vereniging kan een casus aanbrengen die relaties tussen de samenleving en 'onderzoek en ontwikkeling' verheldert.

Wenk: Je kan de integratie van economische aspecten tijdens het engineeringproject aanhalen.

## **LPD 29 De leerlingen gebruiken met de nodige nauwkeurigheid meetinstrumenten en hulpmiddelen.**

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

2de graad: Gebruiken meetinstrumenten en hulpmiddelen (II-TeWe-d LPD 6).

Wenk: Je kan gebruik maken van een voorvoegsel zoals milli-, micro-, kilo-, mega- ... bij het werken met machten van 10.

Wenk: Je kan de controlemeting koppelen aan de voorschriften (maatvoering in het ontwerp, normen, toleranties, toegelaten spanningen, toegelaten drukken ...)

## 4.5 Elektriciteit – elektronica

### 4.5.1 Elektromagnetisme

Minimumdoelen, specifieke minimumdoelen of doelen die leiden naar BK

#### LPD 30 De leerlingen analyseren en kwantificeren magnetische krachtwerking en leggen het verband met de eigenschappen van elektrische krachtwerking.

2de graad: Elektrische krachtwerking (II-TeWe-d LPD 7).

Wenk: Je kan de analyse starten met een proefje om de (omgekeerd) evenredigheden en de eventuele andere verbanden vast te stellen.

Je kan aantonen dat gelijke ladingen elkaar afstoten en tegengestelde lading elkaar aantrekken.

Wenk: De krachtwerking van een magnetisch veld kan je kwantificeren met de wet van Coulomb. Hierbij kan de gelijkenis met de elektrische krachtwerking worden geduid. Je kan uitleggen dat een magnetisch veld een veldsterkte bevat en een vectorieel karakter heeft.

Wenk: Je kan onderzoeken dat magnetisme zich beperkt tot Fe, Ni en Co en een aantal legeringen (zoals alnico, legering met neodymium...) en keramische materialen zoals ferieten.

#### LPD 31 De leerlingen verklaren toepassingen met permanente magneten, elektromagneten en elektromagnetische inductie in een technisch systeem.

Wenk: Je kan de leerlingen voorbeelden van technische systemen met permanente en elektromagneten laten bespreken: generator, elektromotor, stappenmotor, borstelloze DC-motor, relais, inductieve sensor, MRI-scanner ...

#### LPD 32 De leerlingen analyseren en kwantificeren het magnetisch veld en bespreken het veldlijnenpatroon bij een stroomvoerende rechte geleider.

Wenk: Je kan de verschillen tussen magnetische veldsterkte, flux en fluxdichtheid onder de aandacht brengen. Je kan duiden dat magnetische inductie een richting en zin heeft en zo een vectoriële grootheid is.

#### LPD 33 De leerlingen analyseren en kwantificeren het magnetisch veld en bespreken het veldlijnenpatroon bij een stroomvoerende spoel.

Wenk: Je kan in de analyse het gebruik van magnetische materialen als kernmateriaal in een stroomvoerende spoel en bijhorende hysteresis duiden dat magnetische inductie een richting en zin heeft en zo een vectoriële grootheid is.

#### LPD 34 De leerlingen verklaren het ontstaan van een Lorentzkracht op een bewegende lading in een magnetisch veld.

Wenk: Je kan hierbij aangeven dat de Lorentzkracht de totale elektromagnetische kracht



op een lading beschrijft als som van de elektrische en de magnetische kracht.  
Je kan aangeven dat de elektrische en magnetische krachten aanwezig zijn in hall-sensoren, maglev-trein, deeltjesversnellers, kathodestraalbuis ...

**LPD 35 De leerlingen analyseren en kwantificeren het ontstaan van een Lorentzkracht op een stroomvoerende rechte geleider in een magnetisch veld.**

Wenk: Je kan de werking van een elektromotor onder de aandacht brengen en het verband tussen stroomsterkte en Lorentzkracht aantonen door de stroom te meten in een elektromotor bij nullast en met belasting.  
Je kan de Lorentzkracht tussen 2 stroomvoerende geleiders bespreken zoals de relatie met de sterkte van bevestiging van die geleiders of het uit elkaar duwen ervan bij kortsluitstromen in een kabel.

**LPD 36 De leerlingen analyseren en kwantificeren elektromagnetische inductie aan de hand van de wet van Faraday en de wet van Lenz.**

Wenk: Je kan de nood om een zelfinductiespanning af te vlakken (vrijloopdiode) onder de aandacht brengen.

Wenk: Je kan het ontstaan van wederzijdse inductiespanning verklaren aan de hand van de principiële werking van een onbelaste transformator.

Wenk: Het ontstaan van wervelstromen (Foucaultstromen) kan je onder de aandacht brengen, als werkingsprincipe van een magnetische rem (elektrische voertuigen, autocars), inductieplaten, ongewenste effecten door ijzerverliezen...  
Het magnetisch inductieverschijnsel vind je terug bij detectielussen (bv. aan het rode verkeerslicht, parkeergarage...).

**LPD 37 De leerlingen verklaren het opwekken van een wisselspanning.**

Wenk: Je kan gebruik maken van een draaiende rechthoekige winding in een magnetisch veld om sinusvormige wisselspanning op te wekken en de relatie te leggen met de eenparig cirkelvormige beweging en golven. Gebruik maken van educatieve applets en simulatiesoftware kunnen het opwekken van spanning onderbouwen.

Wenk: Je kan aandacht hebben voor constructieverschillen tussen een eenfasige en driefasige wisselspanningsgenerator.

## 4.5.2 Elektrodynamica: eenfasige en driefasige wisselspanning en -stroom

Minimumdoelen, specifieke minimumdoelen of doelen die leiden naar BK

**LPD 38 De leerlingen analyseren karakteristieke eigenschappen van eenfasige en driefasige wisselspanning en wisselstroom.**

**Samenhang derde graad:** goniometrische functies (III-WisS'-d LPD 15)

Wenk: Onder 'karakteristieke eigenschappen' kan je onder meer begrijpen: gemiddelde waarde, peak-to-peak-waarde, effectieve waarde, periode, frequentie, faseverschuiving ...

Je kan gebruik maken van simulatiesoftware, educatieve applets om de begripsvorming te onderbouwen.

Wenk: Je kan afspraken maken met de leraar wiskunde om de begripsvorming over het sinusoidale verloop te verdiepen.

#### **LPD 39 De leerlingen analyseren en kwantificeren het gedrag van gemengde RLC-wisselstroomschakelingen met passieve componenten in functie van frequentieafhankelijkheid, faseverschuiving en impedantie.**

Wenk: Je kan de analyse starten met een studie van de enkelvoudige wisselstroomkringen om vervolgens de RLC-ketens te bespreken. Het is belangrijk de faseverschuiving tussen spanning en stroom te benoemen in termen van voor- en na-ijlen. Door gebruik te maken van fasorendiagrammen of oscilloscoop kan de faseverschuiving visueel zichtbaar worden gemaakt.

Wenk: Je kan het ontstoren van signalen door filters onder de aandacht brengen.

Wenk: Je kan bij de leerlingen het begrip arbeidsfactor aanbrengen en oplossingen ter verbetering ervan. Je hebt aandacht voor de extra belasting (stroom) op kabels en leidingen bij een groot reactief vermogen en het gebruik van compensatiespoelen, condensatorbatterijen ...

### **4.5.3 Elektrodynamica: wisselstroomschakelingen**

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

#### **LPD 40 De leerlingen analyseren wisselstroomschakelingen aan de hand van de distributienetten: TT, IT, TN.**

Wenk: Je kan het toepassingsgebied van de verschillende netsystemen linken met de veiligheidseigenschappen ervan. Je kan de leerlingen de foutstromen laten berekenen alvorens een meting uit te voeren.

Wenk: Je kan aan de hand van een meetopstelling het belang van een goed aangesloten nulgeleider aantonen. Je hebt aandacht voor evenwichtige en onevenwichtige belasting van het net en de schakelwijze van de transformator (ster-driehoek).

#### **LPD 41 De leerlingen modelleren een stuur- en vermogenkring.**

##### **★ Wisselstroomkring**

Wenk: Bij het ontwerpen kan je gebruik maken van CAE-software en technische modellen zoals schetsen, schema's, flowcharts, werktekeningen en recepten, schaalmodellen, (digitale) 2D- en 3D-modellen, prototypes.

Wenk: Je kan het tekenen gebruiken als didactisch principe om het inzicht in bepaalde stuur- of vermogensschakeling te versterken. Je hebt aandacht voor de gebruikte symbolen, normen en afspraken.

Wenk: Je kan aandacht hebben voor functioneel tekenen: een verzameling van de componenten in een tekening of schema volgens functies in de technische installatie.



## LPD 42 De leerlingen realiseren een stuur- en vermogenkring.

- ★ Asynchrone, servo- en stappenmotor

Wenk: Je hebt aandacht voor de aanzetmethodes van motoren. Je kan hierbij gebruik maken van een programmeerbare sturing zoals een PLC, frequentieomvormer, softstarter...

Wenk: Je kan gebruik maken van didactische systemen bij de realisatie.

### 4.5.4 Elektronica

Minimumdoelen, specifieke minimumdoelen of doelen die leiden naar BK

## LPD 43 De leerlingen modelleren en realiseren een elektronische schakeling als input/output-interface voor een microcontroller of PLC.

- ★ Gedrag van elektronische componenten  
Principe van AD- en DA-conversie  
Principe van communicatie

2de graad: Realiseren een elektronische schakeling (II-TeWe-d LPD 12).

Wenk: Bij het ontwerpen kan je gebruik maken van technische modellen zoals schetsen, schema's, flowcharts, werktekeningen en recepten, schaalmodellen, (digitale) 2D- en 3D-modellen, prototypes.

Wenk: Onder 'principe van communicatie' kan je onder meer begrijpen: buscommunicatie, IoT, IO-link, ethernet ...

Wenk: Je hebt aandacht voor de opbouw en principiële werking van een microcontroller of PLC en voor de principiële werking van een input/output-interface: optocoupler, transistor als schakelaar, buffer, versterker, ADC-DAC ...

Wenk: Je kan het tekenen gebruiken als didactisch principe om het inzicht in bepaalde elektronische schakeling te versterken. Je kan hierbij gebruiken maken van CAE-software en aandacht hebben voor de gebruikte symbolen, normen en afspraken.

## 4.6 Mechanica

Minimumdoelen, specifieke minimumdoelen of doelen die leiden naar BK

## LPD 44 De leerlingen verklaren het effect van inwerkende krachten op de bewegingsverandering van een systeem in één en twee dimensies aan de hand van de drie wetten van Newton.

2de graad: Verandering in bewegingstoestand (II-TeWe-d LPD 15).  
Eendimensionale bewegingen met constante versnelling (II-TeWe-d LPD 19).

Wenk: Het leerplandoel kan je theoretisch behandelen of in samenhang met een engineeringsproject in een studierichting informatica en communicatiewetenschappen.

## 4.7 Trillingen en golven

Minimumdoelen, specifieke minimumdoelen of doelen die leiden naar BK

### LPD 45 De leerlingen verklaren fenomenen of toepassingen van trillingen en golven met inbegrip van geluid, de decibelschaal en het elektromagnetisch spectrum.

- ★ Kenmerken van een harmonische trilling  
Verband tussen frequentie, golflengte en golfsnelheid  
Golf als energietransport

**Samenhang derde graad:** goniometrische functies (III-WisS'-d LPD 15)

Wenk: Onder 'fenomenen en toepassingen' kan je onder meer begrijpen: werking van sensoren, warmtebeelden, communicatiesystemen ...

Wenk: Je kan het verband leggen tussen ECB en een harmonische trilling, een applet kan hierbij ondersteunend zijn.

Wenk: Je kan aandacht hebben voor gedempte trillingen, voor transversale en longitudinale golven, mechanische (zoals geluidsgolven) en elektromagnetische golven.

Wenk: Het leerplandoel kan je theoretisch behandelen of in samenhang met een engineeringsproject in een studierichting informatica en communicatiewetenschappen.

## 4.8 Kernenergie

Minimumdoelen, specifieke minimumdoelen of doelen die leiden naar BK

### LPD 46 De leerlingen beschrijven kernfusie en kernsplitsing in het kader van energievoorziening en bijbehorende veiligheidsaspecten.

2de graad: Een atoommodel (II-TeWe-d LPD 35).  
Relatieve en absolute massa (II-TeWe-d LPD 36).

Wenk: Je kan wijzen op het vrijkomen van energie bij het samenvoegen van lichte kernen en splitsen van zware kernen. Je kan ingaan op de problematiek van de langetermijnberging van radioactief afval en het verschil tussen hoog- en laagradioactief afval kan aan bod komen.

Wenk: Je kan de werking van een kerncentrale bespreken met aandacht voor veiligheids- en regelsystemen. Je kan risico's (bijv. kettingreactie) illustreren aan de hand van gekende nucleaire ongevallen. Je kan aangeven dat een kerncentrale voorziet in een gecentraliseerde productie van veel elektriciteit waarbij nauwelijks CO<sub>2</sub> vrijkomt, de belangrijkste oorzaak van de huidige klimaatverandering.

### LPD 47 De leerlingen lichten het spontaan radioactief verval van isotopen toe en de effecten van de vrijgekomen ioniserende straling op organismen.

**Samenhang derde graad:** exponentiële functies (III-WisS'-d LPD 10)



Wenk: Je kan aangeven dat radioactief verval een spontaan proces is. Je kan dit op een nuclidekaart weergeven. Instabiele kernen gaan spontaan vervallen en zenden hierbij ioniserende straling uit: deeltjes (alfa, bèta-straling) en hoogenergetische EM-straling (gammastraling).

Wenk: Je kan aandacht hebben voor de schadelijke effecten van ioniserende straling. Je kan aangeven dat ioniserende straling van nature aanwezig is in ons leefmilieu. Je kan de bijdragen van de verschillende bronnen aan de jaarlijkse gemiddelde blootstelling van mensen aan ioniserende straling met elkaar vergelijken en bespreken.

Je kan wijzen op het verschil tussen bestraling (stalingsenergie absorberen vanop een afstand en buiten het lichaam) en besmetting (fysiek contact met een radioactieve stof, inwendig of uitwendig).

Wenk: Voorbeelden van toepassingen die aan bod kunnen komen: gebruik van radionucliden in geneeskunde (radiodiagnose zoals PET-scan, SPECT-scan, tracers, radiotherapie...), steriel maken van materialen, conserveren van voeding, bij detectie van slijtage van machineonderdelen, bij de controle van lasnaden en bij diktemetingen.

## 5 Lexicon

Het lexicon bevat een verduidelijking bij begrippen die in het leerplan worden gebruikt. Die verduidelijking gebeurt enkel ten behoeve van de leraar.

### 3-lagen architectuur

De 3-lagen architectuur bestaat uit de volgende drie lagen: data laag (persistentie-laag), domein-logica (business-logica), presentatielaag (User Interface).

### Datastructuren

De volgende datastructuren kunnen worden geïmplementeerd: ééndimensionale- en meerdimensionale arrays, lijst (list), stapel (stack), wachtrij (queue), hashtable (hashtable), boom en graaf.

De meeste datastructuren zijn varianten van arrays. De manier waarop de array wordt benaderd of geïmplementeerd, bepaalt welke datastructuur het juist is. Hierbij wordt de datastructuur ofwel aangesproken via een index of via een sleutel.

### Gestructureerde programmeertaal

Een gestructureerde programmeertaal maakt gebruik van controlestructuren, blokstructuren, functies ... De controlestructuren zijn: opeenvolging (sequentie), keuze (selectie), herhaling (iteratie).

### Principes objectoriëntatie

De principes van objectoriëntatie zijn: abstractie, inkapseling (encapsulation), overerving (inheritance) en polymorfisme (polymorphism).

Het lexicon bevat een verduidelijking bij de begrippen die in het leerplan worden gebruikt. Die verduidelijking gebeurt enkel ten behoeve van de leraar.

## 6 Basisuitrusting

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

Om de leerplandoelen te realiseren dient de school minimaal de hierna beschreven infrastructuur en materiële en didactische uitrusting ter beschikking te stellen die beantwoordt aan de reglementaire eisen op het vlak van veiligheid, gezondheid, hygiëne, ergonomie en milieu. 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.

### 6.1 Infrastructuur

Een leslokaal

- dat qua grootte, akoestiek en inrichting geschikt is om communicatieve werkvormen te organiseren;
- met een (draagbare) computer waarop de nodige software en audiovisueel materiaal kwaliteitsvol werkt en die met internet verbonden is;
- met de mogelijkheid om (bewegend beeld) kwaliteitsvol te projecteren;
- met de mogelijkheid om geluid kwaliteitsvol weer te geven;
- met de mogelijkheid om draadloos internet te raadplegen met een aanvaardbare snelheid.

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.

### 6.2 Materiaal, toestellen, machines en gereedschappen

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

- universeel plug-in systeem en zijn componenten;
- meetsnoeren;
- multimeters;
- vermogensmeter;
- regelbare, begrensde voeding;
- LF-Functiegenerator;
- LF-Oscilloscoop;
- diverse kernen, spoelen en kompasnaaldjes voor doeproeven rond elektromagnetisme;
- diverse vermogensschakelaars, differentieelschakelaars, elektrisch schakelmateriaal;
- kleine elektrische schakelkastjes (Mecha);
- divers schakelmateriaal voor rechtstreeks (schakelaars, drukknoppen) en onrechtstreeks schakelen (elektromagnetische en elektromechanische schakelaars);
- diverse sensoren en actuatoren;
- meerdere plc's of microcontrollers met toebehoren en software;
- diverse actuatoren, kleine elektromotoren, (ventielen en cilinders ed. enkel TWE en Mecha);
- vermogensmeter;
- elektrische motoren (asynchrone, stappen en servomotoren);
- omvormer (zoals een temperatuurtransmitter, koppelomvormer...);



- communicatiemogelijkheden voor plc of microcontrollers;
- soldeerbout;
- diverse handgereedschappen;
- persoonlijke en collectieve beschermingsmiddelen;
- netwerkkapparatuur om een PC-netwerk op te zetten en te experimenteren;
- opstellingen en uitrustingen tot het uitvoeren van de experimenten.

## 6.3 Materiaal en gereedschappen waarover elke leerling moet beschikken

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

- pc of laptop met administratorrechten;
- de nodige actuele software, services, online platformen of servers om de leerplandoelen te realiseren;
- 3D-CAE-tekensoftware;
- simulatiesoftware.

## 7 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            |

|                         |                                |                                                                                                     |
|-------------------------|--------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 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                                                                         |

## 8 Concordantie

### 8.1 Concordantietabel

De concordantietabel geeft duidelijk aan welke leerplandoelen de minimumdoelen (MD) of specifieke minimumdoelen (SMD) realiseren.

| Leerplandoel | Specifieke minimumdoelen   |
|--------------|----------------------------|
| 1            | SMD 07.01.01               |
| 2            | SMD 07.01.01               |
| 3            | SMD 07.01.01               |
| 4            | SMD 07.01.01               |
| 5            | SMD 07.01.01               |
| 6            | SMD 07.03.01; SMD 07.03.02 |
| 7            | SMD 07.03.01               |



|    |                                  |
|----|----------------------------------|
| 8  | SMD 07.03.03                     |
| 9  | SMD 07.03.03                     |
| 10 | SMD 07.03.01; SMD 07.03.03       |
| 11 | SMD 07.03.03                     |
| 12 | SMD 07.03.03; SMD 07.03.04       |
| 13 | SMD 07.03.04                     |
| 14 | SMD 07.03.04                     |
| 15 | SMD 07.07.01                     |
| 16 | SMD 07.07.03                     |
| 17 | SMD 07.07.02                     |
| 18 | SMD 07.07.03                     |
| 19 | SMD 07.07.04                     |
| 20 | SMD 07.07.04                     |
| 21 | SMD 07.07.04                     |
| 22 | SMD 07.07.04                     |
| 23 | MD 06.36                         |
| 24 | MD 06.43                         |
| 25 | SMD 01.01.01                     |
| 26 | MD 06.44                         |
| 27 | MD 06.45; SMD 12.01.01           |
| 28 | MD 06.46                         |
| 29 | SMD 12.01.02                     |
| 30 | MD 06.37; MD 06.38; SMD 11.05.05 |
| 31 | MD 06.38; SMD 11.05.05           |
| 32 | MD 06.38; SMD 11.05.05           |
| 33 | MD 06.38; SMD 11.05.05           |

|    |                        |
|----|------------------------|
| 34 | MD 06.38; SMD 11.05.05 |
| 35 | MD 06.38; SMD 11.05.05 |
| 36 | SMD 11.05.06           |
| 37 | SMD 11.05.06           |
| 38 | SMD 11.07.03           |
| 39 | 11.07.04               |
| 40 | SMD 11.07.01           |
| 41 | SMD 11.07.02           |
| 42 | SMD 11.07.02           |
| 43 | SMD 11.08.01           |
| 44 | MD 06.39               |
| 45 | MD 06.40               |
| 46 | MD 06.41               |
| 47 | MD 06.42               |

## 8.2 Minimumdoelen basisvorming

06.36 De leerlingen lossen fysische problemen met en zonder formularium op.

Voetnoot:

Rekening houdend met concepten van de derde graad.

06.37 De leerlingen lichten eigenschappen van elektrische krachtwerking toe.

06.38 De leerlingen verklaren fenomenen of toepassingen van permanente magneten, elektromagneten en elektromagnetische inductie.

06.39 De leerlingen verklaren het effect van inwerkende krachten op de bewegingsverandering van een systeem in één en twee dimensies aan de hand van de drie wetten van Newton.

06.40 De leerlingen verklaren fenomenen of toepassingen van trillingen en golven met inbegrip van geluid, de decibelschaal en het elektromagnetisch spectrum.

Onderliggende (kennis)elementen:

- Kenmerken van een harmonische trilling
- Verband tussen frequentie, golflengte en golfsnelheid
- Golf als energietransport

06.41 De leerlingen beschrijven kernfusie en kernsplitsing in het kader van energievoorziening met bijbehorende veiligheidsaspecten.



- 06.42 De leerlingen lichten het spontaan radioactief verval van isotopen toe en de effecten van de vrijgekomen ioniserende straling op organismen.
- 06.43 De leerlingen werken op een veilige en duurzame manier met materialen, stoffen, organismen en technische systemen.
- 06.44 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.
- 06.45 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.
- 06.46 De leerlingen analyseren 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.

### 8.3 Specifieke minimumdoelen

- 01.01.01 De leerlingen doorlopen een onderzoekscyclus in samenhang met inhouden van minstens 1 wetenschapsdomein verbonden aan de studierichting.
- 07.01.01 De leerlingen programmeren zelf ontworpen oplossingen voor concrete problemen.
- Onderliggende (kennis)elementen:
- Algoritmen en datastructuren
  - Algoritmische technieken
  - Numerieke methodes
  - Gebruik van softwarebibliotheken
  - Gestructureerde programmeertaal
  - Invoer van en uitvoer naar externe gegevensbronnen
- 07.03.01 De leerlingen maken een modulair ontwerp voor een softwaretoepassing.
- 07.03.02 De leerlingen passen principes toe van objectgeoriënteerd programmeren in een eigen ontwerp.
- 07.03.03 De leerlingen implementeren softwaremodules op een manier die herbruikbaarheid ervan bevordert en samenwerking vereenvoudigt.
- 07.03.04 De leerlingen testen en debuggen eigen implementaties om eventuele fouten te identificeren en op te lossen.
- 07.07.01 De leerlingen lichten de werking toe van een computersysteem.
- 07.07.02 De leerlingen lichten de opbouw en de werking toe van datacommunicatie en van een netwerk.

- 07.07.03 De leerlingen ontwerpen een configuratie van een computersysteem en van een netwerksysteem op basis van gestelde eisen.
- 07.07.04 De leerlingen beheren en beveiligen een netwerk.
- 11.05.01 De leerlingen analyseren en kwantificeren de elektrische krachtwerking en veldsterkte.
- Onderliggende (kennis)elementen:
- Veldlijnenpatronen: bij een radiaal, dipool en homogeen veld
- 11.05.02 De leerlingen analyseren en kwantificeren het verband tussen spanning over en de stroom door een verbruiker in een elektrische gelijkstroomkring.
- Onderliggende (kennis)elementen:
- Wet van Pouillet
  - Potentiaal en spanning
- 11.05.03 De leerlingen analyseren eigenschappen van een serie- en parallelschakeling.
- 11.05.04 De leerlingen berekenen de stromen en spanningen in serie-, parallel- en gemengde elektrische gelijkstroomkringen en netwerken via verschillende oplossingsmethoden.
- 11.05.05 De leerlingen analyseren en kwantificeren de magnetische krachtwerking en het magnetisch veld in een technische toepassing.
- Onderliggende (kennis)elementen:
- Veldlijnenpatronen bij een stroomvoerende rechte geleider en bij een stroomvoerende spoel
  - Kracht op een bewegende lading, kracht op een stroomvoerende rechte geleider
- Voetnoot:  
Rekening houdend met de context van de studierichting.
- 11.05.06 De leerlingen analyseren en kwantificeren elektromagnetische inductie.
- Onderliggende (kennis)elementen:
- Wet van Faraday, wet van Lenz
  - Opwekking van wisselspanning
- 11.07.01 De leerlingen analyseren wisselstroomschakelingen rekening houdend met de distributienetten TT, IT, TN.
- 11.07.02 De leerlingen modelleren en realiseren een wisselstroomschakeling met een stuur- en vermogenkring.
- 11.07.03 De leerlingen analyseren karakteristieke eigenschappen van eenfasige en driefasige wisselspanning en wisselstroom.
- 11.07.04 De leerlingen analyseren en kwantificeren het gedrag van gemengde wisselstroomschakelingen met passieve componenten in functie van frequentieafhankelijkheid, faseverschuiving en impedantie.
- 11.08.01 De leerlingen modelleren en realiseren een elektronische schakeling als input/output-interface voor een microcontroller of PLC.



Onderliggende (kennis)elementen:

- Gedrag van elektronische componenten

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

## 8.4 Concordantietabel van SMD naar LPD

|              |                                       |
|--------------|---------------------------------------|
| SMD 01.01.01 | III-InCo-d LPD 25                     |
| SMD 07.01.01 | III-InCo-d LPD 1, 2, 3, 4, 5          |
| SMD 07.03.01 | III-InCo-d LPD 6, 7, 10               |
| SMD 07.03.02 | III-InCo-d LPD 6                      |
| SMD 07.03.03 | III-InCo-d LPD 8, 9, 10, 11, 12       |
| SMD 07.03.04 | III-InCo-d LPD 12, 13, 14             |
| SMD 11.05.01 | II-TeWe-d LPD 7 (CD 11.05.01)         |
| SMD 11.05.02 | II-TeWe-d LPD 8 (CD 11.05.02)         |
| SMD 11.05.03 | II-TeWe-d LPD 10 (CD 11.05.03)        |
| SMD 11.05.04 | II-TeWe-d LPD 11 (CD 11.05.04)        |
| SMD 11.05.05 | III-InCo-d LPD 30, 31, 32, 33, 34, 35 |
| SMD 11.05.06 | III-InCo-d LPD 36, 37                 |
| SMD 11.07.01 | III-InCo-d LPD 40                     |
| SMD 11.07.02 | III-InCo-d LPD 41, 42                 |
| SMD 11.07.03 | III-InCo-d LPD 38                     |
| SMD 11.07.04 | III-InCo-d LPD 39                     |
| SMD 11.08.01 | III-InCo-d LPD 43                     |
| SMD 12.01.01 | III-InCo-d LPD 27                     |
| SMD 12.01.02 | III-InCo-d LPD 29                     |

## 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 over de finaliteiten heen in het domein STEM .....                                          | 7         |
| 2.1.2    | Samenhang met andere leerplannen binnen de finaliteit in het domein STEM .....                        | 7         |
| 2.1.3    | Samenhang met het leerplan Bedrijfsondersteunende informaticawetenschappen binnen de finaliteit ..... | 8         |
| 2.2      | Plaats in de lessentabel.....                                                                         | 8         |
| <b>3</b> | <b>Pedagogisch-didactische duiding.....</b>                                                           | <b>8</b>  |
| 3.1      | Informatica- en communicatiewetenschappen en het vormingsconcept.....                                 | 8         |
| 3.1.1    | Natuurwetenschappelijke en technische vorming .....                                                   | 8         |
| 3.1.2    | Wiskundige vorming .....                                                                              | 9         |
| 3.1.3    | Maatschappelijke vorming.....                                                                         | 9         |
| 3.1.4    | Creativiteit.....                                                                                     | 9         |
| 3.1.5    | Duurzaamheid.....                                                                                     | 10        |
| 3.2      | Krachtlijnen .....                                                                                    | 10        |
| 3.3      | Opbouw.....                                                                                           | 12        |
| 3.4      | Leerlijnen.....                                                                                       | 12        |
| 3.4.1    | Samenhang met de tweede graad .....                                                                   | 12        |
| 3.4.2    | Samenhang in de derde graad .....                                                                     | 12        |
| 3.5      | Aandachtspunten .....                                                                                 | 13        |
| 3.6      | Leerplanpagina.....                                                                                   | 14        |
| <b>4</b> | <b>Leerplandoelen .....</b>                                                                           | <b>14</b> |
| 4.1      | Algoritmie.....                                                                                       | 14        |
| 4.2      | Efficiënt software ontwikkelen .....                                                                  | 16        |
| 4.3      | Datacommunicatie, computer- en netwerkarchitectuur.....                                               | 18        |
| 4.3.1    | Computersystemen.....                                                                                 | 19        |
| 4.3.2    | Datacommunicatie en netwerksystemen .....                                                             | 19        |

|          |                                                                          |           |
|----------|--------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 4.4      | STEM-engineering .....                                                   | 21        |
| 4.5      | Elektriciteit – elektronica .....                                        | 25        |
| 4.5.1    | Elektromagnetisme .....                                                  | 25        |
| 4.5.2    | Elektrodynamica: eenfasige en driefasige wisselspanning en -stroom ..... | 26        |
| 4.5.3    | Elektrodynamica: wisselstroomschakelingen .....                          | 27        |
| 4.5.4    | Elektronica .....                                                        | 28        |
| 4.6      | Mechanica .....                                                          | 28        |
| 4.7      | Trillingen en golven .....                                               | 29        |
| 4.8      | Kernenergie .....                                                        | 29        |
| <b>5</b> | <b>Lexicon .....</b>                                                     | <b>30</b> |
| <b>6</b> | <b>Basisuitrusting .....</b>                                             | <b>31</b> |
| 6.1      | Infrastructuur .....                                                     | 31        |
| 6.2      | Materiaal, toestellen, machines en gereedschappen .....                  | 31        |
| 6.3      | Materiaal en gereedschappen waarover elke leerling moet beschikken ..... | 32        |
| <b>7</b> | <b>Glossarium .....</b>                                                  | <b>32</b> |
| <b>8</b> | <b>Concordantie .....</b>                                                | <b>33</b> |
| 8.1      | Concordantietabel .....                                                  | 33        |
| 8.2      | Minimumdoelen basisvorming .....                                         | 35        |
| 8.3      | Specifieke minimumdoelen .....                                           | 36        |
| 8.4      | Concordantietabel van SMD naar LPD .....                                 | 38        |