

# **ELEKTROMECHANICA TWEEDE GRAAD TSO**

---

LEERPLAN SECUNDAIR ONDERWIJS

VVKSO– BRUSSEL D/2013/7841/006  
(vervangt leerplan D/2010/7841/024 vanaf 1 september 2013)



Vlaams Verbond van het Katholiek Secundair Onderwijs  
Guimardstraat 1, 1040 Brussel

---

# Inhoud

Plaats van dit leerplan in de lessentabel.....	3
1	Uitgangspunten bij het nieuwe leerplan Elektromechanica tso 2de graad .....4
2	Studierichtingsprofiel.....4
2.1	Situering .....4
2.2	Vorming vertrekend van een christelijk mensbeeld.....4
2.3	Instroom .....5
2.4	Situering van de studierichting Elektromechanica tso in het logisch tso-curriculum van het studiegebied Mechanica-elektriciteit, Auto, Koeling en warmte. ....6
2.5	Factoren die de keuze voor deze studierichting kunnen beïnvloeden .....6
2.6	Uitstroom.....7
3	Van algemene doelstellingen naar leerplandoelstellingen .....7
3.1	Algemene doelstellingen .....7
3.2	Clustering van de leerplandoelen.....7
3.3	Na te streven attitudes in de studierichting Elektromechanica .....10
3.4	Relaties met de vakken van de basisvorming.....10
4	Algemene pedagogisch-didactische wenken .....11
4.1	Inleiding .....11
4.2	Werken aan de realisatie van het studierichtingsprofiel (SRP) .....11
5	Evaluatie .....11
5.1	Wat is evalueren?.....11
5.2	Wat en waarom evalueren? .....11
5.3	Wanneer evalueren? .....12
5.4	Hoe evalueren? .....12
5.5	Hoe rapporteren? .....13
6	Leerplandoelstellingen en leerinhouden: Elektromechanica .....14
6.1	Doelstellingen te realiseren in alle leerplandelen.....14
6.2	Specifieke doelstellingen en leerinhouden te realiseren in Elektriciteit .....17
6.3	Specifieke doelstellingen en leerinhouden te realiseren in Elektrische schakeltechnieken .....22
6.4	Specifieke doelstellingen en leerinhouden te realiseren in Mechanica .....24
6.5	Specifieke doelstellingen en leerinhouden te realiseren in Elektromechanische processen.....27
7	Minimale materiële vereisten.....30
7.1	Infrastructuur .....30
7.2	Specifieke minimale materiële vereisten.....30
8	Bibliografie .....33
9	Nuttige adressen .....34

## Plaats van dit leerplan in de lessentabel

Zie website VVKSO bij lessentabellen.

# 1      **Uitgangspunten bij het nieuwe leerplan Elektromechanica tso 2de graad**

De opdracht voor de leerplancommissie gaat uit van de volgende vijf punten:

- het leerproces moet gekaderd zijn binnen een duidelijk studierichtingsprofiel;
- de studierichting moet uitdagend en aantrekkelijk onderwijs bieden voor jongeren;
- er moet ruimte worden gecreëerd voor de eigen inbreng van scholen;
- de moderne technologieën moeten binnen het leren hun plaats krijgen;
- er moet voldoende aandacht zijn voor preventie, duurzaamheid en milieu.

## 2      **Studierichtingsprofiel**

### 2.1      **Situering**

Elektromechanica is een doorstromingsrichting. De nadruk ligt in deze studierichting op de vormende waarde van de aangeboden leerplandoelstellingen en leerinhouden van zowel de algemene, als de theoretisch – technische vakken. Het specifiek deel dat is opgebouwd rond toegepaste fysica met een technologische invulling is sterk wiskundig en wetenschappelijk onderbouwd. Aan de talenkennis en de taalvorming wordt er veel aandacht besteed zowel via de algemene doelstellingen als in functie van analyse en rapportering. De studierichting streeft er vooral naar de leerlingen in staat te stellen om succesvol de 3de graad Elektromechanica aan te vatten die leidt naar hoger onderwijs van het niveau **professionele bachelor** binnen het domein van de elektromechanica.

Het gestructureerd inzichtelijk en creatief denken en handelen, in het kader van het technologisch proces, staat centraal in het specifieke van deze vorming. Er is voldoende aandacht voor uitvoeringstechnische aspecten in functie van concrete realisaties met zin voor kwaliteit, veiligheid, gezondheid en milieu.

De doelstellingen hebben een grote transfer- en abstraherende waarde, zij zijn gericht op het verwerven van leercompetenties met een bijzondere aandacht voor vaardigheden.

De studierichting heeft dan ook een dubbele doelstelling.

#### **Voldoende inzichten, vaardigheden en attitudes verwerven om:**

- **de vervolgopleiding 3de graad tso Elektromechanica te volgen;**
- **van een eenvoudige realisatie op een gestructureerde wijze het werkingsprincipe of de vormgeving technologisch–wetenschappelijk toe te lichten.**

### 2.2      **Vorming vertrekkend van een christelijk mensbeeld**

Ons onderwijs streeft de vorming van de totale mens na waarbij het christelijk mensbeeld centraal staat. Onderstaande waarden zijn dan ook steeds na te streven:

- respect voor de medemens;
- solidariteit;
- zorg voor milieu en leven;

- vanuit het eigen geloof respectvol omgaan met anders gelovigen en niet gelovigen;
- vanuit de eigen spiritualiteit omgaan met ethische problemen;
- respectvol omgaan met het eigen lichaam (seksualiteit, gezondheid, sport ...).

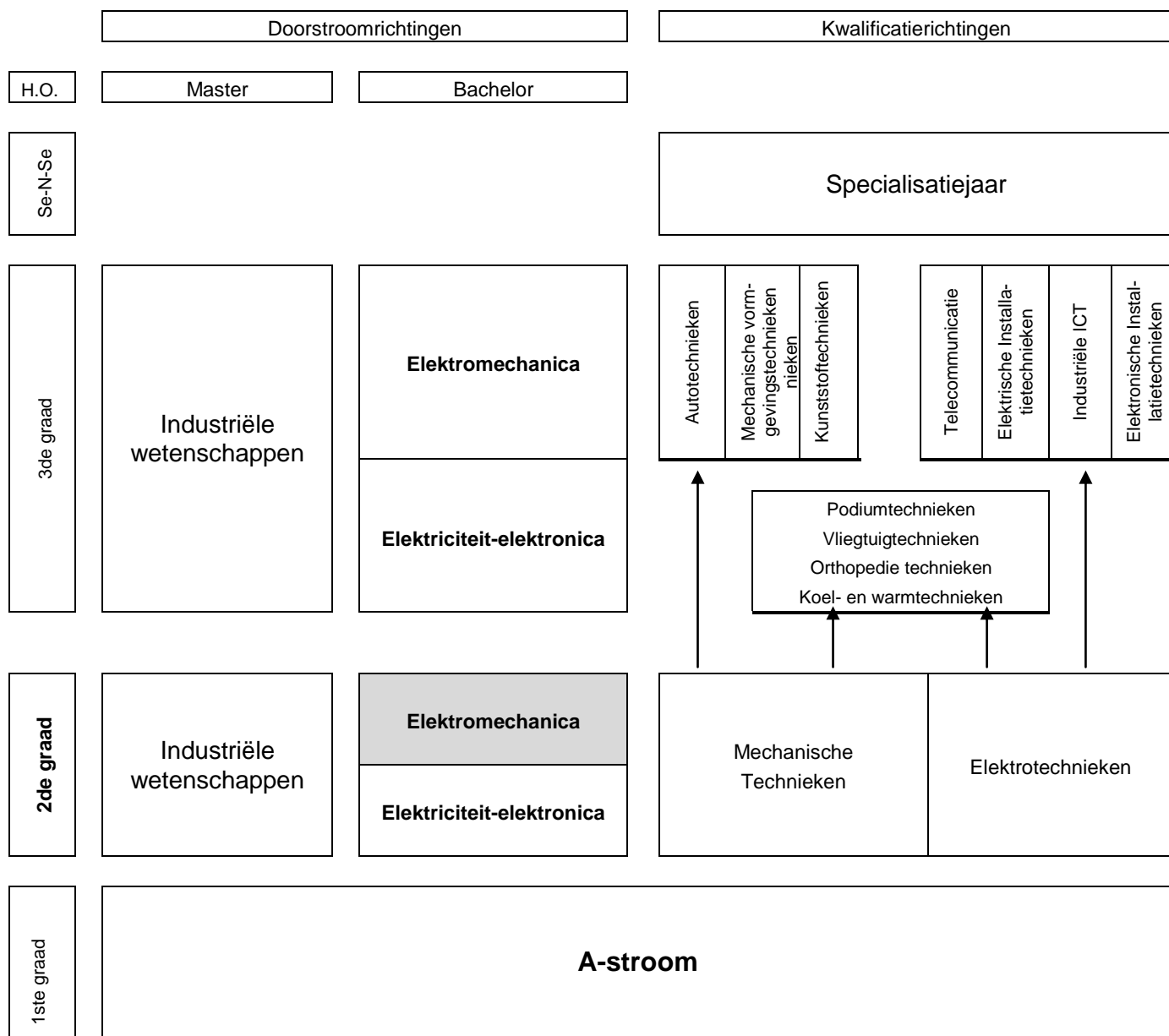
## 2.3 Instroom

Alle leerlingen uit het 2de leerjaar van de 1ste graad kunnen instromen op voorwaarde dat ze over de nodige capaciteiten beschikken om te leren en te werken in het kader van de theoretische, abstracte, wetenschappelijk-wiskundige dimensie van deze studierichting. Gezien het doorstromingskarakter zijn de algemene vakken en zeker taal en wiskunde belangrijke factoren in de oriëntering van de leerlingen naar deze studierichting. Bovendien moeten de leerlingen interesse hebben voor wetenschap, technologie en techniek.

In de 1ste graad hebben alle leerlingen technologisch-technische basisinzichten, -vaardigheden en attitudes verworven in het vak Techniek.

Leerlingen vanuit de basisopties Mechanica-elektriciteit en Industriële wetenschappen hebben bovendien via Techniek en Technologische activiteiten bijkomende kennis, inzichten en vaardigheden verworven.

## 2.4 Situering van de studierichting Elektromechanica tso in het logisch tso-curriculum van het studiegebied Mechanica-elektriciteit, Auto, Koeling en warmte.



Dit schema geeft een aantal studierichtingen weer in een aantal studiegebieden van de 2de en de 3de graad tso.

## 2.5 Factoren die de keuze voor deze studierichting kunnen beïnvloeden

Bepaalde lichamelijke en fysieke gebreken kunnen een belemmerende factor zijn voor het uitoefenen van één of meerdere beroepen waarop deze studierichting voorbereidt. Een gepaste oriëntering en begeleiding is dan ook ten zeerste aangewezen, omdat ze invloed hebben op de slaagkansen van de leerlingen.



## 2.6 Uitstroom

Door het slagen in de studierichting **Elektromechanica** 2de tso behalen de leerlingen het getuigschrift 2de graad so. De meest logische vervolgopleiding is **Elektromechanica** 3de graad tso.

# 3 Van algemene doelstellingen naar leerplandoelstellingen

## 3.1 Algemene doelstellingen

Bij de algemene doelstellingen van de studierichting Elektromechanica 2de graad tso dienen leerlingen competenties te verwerven die nodig zijn om zich binnen de doorstromingsrichting 'elektromechanica' eigen te maken. Dit gebeurt door:

- te zoeken naar verbanden tussen onderdelen van de leerstof of tussen nieuwe leerstof en voorkennis: **Relateren**;
- hoofd- en bijzaken te onderscheiden, grote hoeveelheden informatie reduceren tot enkele relevante delen: **Selecteren en synthetiseren**;
- leerstof schematisch te ordenen: **Structureren**;
- informatie te bestuderen vertrekkend vanuit een geheel naar onderdelen en deelproblemen: **Analyseren**;
- een oordeel te vormen, conclusies te trekken: **Verwerken**;
- via transfers vanuit het geleerde nieuwe kennis te construeren: **Ontwerpen**.

## 3.2 Clustering van de leerplandoelen

Bij het clusteren van de leerplandoelen maken we het onderscheid tussen de doelen die gerealiseerd dienen te worden in alle leerplandelen en de specifieke doelstellingen.

Dit geeft voor het leerplan de volgende structuur:

- doelstellingen te realiseren in alle leerplandelen;
- specifieke doelstellingen te realiseren in **Elektriciteit**;
- specifieke doelstellingen te realiseren in **Elektrische schakeltechnieken**;
- specifieke doelstellingen te realiseren in **Mechanica**;
- specifieke doelstellingen te realiseren in **Elektromechanische processen**.

### **3.2.1 Doelstellingen te realiseren in alle leerplandelen:**

#### **3.2.1.1 Vervolgstudies – professionele loopbaan**

De leerling kan zich situeren in de leer- en loopbaanmogelijkheden van de studierichting Elektromechanica.

#### **3.2.1.2 Planning – organisatie**

De leerling kan, rekening houdend met planning en organisatie, zijn realisaties voorbereiden.

#### **3.2.1.3 Veiligheid - Milieu - Duurzaamheid**

De leerling kan zijn realisaties voorbereiden en uitvoeren, rekening houdend met de voorschriften en de regelgeving rond veiligheid, gezondheid, preventie en milieu.

De leerling kan de ecologische voetafdruk van het toegepaste technologisch proces inschatten en hieruit de meest geschikte techniek implementeren.

#### **3.2.1.4 Evaluatie**

De leerling kan bij zijn realisaties het proces en het product evalueren.

#### **3.2.1.5 Experimenten**

De leerling kan eenvoudige experimenten opzetten met als doel wetmatigheden uit elektriciteit, mechanica en elektromechanische processen te toetsen aan de praktijk.

### **3.2.2 Specifieke doelstellingen te realiseren in Elektriciteit**

In de 2de graad wordt in elektriciteit hoofdzakelijk gewerkt rond het stimuleren van de creativiteit, meetvaardigheid en het inzichtelijk denken van de leerlingen. Concreet worden onderstaande competenties vooropgesteld:

De leerling kan:

- door zijn meetvaardigheid de resultaten van een zelfstandig uitgevoerd experiment wiskundig duiden in het kader van de wetmatigheden van het domein elektriciteit;
- door zijn rekenvaardigheid de wetmatigheden van de elektriciteit toepassen;
- zelfstandig eenvoudige experimenten opzetten met als doel wetmatigheden uit het domein elektriciteit te toetsen aan de praktijk;
- na het uitvoeren van een experiment of realisatie, nauwgezet rapporteren in functie van de werking van de realisatie en/of het theoretische kader van het experiment.



### **3.2.3 Specifieke doelstellingen te realiseren in Elektrische schakeltechnieken**

In de 2de graad wordt in elektrische schakeltechnieken gewerkt rond technologische inzichten en zijn toepassingen, het communiceren en ontwerpen via de tekentaal en het realiseren van eenvoudige toepassingen. Concreet worden onderstaande competenties vooropgesteld:

De leerling kan:

- technisch communiceren met behulp van tekeningen en schema's;
- veilige elektrische uitrusting bouwen;
- door zijn kritische en analytische ingesteldheid eenvoudige processen uitrafelen tot eenduidige algoritmen die hen in staat stellen processen te automatiseren;
- door zijn inzicht in het verloop van processen algoritmes opdelen in subalgoritmes, die hem toelaten structuur te handhaven in proceduregerichte programma's;
- na het uitvoeren van een experiment of realisatie, nauwgezet rapporteren in functie van de werking van de realisatie en/of het theoretische kader van het experiment.

### **3.2.4 Specifieke doelstellingen te realiseren in Mechanica**

De leerling verwerft in mechanica, middels het realiseren van proefopstellingen en uitvoeren van experimenten, basisinzichten in de wiskundige wetenschappelijk onderbouwde wetmatigheden van de mechanica in het bijzonder de statica, kinematica en dynamica. Hij kan ze met succes toepassen in de theoretisch - technologische vakken van de vervolgopleiding. Concreet worden onderstaande competenties vooropgesteld:

De leerling kan:

- via de basisinzichten in de wetmatigheden van de mechanica lab opstellingen realiseren en experimenten uitvoeren;
- door zijn rekenvaardigheid de wetmatigheden van de mechanica toepassen.

### **3.2.5 Specifieke doelstellingen te realiseren in Elektromechanische processen**

In de 2de graad tso wordt in Elektromechanische processen gewerkt rond technologische inzichten en zijn toepassingen, het communiceren en ontwerpen via de tekentaal en het realiseren van eenvoudige toepassingen. Concreet worden onderstaande competenties vooropgesteld:

#### **3.2.5.1 Mechanisch vormgeven**

De leerling kan:

- technisch communiceren met behulp van tekeningen en schema's;
- mechanische constructieonderdelen toelichten via tekenen en communiceren tussen het ontwerp en de uitvoering;
- een realisatie simuleren met mechanische vormgeving en montage.

### 3.2.5.2 Pneumatisch schakelen

De leerling kan:

- de functie en de onderlinge relatie van een geheel en componenten uit een pneumatische kring toelichten via tekenen en communiceren tussen het ontwerp en de uitvoering;
- een realisatie simuleren/uitvoeren met een pneumatische kring.

## 3.3 Na te streven attitudes in de studierichting Elektromechanica

Het is enorm belangrijk om attitudes bewust en expliciet op diverse momenten na te streven. Attitudes die bijzondere aandacht verdienen zijn:

- **Verantwoordelijkheidszin**  
Het belang van het eigen handelen onderkennen en plichtsbewust handelen.
- **Teamgeest**  
Met tegenstrijdige belangen tussen medeleerlingen kunnen omgaan.
- **Overtuigingskracht**  
Een eigen mening onderbouwen en argumenteren.
- **Analytisch denken**  
Een probleem in zijn verschillende elementen bekijken.
- **Leergierig zijn**  
Actief zoeken naar situaties om zijn competentie te verbreden en te verdiepen.
- **Synthetisch denken**  
Verschillende elementen die tot een oplossing leiden, samenbrengen.
- **Kwaliteitsbewust zijn**  
In staat zijn om in te schatten aan welke vereisten de studieresultaten moeten voldoen.
- **Organiseren**  
Het eigen leerproces organiseren en sturen.
- **Planmatig werken**  
Structuur aanbrengen in tijd en ruimte en prioriteiten leren leggen bij de aanpak en het verloop van de studie.

Al deze attitudes terzelfder tijd nastreven is uiteraard onmogelijk. Het is daarom aangewezen tijdens afgesproken periodes telkens één of enkele attitudes expliciet te benadrukken.

## 3.4 Relaties met de vakken van de basisvorming

Bepaalde leerinhouden hebben een vakoverschrijdend karakter, bijvoorbeeld 'communicatieve vaardigheden'. Dergelijke leerinhouden kunnen vakoverschrijdend worden aangebracht. Het lerarenteam van de studierichting Elektromechanica 2de graad tso kan in onderlinge afspraak werken aan het samenstellen en presenteren van een dossier voor een thema of project.

## 4 Algemene pedagogisch-didactische wenken

### 4.1 Inleiding

Dit leerplan wil hoofdzakelijk een leidraad zijn. De erin opgenomen doelstellingen en leerinhouden zijn een referentiekader waarmee het lerarenteam vrij kan omgaan. Het is zelf verantwoordelijk voor de wijze waarop deze doelstellingen door de leerlingen kunnen worden verworven.

Het leerplan op zich mag in geen geval een excuus zijn om geen rekening te houden met de noden van de maatschappij en de verwachtingen van de leerlingen. Daarom is het noodzakelijk dat er voldoende aandacht blijft bestaan voor opvoeding, voor ontplooiingskansen van elke individuele leerling, voor geloofsovertuiging ...

Het is belangrijk dat leerlingen tijdens hun leerproces succes beleven. Zij moeten dan ook voldoende worden gewaardeerd voor het gepresteerde werk.

### 4.2 Werken aan de realisatie van het studierichtingsprofiel (SRP)

#### 4.2.1 *Betekenis "Werken aan de realisatie van het studierichtingsprofiel"*

Onder "Werken aan de realisatie van het studierichtingsprofiel" verstaan we een aanpak waarbij we vertrekken vanuit de samenhang tussen diverse toepassingsgebieden.

Om de link met de realiteit van het bedrijfsleven te leggen en om zo tot een uitdagende studierichting te komen gaan we dan ook in Elektromechanica 2de graad tso analyses maken van realisaties die gebruik maken van moderne technologieën.

Verder moet er ook gewerkt worden aan het verwerven van een theoretische basis via wiskunde en toegepaste wetenschappen, daar waar mogelijk, in relatie met de studie van realisaties en het uitvoeren van experimenten.

#### 4.2.2 *Voordelen van het werken aan de realisatie van het studierichtingsprofiel*

Een goed omschreven studierichtingsprofiel vergroot de **herkenbaarheid** van de gevolgde studierichting voor leerlingen, ouders en bedrijfswereld.

Voor de betrokken leraars moet het SRP de toetssteen zijn om de doelen te kaderen.

## 5 Evaluatie

### 5.1 Wat is evalueren?

Evalueren is het verzamelen en beoordelen van gegevens over de prestaties van leerlingen. Deze prestaties moeten gerelateerd zijn aan de door het onderwijs geformuleerde doelstellingen.

### 5.2 Wat en waarom evalueren?

Evalueren is geen doel op zich. Het maakt deel uit van het didactisch proces. Via evalueren krijgen de leerlingen en de leraar informatie over de bereikte en de niet-bereikte leerdoelen.

Zowel het **proces** als het **product** worden geëvalueerd. De klemtoon ligt daarbij uiteraard op het proces want de hoofdbedoeling van het evalueren is bijsturen, remediëren.

Met het proces bedoelen we het leerproces van de lerende. Dit proces bestaat uit het verwerken van de aangeboden leerinhouden die toelaten de doelen te realiseren, het evalueren van die doelstellingen en het bijsturen of remediëren.

De evaluatie van het product is een meting die aangeeft of de lerende in voldoende mate de vooropgestelde doelen heeft bereikt.

Bij het evalueren wordt aandacht besteed aan:

- kennis,
- vaardigheden,
- attitudes,

en aan de samenhang ertussen.

Met het oog op het realiseren van het studierichtingsprofiel is het belangrijk dat de lerende via zelfevaluatie zijn eigen leerproces leert bijsturen om te komen tot competenties die hij nodig heeft om verder te studeren in het hoger onderwijs.

### 5.3 Wanneer evalueren?

Het lerend bezig zijn van de leerlingen en de vorderingen die ze daarbij maken worden permanent geëvalueerd en bijgestuurd.

Naast deze vorm van evalueren moet met het oog op het studierichtingsprofiel worden nagegaan of de beoogde doelen van de leercompetenties gehaald worden. Hiervoor zijn evaluaties van grotere leerinhouden nodig. Deze evaluaties kunnen gebeuren tijdens examenperiodes die door de school worden vastgelegd.

Verder kunnen de leerlingen ook nog periodiek aan de hand van goed gekozen projecten en thema's worden geëvalueerd. Deze evaluaties van de projecten en thema's hebben altijd het studierichtingsprofiel en de daarmee samenhangende leerdoelen op het oog.

Evalueren helpt het onderwijsproces sturen. Daarom wordt het evalueren doorgedreven geïntegreerd in dat onderwijsproces. Evaluatie is geen afzonderlijke activiteit maar is een leermoment, daardoor worden het leerproces van de leerling en de instructie van de leraar geoptimaliseerd.

### 5.4 Hoe evalueren?

Tussen de doelstellingen de gekozen werkvorm en de evaluatie is er een sterke relatie.

Indien we een formatieve evaluatie van het proces nastreven, is het doel ervan goede feedback te kunnen geven. Er is sprake van een kwaliteitsvolle feedback indien de terugkoppeling van gegevens tot doel heeft de lerende ermee vooruit te helpen.

Indien we een summatieve evaluatie van het product nastreven, is het doel ervan het uitspreken van een eindoordeel over de prestaties van de leerling. Deze evaluatie is gericht op het beslissen of een leerling al dan niet mag overgaan of een het diploma kan behalen.

Eigenschappen van evaluaties

- juiste conclusies trekken uit de resultaten (validiteit);
- herhaald gebruik onder gelijke condities levert dezelfde resultaten op (betrouwbaarheid);

- elke leerling krijgt dezelfde kansen (objectiviteit);
- de beoordelaar heeft geen invloed (objectiviteit);
- de nodige informatie wordt verstrekt (transparantie);
- de beoordeling is te rechtvaardigen (normering);
- participatie in de evaluatie (leerling betrokkenheid);
- sluiten aan bij het beroepsleven (authenticiteit).

## 5.5 Hoe rapporteren?

De rapportering gebeurt niet louter via een cijferrapport. De vorderingen van de leerling en vooral de tips voor remediëren worden in een eenvoudige en directe taal omschreven.

Een soort portfolio of dossier bijhouden van de gerealiseerde projecten (eventueel geïllustreerd met foto's) kan een middel zijn om de succesbeleving te bevorderen.



Leerplannen van het VVKSO zijn het werk van leerplancommissies, waarin begeleiders, leraren en eventueel externe deskundigen samenwerken.

**Op het voorliggende leerplan kunt u als leraar ook reageren** en uw opmerkingen, zowel positief als negatief, aan de leerplancommissie meedelen via e-mail ([leerplannen.vvksso@vsko.be](mailto:leerplannen.vvksso@vsko.be)).

Vergeet niet te vermelden over welk leerplan u schrijft: vak, studierichting, graad, nummer.

Langs dezelfde weg kunt u zich ook aanmelden om lid te worden van een leerplancommissie.

In beide gevallen zal de coördinatrice leerplannen zo snel mogelijk op uw schrijven reageren.

---

## 6 Leerplandoelstellingen en leerinhouden: Elektromechanica

### 6.1 Doelstellingen te realiseren in alle leerplandelen

#### 6.1.1 Vervolgstudies – professionele loopbaan

De leerling kan zich situeren in de leer- en loopbaanmogelijkheden van de studierichting Elektromechanica.

LEERPLANDOELSTELLINGEN	LEERINHOUDEN
1 De eigenheid van de diverse beroepen uit de Industriële sector met eigen woorden uitleggen.	<ul style="list-style-type: none"><li>• Diverse beroepen uit de sector van de Elektromechanica</li><li>• Eigenheid<ul style="list-style-type: none"><li>– ontwerp</li><li>– productie</li></ul></li></ul>
2 De bedrijven in de buurt van de school herkennen.	<ul style="list-style-type: none"><li>• Bedrijven in de buurt van de school<ul style="list-style-type: none"><li>– productengamma</li><li>– tewerkstelling</li><li>– duurzame aanpak in een bedrijf</li></ul></li></ul>
3 Factoren die de eigen keuze naar vervolgonderwijs beïnvloeden met eigen woorden uitleggen.	<ul style="list-style-type: none"><li>• De hoofddoelstellingen van de vervolgstudierichtingen</li><li>• De studierichtingen die aansluiten op deze studierichting</li></ul>

#### 6.1.2 Planning – Organisatie

De leerling kan, rekening houdend met planning en organisatie, zijn realisaties voorbereiden.

LEERPLANDOELSTELLINGEN	LEERINHOUDEN
4 Een planning van de gezamenlijke en/of eigen uit te voeren experimenten in overleg opstellen, bijsturen en evalueren.	<ul style="list-style-type: none"><li>• Planning van de gezamenlijke werkzaamheden</li><li>• Planning van de eigen werkzaamheden</li><li>• Afspraken in overleg</li></ul>
5 De materialen- en productenstroom in de school herkennen.	<ul style="list-style-type: none"><li>• Materialen, producten<ul style="list-style-type: none"><li>– toevoer, verwerking, afvoer</li></ul></li></ul>
6 Zorg dragen voor de eigen leeromgeving.	<ul style="list-style-type: none"><li>• Studie-, onderzoeks- en werkomgeving</li><li>• Inrichting</li><li>• Organisatie</li><li>• Orde</li><li>• Netheid</li></ul>

### 6.1.3 Veiligheid - Milieu - Duurzaamheid

De leerling kan zijn realisaties voorbereiden en uitvoeren, rekening houdend met de voorschriften en de regelgeving rond veiligheid, gezondheid, preventie en milieu.

De leerling kan de ecologische voetafdruk van het toegepaste technologisch proces inschatten en hieruit de meest geschikte techniek implementeren.

#### LEERPLANDOELSTELLINGEN

#### LEERINHOUDEN

7	Op de arbeidsplaats naar best vermogen zorg dragen voor de eigen veiligheid en gezondheid en deze van de andere personen, in overeenstemming met de gegeven instructies en met de verkregen opleiding.	<ul style="list-style-type: none"><li>• Veiligheid</li><li>• Gezondheid</li><li>• Instructies</li></ul>
8	Op de juiste wijze gebruik maken van machines, toestellen, gereedschappen, gevaarlijke stoffen, vervoermiddelen en andere middelen die ter beschikking worden gesteld.	<ul style="list-style-type: none"><li>• Gebruiksaanwijzing</li><li>• Machine-instructiekaart</li><li>• Veiligheidsinstructiekaart</li><li>• Gevaarlijke stoffen</li><li>• Etikettering</li></ul>
9	Op de juiste wijze gebruik maken van de persoonlijke beschermingsmiddelen die ter beschikking worden gesteld, en deze na gebruik weer opbergen.	<ul style="list-style-type: none"><li>• Persoonlijke beschermingsmiddelen (PBM's)</li></ul>
10	De veiligheidsvoorzieningen van machines, toestellen, gereedschappen, installaties en gebouwen herkennen, deze voorzieningen op de juiste manier gebruiken en ze niet willekeurig uitschakelen, veranderen of verplaatsen.	<ul style="list-style-type: none"><li>• Collectieve beschermingsmiddelen (CBM's)</li><li>• Signalisatie</li><li>• Pictogrammen</li><li>• Noodprocedures</li><li>• Evacuatieprocedures</li></ul>
11	Bij de realisaties energieverbruik en recyclagemogelijkheden herkennen.	<ul style="list-style-type: none"><li>• Materiaalkeuze</li><li>• Productieproces</li></ul>
12	Afvalverwerking volgens voorschriften toepassen.	<ul style="list-style-type: none"><li>• Normen en procedure</li></ul>

#### PEDAGOGISCH-DIDACTISCHE WENK

Een steentje bijdragen om het afvalbeleid van de school te respecteren.

### 6.1.4 Evaluatie

De leerling kan bij zijn realisaties het proces en het product evalueren.

LEERPLANDOELSTELLINGEN	LEERINHOUDEN
13 Bij de uitvoering van constructies, het proces en product/constructie evalueren op duurzaamheid.	<ul style="list-style-type: none"><li>• Rekening houdend met:<ul style="list-style-type: none"><li>- economisch</li><li>- sociaal</li><li>- ecologisch</li></ul></li></ul>
14 Tijdens de uitvoering van constructies, uitvoeringsfouten ontdekken en oplossingen formuleren.	<ul style="list-style-type: none"><li>• Uitvoeringsfouten</li><li>• Suggesties tot bijsturen</li></ul>
15 Na het uitvoeren van een experiment en/of het realiseren van een elektromechanisch project in team, het project en het proces evalueren en op basis daarvan voorstellen tot bijsturen formuleren.	<ul style="list-style-type: none"><li>• Productevaluatie</li><li>• Procesevaluatie</li></ul>

### 6.1.5 Experimenten

De leerling kan eenvoudige experimenten opzetten met als doel wetmatigheden uit elektriciteit, mechanica en elektromechanische processen te toetsen aan de praktijk.

LEERPLANDOELSTELLINGEN	LEERINHOUDEN
16 Van onderstaande leerinhouden proefopstellingen voorbereiden, uitvoeren en resultaten formuleren en toelichten.	
17 Onder begeleiding verschillende fasen van de gebruikte onderzoeksmethoden in een zelf uitgevoerd experiment herkennen.	
18 Onder begeleiding een onderzoeksvraag bij een eenvoudig probleem formuleren.	
19 Onder begeleiding gepaste hulpmiddelen en informatie gebruiken om gegevens te verzamelen, relaties te onderzoeken en resultaten voor te stellen.	
20 Onder begeleiding reflecteren over de bekomen resultaten en over de aangewende methode.	



## 6.2 Specifieke doelstellingen en leerinhouden te realiseren in Elektriciteit

### 6.2.1 Algemeen

In de 2de graad wordt in de vormingscomponent elektriciteit hoofdzakelijk gewerkt rond het stimuleren van de creativiteit, meetvaardigheid en het inzichtelijk denken van de leerlingen. Concreet worden onderstaande competenties vooropgesteld:

- door zijn meetvaardigheid de resultaten van een zelfstandig uitgevoerd experiment wiskundig duiden in het kader van de wetmatigheden van het domein elektriciteit;
- door zijn rekenvaardigheid de wetmatigheden van de elektriciteit toepassen;
- zelfstandig eenvoudige experimenten opzetten met als doel wetmatigheden uit het domein elektriciteit te toetsen aan de praktijk;
- na het uitvoeren van een experiment of realisatie, nauwgezet rapporteren in functie van de werking van de realisatie en/of het theoretische kader van het experiment.

(U): doelstellingen en leerinhouden die als uitbreiding kunnen behandeld worden.

### 6.2.2 De basisbegrippen van de elektriciteit verklaren.

LEERPLANDOELSTELLINGEN	LEERINHOUDEN
21 De basisgrootheid van elektriciteit definiëren.	<ul style="list-style-type: none"><li>• Elektrische stroom (verplaatsing van ladingen per tijdseenheid)</li><li>• Hoeveelheid elektriciteit (Wet van Faraday)</li></ul>
22 Een elektrische stroomkring tekenen, opbouwen en de functie van de componenten toelichten.	<ul style="list-style-type: none"><li>• Soorten kringen<ul style="list-style-type: none"><li>– open kring</li><li>– gesloten kring</li></ul></li><li>• Componenten<ul style="list-style-type: none"><li>– bron (spanning, polariteit, stroomzinnen)</li><li>– geleiders (goede en slechte)</li><li>– isolatoren</li><li>– schakelaar</li><li>– verbruiker, weerstand, belasting</li></ul></li><li>• Functie van de componenten</li></ul>
23 Meettoestellen schakelen in een elektrische kring en elektrische grootheden meten <sup>(1)</sup> .	<ul style="list-style-type: none"><li>• Elektrische grootheden<ul style="list-style-type: none"><li>– spanning</li><li>– stroom</li><li>– weerstand</li></ul></li></ul>

<sup>1</sup> In het hoofdstuk metrologie van het leerplan toegepaste fysica worden verbandhoudende doelen en inhouden aangebracht, voornamelijk het gebruik van beduidende cijfers en wetenschappelijke voorvoegsels wordt in overleg met de leerkracht toegepaste fysica eenduidig toegepast.

- Correct gebruik van digitale Multimeter
- De relatie tussen ingesteld meetbereik en afgelezen waarde

---

24	Aan de hand van metingen het verband tussen de spanning over - en de stroom door een verbruiker verklaren en wiskundig duiden.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wet van Ohm</li> <li>• Berekeningen</li> </ul>
----	--	---

### 6.2.3 *Elektrische arbeid en vermogen meten en berekenen.*

#### LEERPLANDOELSTELLINGEN

#### LEERINHOUDEN

---

25	De relatie tussen de elementen van elektrische arbeid en vermogen verklaren en wiskundig duiden.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Waarneembaarheid elektrische arbeid</li> <li>• Wet van Joule</li> <li>• Joule-effect</li> <li>• Berekeningen</li> </ul>
26	De relatie tussen de elementen van elektrisch vermogen interpreteren en waarden berekenen.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Definitie van vermogen</li> <li>• Afgeleide formules</li> </ul>
27	Elektrisch vermogen en arbeid meten.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Stroom-spanningmeting</li> <li>• Wattmeter</li> <li>• kWh - meter</li> </ul>
28	Het begrip rendement verklaren en wiskundig duiden.	

### 6.2.4 *Het schakelen van verbruikers wiskundig duiden.*

#### LEERPLANDOELSTELLINGEN

#### LEERINHOUDEN

---

29	Vanuit een experiment de eigenschappen van een serieschakeling van verbruikers verklaren en wiskundig duiden.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verdeling van spanning</li> </ul>
30	Vanuit een experiment de eigenschappen van een parallelschakeling van verbruikers verklaren en wiskundig duiden.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verdeling van stroom</li> </ul>
31	De eigenschappen van serie- en parallelschakeling van weerstanden toepassen in een gemengde schakeling en de berekende resultaten toetsen in een praktische opstelling.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gemengde schakelingen <ul style="list-style-type: none"> <li>– vervangingsweerstand</li> <li>– deelspanningen en -stromen</li> <li>– metingen</li> </ul> </li> </ul>
32	Vanuit een experiment de eigenschappen van een onbelaste en belaste spanningsdeler verklaren en wiskundig duiden.	

### 6.2.5 De eigenschappen van bronnen toelichten.

LEERPLANDOELSTELLINGEN	LEERINHOUDEN
33 Een eenvoudige galvanische cel opbouwen en de principewerking ervan toelichten.	<ul style="list-style-type: none"><li>• Opbouw en principewerking<ul style="list-style-type: none"><li>– anode</li><li>– kathode</li><li>– zuur of alkalisch midden</li></ul></li></ul>
34 Het begrip ladingscapaciteit van een chemische bron met behulp van een voorbeeld toelichten.	
35 De hoofdeigenschappen van een spanningsbron verklaren en wiskundig duiden.	<ul style="list-style-type: none"><li>• Hoofdeigenschappen<ul style="list-style-type: none"><li>– inwendige weerstand</li><li>– kortsluitstroom van een bron</li><li>– klemspanning</li><li>– inwendige spanning</li><li>– inwendige spanningsval</li><li>– max stroomsterkte</li></ul></li><li>• Ideale spanningsbron</li></ul>
36 De relatie tussen de eigenschappen van een galvanische cel en die van een samengestelde galvanische spanningsbron experimenteel vaststellen.	<ul style="list-style-type: none"><li>• Eigenschappen van de serieschakeling van bronnen<ul style="list-style-type: none"><li>– metingen</li><li>– inwendige weerstand</li><li>– klemspanning</li><li>– ladingscapaciteit</li></ul></li></ul>
37 Herlaadbare en niet herlaadbare galvanische cellen herkennen en toelichten.	<ul style="list-style-type: none"><li>• Spanning</li><li>• Oplaadmethode</li><li>• Milieuvoorschriften</li><li>• Soorten (eigenschappen)</li></ul>

### 6.2.6 De factoren die de weerstand van een geleider beïnvloeden duiden.

LEERPLANDOELSTELLINGEN	LEERINHOUDEN
38 Van uit een experiment de factoren die de weerstand van een vaste geleider beïnvloeden verklaren en wiskundig duiden.	<ul style="list-style-type: none"><li>• Wet van Pouillet</li><li>• Berekeningen</li><li>• Spanningsverlies in geleiders</li></ul>
39 De invloed van de temperatuur op een geleider verklaren en duiden.	<ul style="list-style-type: none"><li>• Invloed van de temperatuur<ul style="list-style-type: none"><li>– PTC</li><li>– NTC</li></ul></li><li>• Supergeleiding</li></ul>

## 6.2.7 De begrippen van het elektromagnetisme duiden.

LEERPLANDOELSTELLINGEN	LEERINHOUDEN
40 De basisbegrippen van het magnetisme toelichten.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Basisbegrippen               <ul style="list-style-type: none"> <li>– magnetische massa</li> <li>– poolpunt, poolas en poolafstand</li> <li>– krachtwerking tussen magneten</li> <li>– permeabiliteit</li> </ul> </li> </ul>
41 De specifieke begrippen van het magnetisme duiden.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Specifieke begrippen:               <ul style="list-style-type: none"> <li>– magnetisch veld</li> <li>– magnetische veldsterkte</li> <li>– magnetische flux</li> <li>– magnetische inductie (fluxdichtheid)</li> </ul> </li> </ul>
42 De proef van Oersted uitvoeren en de waarnemingen verklaren.	
43 Vanuit experimenten de factoren die de veldsterkte beïnvloeden vaststellen.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Magnetische veldsterkte:               <ul style="list-style-type: none"> <li>– rond een rechte geleider</li> <li>– in een winding</li> <li>– in een solenoïde</li> <li>– in een elektromagneet</li> </ul> </li> </ul>
44 De magnetische keten toelichten.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Magnetische keten:               <ul style="list-style-type: none"> <li>– gesloten</li> <li>– open</li> </ul> </li> <li>• Toepassingen elektromagnetisme</li> <li>• Wet van Hopkinson</li> </ul>
45 Het hysteresisverschijnsel experimenteel vaststellen.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Remanent magnetisme</li> <li>• Magnetische saturatie</li> <li>• Hysteresis (B-H) curven</li> </ul>
46 Vanuit een proefopstelling het gedrag van een stroomvoerende geleider in een magnetisch veld toelichten en wiskundig duiden.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lorentzkracht               <ul style="list-style-type: none"> <li>– grootte, zin en richting</li> </ul> </li> <li>• Toepassingen</li> </ul>
47 Het ontstaan van de kracht tussen twee evenwijdige stroomvoerende geleiders toelichten.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grootte, richting en zin</li> <li>• Toepassingen</li> </ul>
48 Vanuit een proefopstelling het ontstaan van gegeneerde spanning ten gevolge van beweging verklaren en wiskundig duiden.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grootte, richting en zin</li> <li>• Toepassingen</li> <li>• Factoren</li> </ul>
49 De relatie tussen de factoren die ze beïnvloeden wiskundig beschrijven.	<ul style="list-style-type: none"> <li>– magnetische inductie</li> <li>– lengte van een geleider</li> <li>– loodrechte projectie</li> </ul>

50	Vanuit een proefopstelling het ontstaan van geïnduceerde spanning tengevolge van fluxverandering verklaren en wiskundig duiden.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grootte, richting en zin</li> <li>• Wet van Lenz</li> <li>• Toepassingen</li> </ul>
51	Zelfinductiecoëfficiënt 'L' van een spoel verklaren en wiskundig duiden.	
52	Vanuit een proefopstelling wederzijdse inductie verklaren.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wederzijdse inductie, transformator</li> <li>• Toepassingen</li> </ul>
53	Het verband tussen de factoren die wederzijdse inductie beïnvloeden wiskundig duiden.	

### 6.2.8 *Het werkingsprincipe van een condensator duiden.*

#### LEERPLANDOELSTELLINGEN

#### LEERINHOUDEN

54	De krachtwerking tussen ladingen duiden.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wet van Coulomb</li> <li>• Analogie met de gravitatiewet van Newton</li> </ul>
55	Het begrip elektrostatische veldsterkte duiden.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Analogie met de gravitatieveldsterkte en de derde wet van Newton</li> </ul>
56	Het begrip capaciteit toelichten.	
57	De principiële opbouw van een condensator toelichten.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Soorten</li> <li>• Eigenschappen</li> </ul>

### 6.2.9 *Opslag van elektrische energie duiden.*

#### LEERPLANDOELSTELLINGEN

#### LEERINHOUDEN

58	Energie opgeslagen in een elektrisch veld wiskundig duiden.	
59	Energie opgeslagen in een magnetisch veld wiskundig duiden.	
60	Het gedrag van een condensator en een spoel op een constante gelijkspanning toelichten.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Metingen met condensator</li> <li>• Grafische voorstelling</li> <li>• Overgangsfase en regimetoestand</li> <li>• Tijdsconstante</li> </ul>

## 6.2.10 Enkelvoudige wisselstroomkringen meten en berekenen.

LEERPLANDOELSTELLINGEN	LEERINHOUDEN
61 Bij de serieschakeling van spoelen of condensatoren de vervangende zelfinductie respectievelijk capaciteit bepalen. <b>(U)</b>	
62 Bij de parallelschakeling van spoelen of condensatoren de vervangende zelfinductie respectievelijk capaciteit bepalen. <b>(U)</b>	
63 Bij de gemengde schakeling van spoelen of condensatoren de vervangende zelfinductie respectievelijk capaciteit bepalen. <b>(U)</b>	
64 Het ontstaan van een sinusoïdaal signaal beschrijven.	<ul style="list-style-type: none"><li>• Voorstelling in de tijd</li><li>• Vectorvoorstelling</li><li>• Begrippen</li><li>• Wiskundige (ogenblikkelijke) voorstelling</li></ul>
65 Het gedrag van een weerstand, een spoel en condensator op wisselspanning toelichten.	<ul style="list-style-type: none"><li>• Ideale weerstand</li><li>• Ideale spoel</li><li>• Ideale condensator</li></ul>
66 Enkelvoudige wisselstroomketens opbouwen en bemeten op verschillende frequenties.	<ul style="list-style-type: none"><li>• Spoel met gelijkstroomweerstand (serie), impedantie</li></ul>
67 De resultaten van experimenten toetsen aan grafisch bepaalde waarden.	<ul style="list-style-type: none"><li>• Condensator met gelijkstroomweerstand (parallel), impedantie</li><li>• Vectorvoorstelling</li></ul>
68 De resultaten van experimenten toetsen aan berekende waarden	<ul style="list-style-type: none"><li>• De complexe operator 'j' ('i') <b>(U)</b></li><li>• Complexe notatie van een wisselstroom of spanning<ul style="list-style-type: none"><li>– amplitude</li><li>– fase</li></ul></li><li>• Bewerkingen met complexe getallen in recht-hoekcoördinaten <b>(U)</b></li><li>• Bewerkingen met complexe getallen in poolcoördinaten <b>(U)</b></li></ul>

## 6.3 Specifieke doelstellingen en leerinhouden te realiseren in Elektrische schakeltechnieken

### 6.3.1 Algemeen

De leerling kan:

- technisch communiceren met behulp van tekeningen en schema's;

- veilige elektrische uitrusting bouwen;
- door zijn kritische en analytische ingesteldheid eenvoudige processen uitrafelen tot eenduidige algoritmen die hen in staat stellen processen te automatiseren;
- door zijn inzicht in het verloop van processen algoritmes opdelen in subalgoritmes, die hem toelaten structuur te handhaven in proceduregerichte programma's;
- na het uitvoeren van een experiment of realisatie, nauwgezet rapporteren in functie van de werking van de realisatie en/of het theoretische kader van het experiment

**(U):** doelstellingen en leerinhouden die als uitbreiding kunnen worden behandeld, middels het realiseren van proefopstellingen en uitvoeren van experimenten.

### 6.3.2 *Technisch communiceren met behulp van tekeningen en schema's.*

#### LEERPLANDOELSTELLINGEN

#### LEERINHOUDEN

69	Van de uit te voeren werkzaamheden de tekeningen en schema's lezen en de uitvoeringstekeningen aanvullen.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Symbolische voorstelling</li> <li>• Componenten</li> <li>• Codering</li> </ul>
----	---	---

### 6.3.3 *Veilige elektrische uitrusting bouwen.*

#### LEERPLANDOELSTELLINGEN

#### LEERINHOUDEN

70	Aan de hand van een elektrisch schema en technische documentatie, de functie en onderlinge relatie van de componenten in een systeem voor elektrische energieverdeling verklaren.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Draad, kabel en verbindingen</li> <li>• Beveiligingen</li> <li>• Toepassingen</li> </ul>
71	Aan de hand van een elektrisch schema en technische documentatie volgens vigerende voorschriften kringen voor elektrische energieverdeling realiseren.	

### 6.3.4 *Elektrische stuur- en vermogenskringen ontwerpen en realiseren.*

#### LEERPLANDOELSTELLINGEN

#### LEERINHOUDEN

72	Aan de hand van het elektrisch schema en technische documentatie volgens vigerende voorschriften, stuur- en vermogensschakelingen opbouwen en testen.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Elektrische schakelingen <ul style="list-style-type: none"> <li>– enkelpolig</li> <li>– dubbelpolig</li> <li>– wisselschakeling</li> </ul> </li> <li>• Stuurschakelingen <ul style="list-style-type: none"> <li>– relais, contactor</li> </ul> </li> <li>• Impulsrelais</li> </ul>
----	---	---

- |    |   |   |
|----|---|---|
| 73 | Storingen opsporen in een bestaande schakeling. | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Methodiek</li> <li>• Storingen <ul style="list-style-type: none"> <li>– kortsluitingen</li> <li>– slechte contacten en verbindingen</li> </ul> </li> </ul> |
|----|---|---|

### **6.3.5 Eenvoudige machinesturingen ontwerpen en realiseren.**

- 
- |    |   |   |
|----|---|---|
| 74 | Binnen een gegeven opdracht diverse actuatoren en schakelcontacten aansluiten en de realisatie testen op functionaliteit. |   |
| 75 | Met behulp van de documentatie van de fabrikant eenvoudige sturingen met micro PLC's programmeren, realiseren en testen.  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Elektro-pneumatische toepassingen</li> <li>• ....</li> </ul> |
| 76 | Eenvoudige processen analyseren en eenvoudige algoritmen opstellen.   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grafische programmeermethode</li> </ul>                      |
- 

## **6.4 Specifieke doelstellingen en leerinhouden te realiseren in Mechanica**

### **6.4.1 Algemeen**

De leerling verwerft in mechanica, middels het realiseren van proefopstellingen en uitvoeren van experimenten, basisinzichten in de wiskundige wetenschappelijk onderbouwde wetmatigheden van de mechanica in het bijzonder de statica, kinematica en dynamica. Hij kan ze met succes toepassen in de theoretisch-technologische vakken van de vervolgopleiding. Concreet worden onderstaande competenties: vooropgesteld

De leerling kan:

- via de basisinzichten in de wetmatigheden van de mechanica lab opstellingen realiseren en experimenten uitvoeren;
- door zijn rekvaardigheid de wetmatigheden van de mechanica toepassen.

(U): doelstellingen en leerinhouden die als uitbreiding kunnen worden behandeld, middels het realiseren van proefopstellingen en uitvoeren van experimenten.



## 6.4.2 *Mechanica*

### LEERPLANDOELSTELLINGEN

### LEERINHOUDEN

77	De basisbegrippen van de bewegingsleer beschrijven.	<ul style="list-style-type: none"><li>• Scalaire en vectoriele grootheid<ul style="list-style-type: none"><li>– voorstelling</li><li>– som, verschil, projectie</li></ul></li><li>• Rust en beweging</li><li>• Baan<ul style="list-style-type: none"><li>– rechtlijnig, kromlijnig</li></ul></li><li>• Bewegingsrichting en –zin</li><li>• Lengte- en tijdseenheden</li><li>• Afgelegde weg en verplaatsing</li><li>• Snelheid</li><li>• Versnelling</li><li>• Middelpuntshoek</li><li>• Graad, radiaal</li></ul>
78	De relatie tussen de elementen van de bewegingen interpreteren en wiskundig duiden.	<ul style="list-style-type: none"><li>• Omrekeningen bij grootheden, eenheden en symbolen</li><li>• Vectoriële voorstellingen</li><li>• Eenparig rechtlijnige beweging</li><li>• Eenparig cirkelvormige beweging</li><li>• Eenparig veranderlijke rechtlijnige beweging<ul style="list-style-type: none"><li>– vrije val en verticale worp</li></ul></li><li>• Eenparig veranderlijke cirkelvormige beweging</li><li>• Samenstellen van twee eenparige rechtlijnige bewegingen</li></ul>
79	In toepassingen de overbrengingswijze van eenparige bewegingen herkennen en de technologische begrippen van de overbrengingscomponenten toelichten.	<ul style="list-style-type: none"><li>• Rechtlijnig-cirkelvormig</li><li>• Cirkelvormig-cirkelvormig</li><li>• Riemoverbrenging</li></ul>
80	De overbrengingsverhoudingen van mechanismen toelichten en wiskundig duiden.	<ul style="list-style-type: none"><li>• Tandwielmechanisme</li><li>• Kettingaandrijving</li></ul>
81	Aan de hand van voorbeelden de traagheidswet toelichten.	<ul style="list-style-type: none"><li>• Eerste wet van Newton</li></ul>
82	De invloed van de resulterende kracht en de massa op de bewegingstoestand, toelichten en wiskundig duiden.	<ul style="list-style-type: none"><li>• Tweede wet van Newton</li><li>• Grootheden, eenheden en symbolen</li><li>• Toepassingen</li></ul>
83	De wet van actie en reactie formuleren en toelichten aan de hand van voorbeelden.	<ul style="list-style-type: none"><li>• Derde wet van Newton</li></ul>

84	Coplanaire krachten toelichten, samenstellen en ontbinden en wiskundig duiden.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Resultante <ul style="list-style-type: none"> <li>– definitie</li> <li>– bepaling van de resultante: grafisch, analytisch</li> <li>– krachten met dezelfde werklijn</li> <li>– samenlopende krachten</li> <li>– evenwijdige krachten</li> <li>– ontbinding en berekening van de deelkrachten</li> </ul> </li> </ul>
85	Het moment van een kracht definiëren en wiskundig duiden.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grootte, eenheid, symbool</li> <li>• Moment van een kracht t.o.v. een punt</li> <li>• Principewerking van een momentsleutel</li> <li>• Moment van een stelsel van coplanaire krachten t.o.v. een punt</li> <li>• Stelling van Varignon</li> <li>• Ontbinding en berekening van de deelkrachten</li> <li>• Krachtenkoppel</li> <li>• Moment van een krachtenkoppel</li> <li>• Vectoriële voorstelling</li> </ul>
86	De algemene evenwichtsvoorwaarden bij lichamen toelichten en wiskundig duiden	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lichamen waarop coplanaire krachten werken</li> <li>• Vrij en gebonden lichaam <ul style="list-style-type: none"> <li>– lichaam vrijmaken</li> <li>– evenwichtsvoorwaarden</li> <li>– berekening steunpunctreacties</li> </ul> </li> <li>• Lichamen ingeklemd en opliggend op twee steunpunten</li> </ul>
87	Bij constructies en/of –onderdelen de krachtwerking ervaren.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Eenvoudige krachtmetingen</li> </ul>
88	Het begrip glijdende wrijving formuleren , interpreteren en wiskundig duiden.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Soorten wrijving : statisch, dynamisch <ul style="list-style-type: none"> <li>– smering</li> <li>– begrippen</li> </ul> </li> </ul>
89	De begrippen arbeid en vermogen van een kracht in toepassingen interpreteren en wiskundig duiden.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Arbeid en vermogen bij een constante kracht en een eenparige rechtlijnige beweging. <ul style="list-style-type: none"> <li>– de werklijn van de kracht en de beweging vallen samen</li> <li>– de werklijn van de kracht en de beweging maken een hoek</li> </ul> </li> </ul>

90	Het begrip energie in toepassingen interpreteren en wiskundig duiden.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Begrip energie</li> <li>• Mechanische energieomzettingen</li> <li>• Energievormen – duurzame alternatieven</li> <li>• De wet van behoud van energie</li> <li>• Berekenen van potentiële en kinetische energie</li> </ul>
<hr/>		
91	Proefondervindelijk de plaats van het zwaartepunt van vlakke figuren bepalen, toelichten en wiskundig duiden.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Definitie begrip statisch moment</li> <li>• Bepaling bij enkelvoudige vlakke figuren: vierkant, driehoek, cirkelvormige doorsnede, rechthoek...</li> </ul>
92	Gewichten en hun aangrijpingspunten bij lichamen berekenen.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bepaling bij samengestelde figuren</li> <li>• Bepaling bij volumes (<b>U</b>)</li> </ul>

## 6.5 Specifieke doelstellingen en leerinhouden te realiseren in Elektromechanische processen

### 6.5.1 Algemeen

In de 2de graad tso wordt in Elektromechanische processen gewerkt rond technologische inzichten en zijn toepassingen, het communiceren en ontwerpen via de tekentaal en het realiseren van eenvoudige toepassingen. Concreet worden onderstaande competenties vooropgesteld:

Een leerling kan:

- technisch communiceren met behulp van tekeningen en schema's
- mechanische constructieonderdelen toelichten via tekenen en communiceren tussen het ontwerp en de uitvoering;
- een realisatie simuleren met mechanische vormgeving en montage;
- de functie en de onderlinge relatie van een geheel en componenten uit een pneumatische kring toelichten via tekenen en communiceren tussen het ontwerp en de uitvoering;
- een realisatie simuleren/uitvoeren met een pneumatische kring.

### 6.5.2 Mechanisch vormgeven.

#### LEERPLANDOELSTELLINGEN

#### LEERINHOUDEN

93	Het belang van genormaliseerde voorschriften in tekeningen toelichten.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tekening als communicatiemiddel tussen ontwerper en uitvoerder</li> <li>• Bladschikking</li> <li>• Projectiemethode - Symbolische voorstelling</li> <li>• Schikking van de aanzichten</li> <li>• Schalen</li> <li>• Titelhoek: standaard <ul style="list-style-type: none"> <li>– verklaring van de invulling</li> </ul> </li> </ul>
----	--	---

94	Van een bestaand(e) constructie/werkstuk, de meetkundige basisvormen herkennen, de afmetingen opmeten en een 3D voorstelling met een CAD-pakket tekeningen maken.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aanzichten</li> <li>• Doorsnede</li> </ul>
95	Op een tekening van een constructie, genormaliseerde uitvoeringsvoorschriften en maten aanbrengen en toelichten.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Maatvoering</li> <li>• Aanduiding – uitvoering</li> <li>• Titelhoek</li> <li>• Schroefdraad</li> <li>• Tolerantie</li> </ul>
96	In een gegeven opdracht aan de hand van technische documentatie het gebruikte materiaal toelichten.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fysische eigenschappen</li> <li>• Ecologische aanpak</li> <li>• Mechanische verwerkingsparameters</li> </ul>
97	Een bestaand werkstuk opmeten, de meetwaardes interpreteren.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Evalueren – opmeten – rapporteren Kwaliteitscriteria – functionele toleranties</li> <li>• Meet- en controle-instrumenten</li> <li>• Meetopstelling</li> </ul>
98	Binnen een gegeven opdracht proefondervindelijk van verspanende snijgereedschappen de kenmerken en de factoren die bij een verspanende bewerking afhankelijk van het snijproces, de spaanvorming beïnvloeden, vaststellen en toelichten.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Snijgereedschap</li> <li>• Snijproces <ul style="list-style-type: none"> <li>– te bewerken materialen</li> <li>– hoeken - snijgeometrie</li> <li>– spaanvorming</li> </ul> </li> </ul>
99	Binnen een gegeven opdracht aan de hand van technische documentatie, een werkvoorbereiding van het verspaningsproces opmaken en toelichten	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Snijproces</li> <li>• Snijgereedschap</li> <li>• Snijparameters</li> <li>• Opspanmethode werkstuk</li> <li>• Instelling werktuigmachine</li> </ul>
100	Van een eenvoudig werkstuk aan de hand van een tekening en technische documentatie een CNC - programma uitwerken, simuleren.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Relatie tekening werkstuk</li> <li>• CNC-programmatie</li> <li>• Simulaties van bewerkingen</li> </ul>
101	In een bestaande montage aan de hand van tekeningen de onderdelen aanwijzen, benoemen en de plaatsing ervan in de montage terugvinden.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Montagetekeningen</li> </ul>
102	In een bestaande montage aan de hand van documentatie, de functie, kenmerken en onderlinge relatie van onderdelen toelichten.	
103	Aan de hand van tekeningen en technische documentatie in een bestaande constructie, - onderdelen (de)monteren.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• (De)montagegereedschappen</li> <li>• (De)montagetechnieken</li> </ul>
104	Van een eenvoudig werkstuk aan de hand van een tekening en technische documentatie een	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conventionele werktuigen</li> </ul>

	verspanend vormgevingsproces kiezen, toelichten, een werkvoorbereiding opmaken en realiseren.(U)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• cnc-gestuurde werktuigen</li> <li>• ...</li> </ul>
105	Van een eenvoudig werkstuk aan de hand van een tekening en technische documentatie een niet verspanend vormgevingsproces kiezen, toelichten, een werkvoorbereiding opmaken en realiseren.(U)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lassen – Solderen</li> <li>• Plaatbewerking</li> </ul>
106	De gereedschappen en machines volgens verstrekte richtlijnen oordeelkundig gebruiken, onderhouden en opbergen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Handleiding <ul style="list-style-type: none"> <li>– gebruik</li> <li>– instelling</li> <li>– onderhoud</li> <li>– opbergen</li> </ul> </li> <li>• Machine – instructiekaart</li> <li>• Onderhoudsinstructiekaart</li> </ul>

## PEDAGOGISCH-DIDACTISCHE WENK

Durf denken aan alternatieve bewerkingen zoals 3D-printing.

### 6.5.3 *Pneumatische schakelingen realiseren.*

#### LEERPLANDOELSTELLINGEN

#### LEERINHOUDEN

107	In een gemonteerde pneumatische installatie aan de hand van een schema en documentatie de verschillende energiekringen en componenten herkennen, de componenten benoemen, hun functie en onderlinge relatie toelichten.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pneumatische schema's en installaties</li> <li>• Componenten</li> <li>• Werking</li> <li>• Elektropneumatische schema's en installaties (U)</li> </ul>
108	Volgens een uitvoeringsplan pneumatische componenten monteren en aansluiten en op een goede functionerende werking volgens opgave controleren.	

## 7 Minimale materiële vereisten

### 7.1 Infrastructuur

#### 7.1.1 Labo

Men dient te beschikken over een ruime werkplaats, die beantwoordt aan de reglementaire eisen op het vlak van veiligheid, gezondheid, hygiëne, ergonomie en milieu. In het bijzonder wordt er aandacht gevraagd voor het verfraaien en het inrichten van oude of verouderde werkplaatsen. Zij bepalen immers in belangrijke mate het leer- en leefklimaat van de leerlingen. Voor alle betrokkenen blijft het een belangrijke uitdaging om voor deze leerlingengroep een aangename leeromgeving te creëren. Ook moet er voldoende ruimte worden voorzien voor het stapelen van materialen, het bergen van zwaar materieel en het opbergen van onderhoudsmateriaal. Een ruimte voor het wegbergen van dure of breekbare gereedschappen en meettoestellen is eveneens geen overbodige luxe.

Daarnaast zijn volgende lokalen, liefst aangrenzend, noodzakelijk:

- een goed uitgerust klaslokaal met documentatiecentrum
- een goed uitgerust informaticalokaal met internetaansluiting
- een wasplaats
- een kleedkamer

#### 7.1.2 Vaklokaal

##### Algemeen

- Schoolmeubilair
- Projector
- Pc's, printer, software (tekstverwerking, rekenblad, bestandsbeheer, simulatiepakketten, CAD- tekenpakket)

### 7.2 Specifieke minimale materiële vereisten

#### 7.2.1 Elektriciteit

Dit is een geïntegreerd pakket, het veronderstelt derhalve een goed uitgerust vaklokaal voorzien van moderne media voor het aanschouwelijk aanbrengen van nieuwe inhoud. Alle experimenten opgenomen in dit leerplan zijn **doeproeven**, niettemin zijn enkele didactische meetinstrumenten en didactische panelen onontbeerlijk voor het begeleiden van de door de leerlingen uitgevoerde experimenten.

De opstelling van het meubilair in het vaklokaal spoort de leerlingen aan om niet alleen van de leerkracht maar ook van de medeleerlingen te leren, een ruim lokaal waar experimenten en theorie elkaar dienen.

- Universeel plug-in systeem
- Plug-in componenten, weerstanden spoelen en condensatoren
- Meetsnoeren
- Multimeters
- Regelbare, begrensde voeding (0-30V, 0-2A)
- LF-Functiegenerator

- LF-Oscilloscoop
- Begrensde stroombron voor doeproeven rond elektromagnetisme (vb. lastransformator)
- Diverse kernen, spoelen en kompasnaaldjes voor doeproeven rond elektromagnetisme
- Platform voor het grafisch ontwikkelen van proceduregerichte programma's
- PC's met grafische programmeersoftware voor programmeerbare bouwstenen en micro PLC's

### **7.2.2 Elektrische schakeltechnieken**

- Diverse vermogenschakelaars, differentieelschakelaars, elektrisch schakelmateriaal
- Kleine elektrische schakelkastjes
- Diverse schakelmateriaal voor rechtstreeks (schakelaars, drukknoppen) en onrechtstreeks schakelen (elektromagnetische en elektromechanische schakelaars)
- Diverse sensoren, limietschakelaars met spanningsvrije contacten
- Diverse micro PLC's
- Diverse actoren, kleine elektromotoren, ventielen en cilinders ed.
- Mechanische constructies voor het monteren van limietschakelaars en actuatoren

### **7.2.3 Mechanisch vormgeven**

Dit is een pakket dat een goed uitgerust vaklokaal vraagt, voorzien van moderne media voor het aanschouwelijk aanbrengen van de inhoud. Verder moet er voldoende uitrusting aanwezig zijn om experimenten opgenomen in dit leerplan uit te voeren.

- Kledij en individuele beschermingsmiddelen
  - Oordopjes
  - Overall
  - Veiligheidsbril met zijschermen
  - Veiligheidshandschoenen
  - Veiligheidsschoenen
- Metaalbewerkingsmachines met bijbehorende snijgereedschappen
  - CNC-gestuurde werktuigmachine
  - Snijgereedschappen voor CNC-gestuurde werktuigmachine
  - Zaagmachine
  - Boormachine
  - Slijpmolen
  - Beitelkrachtmeter (**U**)
  -
- Aftekengereedschappen in de werkplaats
  - Hoekmeter
  - Winkelhaak
  - Aftekentafel
  - Krasblok

- Maatlat 15 cm
- Meetgereedschappen in de werkplaats
  - Schuifmaten
  - Schroefmaten
  - Dieptemaat
  - Set geslepen V-blokken **(U)**
  - Set haakse steunblokken **(U)**
  - Schroefdraadmal **(U)**
  - Hoogtemeter **(U)**
  - Meetklok
  - Set ruwheidplaatjes **(U)**
  - Set pen- en bekkalibers **(U)**
  - Schroefmaat voor schroefdraadmeting **(U)**
- Handwerktuigen
  - Schroevendraaiers
  - Set sleutels (steek-, ring-, inbus-, potsleutels)
  - Set verstelbare wringijzers voor tappen en handruimers
  - Set vijlen
  - Werkbank met bankschroeven
  - Set binnentrekkers voor kogellagers
  - Set borgveertangen voor binnenringen
  - Set borgveertangen voor buitenringen

#### **7.2.4 Pneumatische schakelingen**

- Compressorgroep met luchtconditioneringsgroep
- Diverse cilinders, ventielen ...
- Didactische borden voor de uitwerking van pneumatische schakelingen



## 8 Bibliografie

### **Beroepsprofielen**

SERV

### **Schaal voor attitudemeting (SAM)**

Verbond van Christelijke Werkgevers en Kaderleden

### **Richtlijnen - Normen technisch tekenen**

CRITTO

### **Polytechnisch zakboekje**

Standaard educatieve Uitgeverij

Belgiëlei 147 a

2018 Antwerpen

### **Tabellenboek voor metaaltechniek**

Wolters Plantyn

### **Werkplaatsmeettechniek**

Langereis F.

De Vey Mestdagh

Markt 51

4331 Middelburg

ISBN 90 6376 012 4

### **Verspaningstechnologie**

De Vey Mestdagh

Markt 51

4331 Middelburg

ISBN 90 6376 012 4

### **Productietechnieken**

Muiser J.

Educaboek BV

Culemborg

Nederland

## 9 Nuttige adressen

### **Agoria Vlaanderen**

Diamantbuilding  
Reyerslaan 80  
B 1030 Brussel  
Website: <http://www.agoria.be/>

### **Fechiplast**

Marie-Louizasquare 49  
B 1000 Brussel

### **BIN (Belgisch Instituut voor Normalisatie)**

Brabançonnelaan 29  
1040 BRUSSEL  
Tel.: 02 520 22 33  
Website: <http://www.bin.be/NL/index.htm>  
E-mail: [webmaster@ibn.be](mailto:webmaster@ibn.be)

### **DBO (Dienst voor Beroepsopleidingen)**

Koningsstraat 93 bus 3  
1000 BRUSSEL  
Tel.: 02 227 14 11  
Fax: 02 227 14 00  
Website: <http://www.ond.vlaanderen.be/dbo/>  
E-mail: [DBO@Vlaanderen.be](mailto:DBO@Vlaanderen.be)

### **KVIV (Koninklijke Vlaamse Ingenieurs Vereniging)**

Desguinlei 214  
2018 ANTWERPEN  
Tel.: 03 216 09 96  
E-mail: [critto@ti.kviv.be](mailto:critto@ti.kviv.be)  
Website: <http://www.ti.kviv.be/critto>

### **Verbond van Kristelijke Werkgevers en Kaderleden**

Tervurenlaan 463  
1160 BRUSSEL  
Tel.: 02 773 16 80

### **VLOR (Vlaamse Onderwijsraad)**

Leuvenseplein 4  
1000 BRUSSEL  
Tel.: 02 219 42 99  
Fax: 02 219 81 18  
E-mail: [vlaamse.onderwijsraad@vlor.be](mailto:vlaamse.onderwijsraad@vlor.be)  
Website: <http://www.vlor.be>

### **VIK (Vlaamse Ingenieurskamer)**

Herentalsebaan 643  
2160 WOMMELGEM  
Tel.: 03 259 11 00  
Fax 03 259 11 01  
E-mail: [ing@vik.be](mailto:ing@vik.be)  
Website: <http://www.vik.be>

**VMM (Vlaamse Milieumaatschappij)**

A. Van De Maelestraat 96  
9320 EREMBODEGEM  
Tel.: 053 72 64 45  
Website: <http://www.vmm.be/>

**VVKSO (Vlaams Verbond van het Katholiek Secundair Onderwijs)**

Guimardstraat 1  
1040 BRUSSEL  
Tel.: 02 507 07 30  
Fax: 02 511 33 57  
E-mail: [info@vvkso.vsko.be](mailto:info@vvkso.vsko.be)  
Website: <http://www.vsko.be>

**WTCB (Wetenschappelijk en Technisch Centrum voor het Bouwbedrijf)**

Maatschappelijke zetel  
Violetstraat 21-23  
1000 BRUSSEL  
Tel.: 02 502.66.90  
E-mail: [info@bbri.be](mailto:info@bbri.be)  
Website: <http://www.bbri.be/wtcb.htm>

**WTCM (Wetenschappelijk en Technisch Centrum van de Metaalverwerkende nijverheid)**

Celestijnenlaan 300C  
3030 Heverlee

**Educam (stichting voor beroepsopleiding in de autosector en aanverwante sectoren)**

Woluwedal 46, bus 0  
1200 Brussel  
Tel.: 02 778 63 30  
Fax: 02 779 11 32  
E-mail: [info@educam.be](mailto:info@educam.be)  
<http://www.educam.be>

**Innovam (Innovatie- en onderwijscentrum motorvoertuigen en tweewielerbranche)**

Structuurbaan 2  
3430 DV Nieuwegein  
Tel.: 030 608 77 77  
Fax: 030 608 77 00  
E-mail: [info@innovam.nl](mailto:info@innovam.nl)  
<http://www.innovam.nl>

**Federaturo vzw**

Woluwedal 46, Bus 9  
1200 Brussel  
Tel.: 02 778 62 00  
Fax: 02 778 62 22  
E-mail: [info@federauto.be](mailto:info@federauto.be)  
<http://www.federauto.be>

**Febiac vzw**

Woluwedal 46, Bus 6  
1200 Brussel  
Tel.: 02 778 64 00  
Fax: 02 762 81 71  
E-mail: [info@febiac.be](mailto:info@febiac.be)  
<http://www.febiac.be>

**Goca vzw**

Technologiestraat 21/25  
1082 Brussel  
Tel.: 02 469 09 00  
Fax: 02 469 05 70  
<http://www.goca.be>

**Robert Bosch nv**

EA Division  
H. Genessestraat 1  
1070 Brussel  
Tel.: 02 525 51 11  
<http://www.bosch.be>

**Kluwer uitgevers**

Ragheno Business Park  
Motstraat 30  
2800 Mechelen  
Tel.: 0800/94571  
E-mail: [info@kluwer.be](mailto:info@kluwer.be)  
<http://www.kluwer.be>

**Autodata pvba**

Thillostraat 3  
2920 Kalmthout  
Tel.: 03 666 45 36  
E-mail: [koen.loopmans@proximedia.be](mailto:koen.loopmans@proximedia.be)  
<http://www.autodata.be>

**TAE nv**

ResaerchPark - Asse zone 1  
Kranenberg 15 Bat 250  
1731 Zellik  
Tel.: 02 481 79 00  
Fax: 02 481 79 49  
E-mail: [info@tae.be](mailto:info@tae.be)  
<http://www.tae.be>

**Vanheck.fts**

J. Monnetlaan 3  
1800 Vilvoorde  
Tel.: 02 255 97 50  
Fax: 02 255 97 60  
E-mail: [vanheck.fts@skynet.be](mailto:vanheck.fts@skynet.be)  
<http://www.vanheckfts.be>