

Opleidingsblauwdruk bachelor in de industriële wetenschappen, afstudeerrichting elektromechanica

Deel 1: Het profiel en de visie van de opleiding

1A Doelstellingen

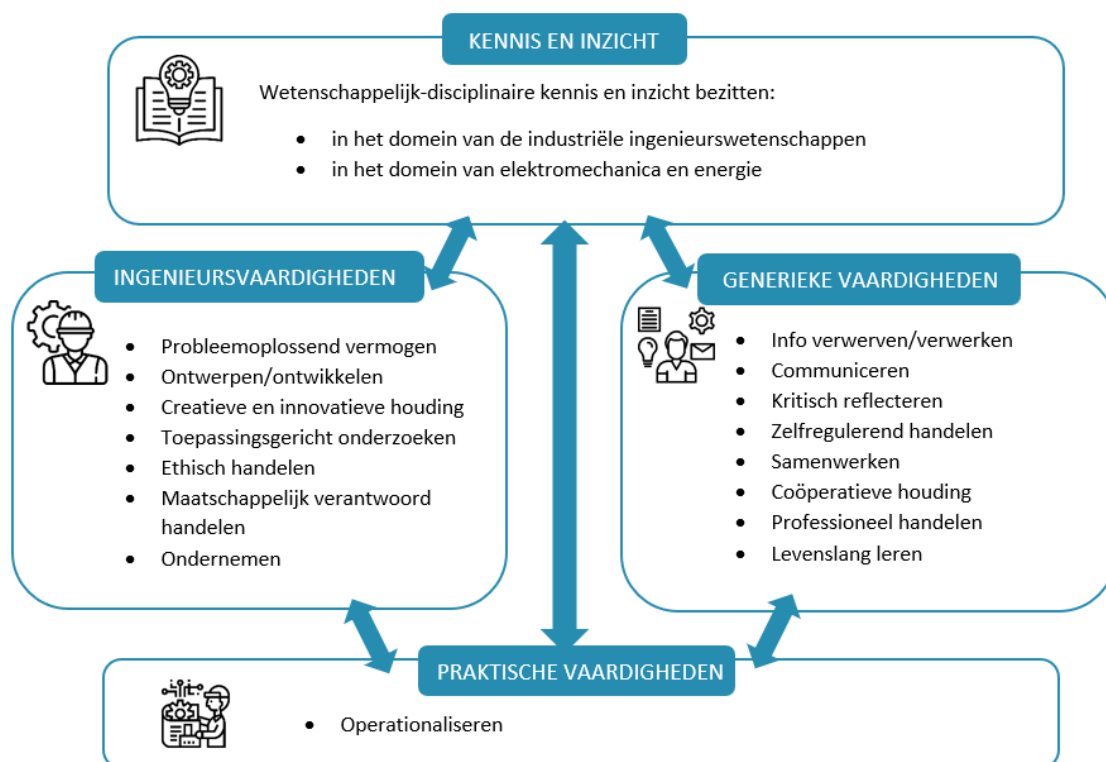
De bachelor in de industriële wetenschappen (IW) met afstudeerrichting elektromechanica is een **academische opleiding** met in eerste instantie een **doorstroomfinaliteit** naar de masteropleidingen IW: elektromechanica en IW: energie. De multidisciplinaire bacheloropleiding wordt gekenmerkt door een brede wetenschappelijke en technologische vorming. De daaropvolgende masteropleiding focust op disciplinespecifieke verdieping en onderzoekscapaciteiten.

De leerresultaten van de bacheloropleiding dragen bij aan het uiteindelijke profiel dat we na de masteropleiding voor ogen hebben: een **breed gevormde, technisch-wetenschappelijk onderlegde en implementatiegerichte ingenieur** die de beroepstitel 'industriële ingenieur' (Ing.) mag dragen. Daarnaast is het uitstroomprofiel afgestemd op de noden van het werkveld en de maatschappij. De opleiding streeft er ook naar om ingenieurs af te leveren met een kritische geest, met creatieve ideeën en zin voor innovatieve ontwikkelingen, met aandacht voor duurzaamheid en maatschappelijke verankering.

Specifiek voor de master IW: elektromechanica gaat het om industriële ingenieurs die zich verdiepen in de hele ontwerp- en realisatiecyclus (m.i.v. materiaalkeuze, machinebouw, aandrijftechnieken en productietechnieken) of in automatisering en mechatronica (m.i.v. stuur- en regeltechniek, toegepaste elektronica, artificiële intelligentie en Industrie 4.0), en dit binnen uiteenlopende contexten: in productieprocessen, voertuigen, robotica, luchtvaarttechnologie, logistiek, biomedische technologie, ...

Specifiek voor de master IW: energie gaat het om industriële ingenieurs met een grote knowhow in (duurzame) thermische en elektrische systemen en de integratie ervan in de energievoorziening van de toekomst. De masteropleiding heeft als belangrijkste pijlers energieproductie en duurzaamheid, innovatieve technologieën voor verwarming, koeling en airconditioning, intelligente energieverdeling en optimaal energiebeheer.

De bachelor IW: elektromechanica streeft meer bepaald de volgende **opleidings specifieke leerresultaten (OLR's) en vormingsdoelen** na (*Figuur 1*):



Figuur 1: Schematisch overzicht en samenhang van de vaardigheden binnen de opleiding.

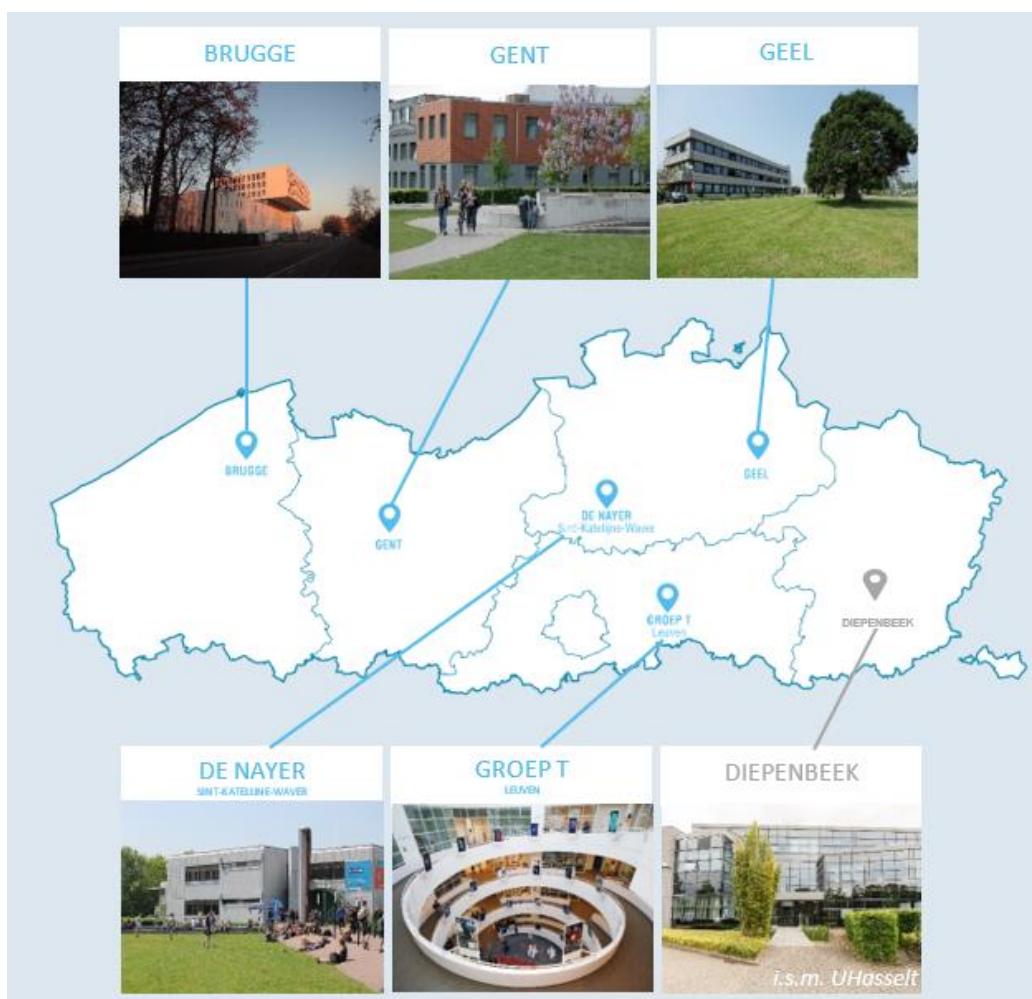
Voor meer informatie over de leerresultaten en vormingsdoelen binnen de faculteit en opleiding:
<https://iiw.kuleuven.be/personeel/ects/handleiding/leerresultaten>

1B Context

De Faculteit Industriële Ingenieurswetenschappen (FIIW) situeert zich binnen de Groep Wetenschap & Technologie (W&T) van KU Leuven, en telt **verschillende campussen** in Vlaanderen.

De bachelor IW: elektromechanica wordt aangeboden op Campus Brugge, Campus Gent, Campus Geel, Campus De Nayer Sint-Katelijne-Waver, Campus Groep T Leuven en Campus Diepenbeek¹ (*Figuur 2*). De opleiding wordt op al deze campussen in het Nederlands aangeboden. Op Campus Groep T wordt het volledige traject eveneens in het Engels georganiseerd.

¹ De opleiding op Campus Diepenbeek is een gezamenlijke opleiding van KU Leuven en UHasselt. Het is een decretaal aparte opleiding die in functie van de eigen context de kwaliteit borgt volgens het kwaliteitszorgsysteem van UHasselt. In deze blauwdruk wordt daarom niet in detail ingegaan op deze opleiding.



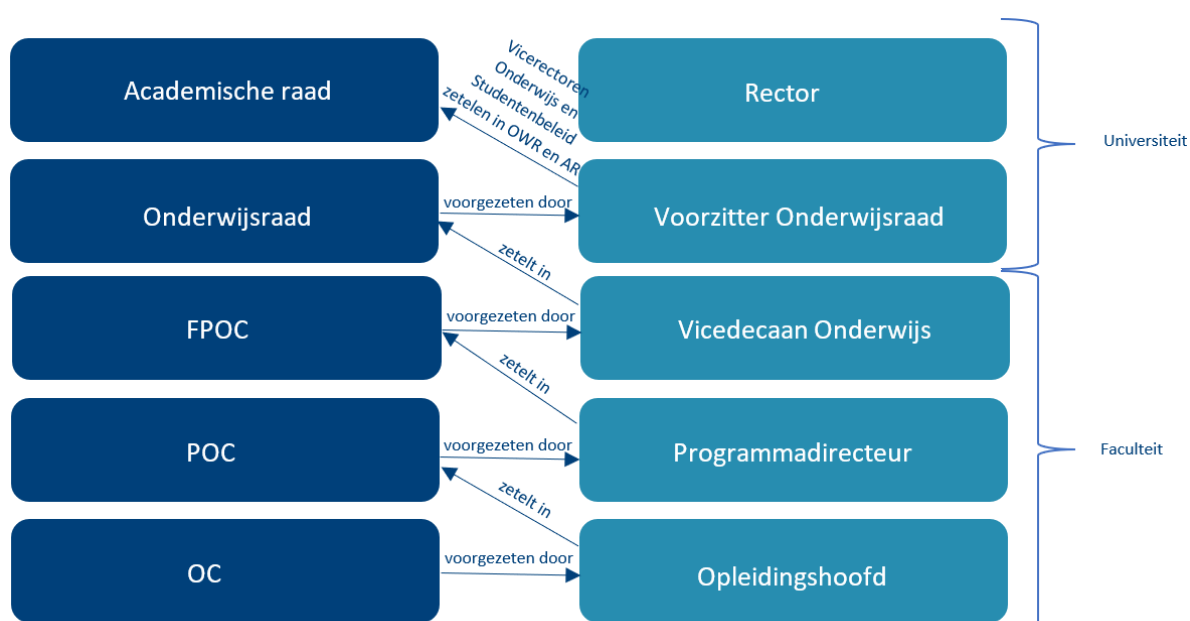
Figuur 2: Campussen binnen FIW die de BA IW met afstudeerrichting elektromechanica aanbieden.

De regionale spreiding en de intense samenwerking binnen FIW bieden studenten de kans om kwaliteitsvol onderwijs in eigen regio te volgen, maar evengoed de mogelijkheid om hun horizon te verbreden en zich te specialiseren in een domein dat niet aanwezig is op hun startcampus. Binnen dit **multicampusmodel** kunnen studenten na het afleggen van de eerste bachelorfase hun opleiding op een andere campus verderzetten. Na het behalen van het bachelordiploma kunnen de studenten ook kiezen voor een masteropleiding op een andere campus, waar de onderzoeksspeerpunten sterker aansluiten bij hun eigen interesses en ambities. In de masterprogramma's zijn eveneens focuspakketten voorzien die studenten op de eigen campus of op een andere campus kunnen volgen.

De organisatie, planning en opvolging van het onderwijs is de bevoegdheid van onderwijscommissies:

- Per campus** is er een **onderwijscommissie (OC)** voor de polyvalente ingenieursvorming, een OC voor de bachelorafstudeerrichting en master IW: elektromechanica en een OC voor de master IW: energie. De OC bestaat uit collega's die betrokken zijn bij de opleidingsonderdelen in de opleiding, met vertegenwoordiging van studenten, en als voorzitter een opleidingshoofd. De OC werkt de visie op de opleiding lokaal uit; garandeert een goede organisatie van het onderwijs op de betrokken campus; zorgt voor de profielbewaking aan de hand van masterproeven en regionale netwerking met het werkveld; neemt eigen initiatieven volgt de initiatieven van de POC op inclusief de opvolging van het kwaliteitszorgsysteem; en rapporteert en adviseert aan de POC.

- De **permanente onderwijscommissie (POC) Elektromechanica** en de **POC Energie** brengen de opleidingshoofden samen, met vertegenwoordiging van studenten en leerlijnverantwoordelijken. Deze POC's worden elk voorgezeten door een programmadirecteur. De POC ontwerpt het onderwijskundig referentiekader van de opleidingen, het onderwijsprogramma en de didactische vormgeving van de opleidingen op basis van de adviezen vanuit de OC's en de facultaire POC (FPOC); volgt de initiatieven van de OC's en FPOC op alsook de resultaten van het kwaliteitszorgsysteem; en rapporteert en adviseert aan de FPOC. Aangezien de bachelor IW met afstudeerrichting elektromechanica ook toegang geeft tot de master IW: energie, vergaderen de POC Elektromechanica en de POC Energie jaarlijks meermaals samen om de gemeenschappelijke onderwerpen uit het curriculum te bespreken.



Figuur 3: Overzicht van de beslissingsstructuur en –organen binnen de faculteit en universiteit met betrekking tot onderwijsgerelateerde zaken.

1C Visie op onderwijs

Als algemene uitgangspunten gelden de visie op onderwijs en leren van KU Leuven (<https://www.kuleuven.be/onderwijs/visie-en-beleid/visie-op-leren-en-onderwijs>) en de missie en visie van FIIW (<https://iiw.kuleuven.be/overfiw/missie-en-onderwijsvisie>).

Concreet wil de opleiding een **brede wetenschappelijke-technologische basis en disciplinespecifieke verdieping** bieden met aandacht voor initiatief, creativiteit en ondernemerschap. Vanuit de regionale aanwezigheid op verschillende campussen in Vlaanderen en het internationale engagement streeft de opleiding er eveneens naar bij te dragen aan een innovatieve en duurzame samenleving.

Bovendien voorziet de opleiding een **activerende leeromgeving** met een **toepassingsgerichte focus** waarbij een brede mix van werkvormen en onderwijsvormen aan bod komt. De leeromgeving wordt vormgegeven met aandacht voor de fase waarin studenten zich bevinden en speelt in op hun disciplinaire future self. Via een doordachte mix van colleges en oefensessies, labosessies en opdrachten, excursies en projectwerk stimuleert de opleiding de toekomstig industrieel ingenieur om

kennis te verwerven en deze toe te leren passen, vaardigheden in te oefenen en attitudes te ontwikkelen. Daarnaast onderscheidt het toepassingsgerichte karakter van de opleiding zich van andere ingenieurs- en wetenschapsopleidingen en de wetenschappelijk-technologische invalshoek vormt het verschil met de artistiek-exploratief sociologisch gerichte architectuuropleidingen.

Vanuit de regionale aanwezigheid en toepassingsgerichte karakter zet de opleiding daarenboven sterk in op **interactie met het werkveld**. De opleiding streeft ernaar een netwerk van bedrijfsrelaties te onderhouden en geïntegreerde opleidingsonderdelen en -activiteiten te organiseren, waarbij het werkveld een belangrijke rol speelt. Dit kan omvat andere bedrijfsseminaries, bedrijfsbezoeken, gastsprekers, bedrijfsstages en het bezoeken van beurzen omvatten.

Gedurende de opleiding ontwikkelen studenten een **onderzoekshouding** en een bewustzijn van de maatschappelijke relevantie van onderzoek. De opleiding streeft ernaar om studenten op te leiden tot industrieel ingenieurs met een kritische instelling, een probleemoplossend vermogen, een bereidheid tot samenwerken, een gedrevenheid tot levenslang leren en een hoge mate van zelfstandigheid. Studenten leren methodisch te werk gaan bij het verzamelen van informatie, het aanpakken van onderzoek, kritisch reflecteren, communiceren en rapporteren.

1D Beginprofiel van de student

De bachelor IW richt zich op **studenten uit een doorstroomrichting van het secundair onderwijs**, met een technisch-wetenschappelijke interesse en een degelijke wiskundige basis (zes uur wiskunde is aangeraden, vier uur wiskunde een minimum), die ingenieursdisciplines willen benaderen vanuit een academisch-wetenschappelijke, implementatiegerichte en probleemoplossende houding.

1E Loopbaanmogelijkheden

Ijkingstoets en voorbereiding

Via de **ijkingstoets** kunnen kandidaat-studenten inschatten hoe hun wiskundekennis en -vaardigheden zich situeren ten opzichte van het verwachte instapniveau van de opleiding. Deelname aan de ijkingstoets is verplicht om te kunnen inschrijven in de opleiding tot de bachelor IW. De ijkingstoets is echter niet bindend. Indien kandidaat-studenten niet slagen kunnen ze zich wel inschrijven voor de opleiding, maar moeten ze een verplichte remediëring volgen. Daarnaast biedt de faculteit verschillende mogelijkheden aan zodat studenten zich goed kunnen voorbereiden op de opleiding, bijvoorbeeld door de Massive Open Online Course (MOOC) basiswiskunde of een zomercursus te volgen. Voor meer informatie: <https://iiw.kuleuven.be/studeren/toekomstigestudenten/ijkingstoets>

De bacheloropleiding is een **doorstroomopleiding**. Na de bacheloropleiding wordt de éénjarige masteropleiding IW: elektromechanica of masteropleiding IW: energie gevolgd. Het uiteindelijke doel van de opleiding is de vorming van industrieel ingenieurs die breed inzetbaar zijn. Doorheen de opleiding krijgen de studenten de kans om te proeven van de verschillende rollen die ze kunnen vervullen als industrieel ingenieur. Stapsgewijs worden studenten in contact gebracht met het werkveld en ontdekken ze geleidelijk aan welke uitstroommogelijkheden het beste passen bij hun persoonlijkheid en interesses.

De meeste industrieel ingenieurs kiezen voor een loopbaan in de industrie, van kleine vzw's en KMO's tot multinationals, in (non-)profitorganisaties of in overheidsinstellingen. Er zijn ontelbare opportuniteiten voor afgestudeerden met een diploma in elektromechanica of energie en er is in quasi **alle sectoren** vraag naar hen, van de voertuigindustrie tot chemie of van bouw tot de maakindustrie.

De **functies** die ze vervullen zijn eveneens zeer gevarieerd.

- Alumni industrieel ingenieurs van de master IW: elektromechanica gaan bijvoorbeeld aan de slag in technisch-wetenschappelijke functies² zoals ontwerper van machines en voertuigsystemen, proces- of kwaliteitsingenieur, veiligheidsingenieur of onderhoudsingenieur.
- Alumni uit de masteropleiding IW: energie vervullen functies zoals energie-ingenieur, veiligheidsingenieur of ontwerper van energie-installaties.

Industrieel ingenieurs werken in diverse rollen zoals commercieel, technisch, ondersteunend en leidinggevend. Met ervaring kunnen ze doorgroeien naar functies als leidinggevende, zaakvoerder, beleidsmaker of commercieel-technisch specialist.

Sommige afgestudeerden specialiseren zich tot slot verder via een **bijkomende opleiding** of een **doctoraat**.

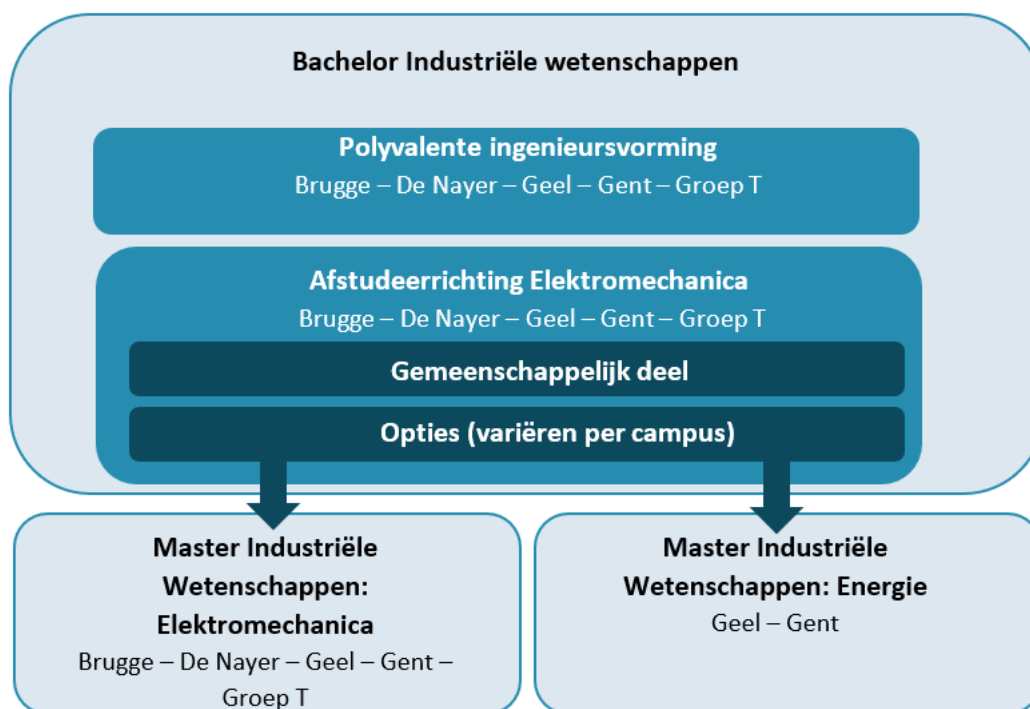
Deel 2: Realisatie van het profiel en de visie

2A Opbouw van de opleiding

Het **modeltraject** van de opleiding tot industrieel ingenieur bestaat uit een driejarige bacheloropleiding gevolgd door een éénjarige masteropleiding.

De bachelor IW telt 180 studiepunten. De eerste bachelorfase start met een brede technisch-wetenschappelijke vorming, de **polyvalente ingenieersvorming**, die per campus voor alle studenten dezelfde is. Vanaf de tweede bachelorfase kiezen de studenten een **afstudeerrichting**: elektromechanica, bouwkunde, chemie of elektronica-ICT. In de derde bachelorfase specialiseren studenten zich bovendien verder in een specifiek domein via het kiezen van een optie binnen de afstudeerrichting elektromechanica. Deze bacheloropleiding bereidt studenten maximaal voor op de aansluitende masteropleiding IW: elektromechanica of masteropleiding IW: energie (*Figuur 4*).

² De technisch-wetenschappelijke functies komen overeen met wat in de wetenschappelijke literatuur wordt aangeduid met de termen 'operational excellence', 'customer intimacy' en 'product leadership'.



Figuur 4: Opbouw van de opleiding.

Doorheen de bachelor- en masteropleiding vormen **vier pijlers** de rode draad in de opleiding:

1. **Ingenieur en wetenschap:** wetenschap en technologie zijn nauw met elkaar verbonden. Studenten ontdekken hoe basiswetenschappen (wiskunde, chemie, fysica en biologie) worden toegepast in technologie.
2. **Ingenieur en technologie:** studenten worden vertrouwd gemaakt met verschillende technologische domeinen.
3. **Ingenieur en wereld:** een ingenieur functioneert in een snel veranderende en diverse wereld. Studenten leren welke rol een ingenieur kan opnemen in een onderneming, of in een samenleving in het algemeen.
4. **Ingenieursbeleving:** via opdrachten, projecten, seminars, ... worden studenten uitgedaagd om al hun kennis, vaardigheden en talenten aan te spreken en in te zetten. Studenten ontwikkelen zowel technische als professionele competenties en krijgen een duidelijker beeld van de latere beroepspraktijk.

De klemtoon verschuift naarmate de opleiding vordert. In de eerste bachelorfase is er meer aandacht voor de basiswetenschappen in ingenieur en wetenschap. Vanaf de tweede bachelorfase komt geleidelijk aan meer focus te liggen op de domeinspecifieke technologie uit de gekozen afstudeerrichting in ingenieur en technologie. Voor ingenieur en wereld en ingenieursbeleving wordt doorheen de opleiding aandacht besteed aan de professionele vorming en kennismaking met het werkveld en ervaren studenten wat een industrieel ingenieur allemaal kan doen. Studenten kunnen hierdoor een beeld vormen welke ingenieur ze willen worden.

In de bacheloropleiding IW met afstudeerrichting elektromechanica komen na de polyvalente ingenieursvorming **vijf disciplinaire leerlijnen** aan bod:



1. **'Industriële automatisering & ICT'** omvat stuur- en regeltechniek ondersteund door meetsystemen en instrumentatie, toegepaste elektronica en ICT.
2. **'Elektrotechniek'** omvat alle aspecten van het elektrische energiebeheer: van de productie over het transport en de distributie tot de aanwending en omvorming van elektrische energie, met inbegrip van elektrische aandrijvingen.
3. **'Materialen & Productietechnieken'** behandelt diverse productietechnieken, kwaliteitscontrole en de relatie tussen geometrisch ontwerp en uitvoering. De studenten leren bovendien optimale materialen te kiezen op grond van mechanische eigenschappen en duurzaamheid.
4. **'Toegepaste thermodynamica'** behandelt technologische toepassingen van thermodynamica en vloeistofmechanica zoals pompen, ventilatoren, compressoren, warmteoverdracht, warmtewisselaars, luchtbehandeling (HVAC: Heating, Ventilating, Air Conditioning), en verbrandingsmachines (branders, verbrandingsmotoren en turbines).
5. **'Mechanisch ontwerp'** leert studenten een mechanisch systeem te ontwerpen, gebruik makend van gangbare ontwerpregels en –technieken, dit ontwerp grafisch weer te geven en bijbehorende mechanische onderdelen correct te selecteren en te dimensioneren.

Engelstalig programma

Campus Groep T voorziet twee Engelstalige trajecten:

- De Engelstalige Bachelor of Engineering Technology (met o.a. de afstudeerrichting Electromechanical Engineering), een standaardprogramma waarvoor ook Belgische studenten zich kunnen inschrijven;
- En een verkort programma specifiek voor studenten van tot nu toe voornamelijk Chinese partneruniversiteiten. Studenten uit het verkort programma studeren eerst twee bachelorjaren (van hun 4-jarige bacheloropleiding) aan hun eigen universiteit en stromen, na selectie, daarna door naar een aangepaste tweede fase van de bacheloropleiding aan Campus Groep T en nadien naar een aangepaste derde bachelorfase. Na het succesvol beëindigen van de aangepaste bacheloropleiding ontvangen de studenten van het verkort programma het bachelordiploma van KU Leuven evenals een bachelordiploma van hun thuisuniversiteit en kunnen deze studenten doorstromen naar de masteropleiding.

Studeren in het buitenland

Tijdens de bachelor- en masteropleiding kunnen studenten zich kandidaat stellen om deel te nemen aan uitwisselingsprogramma's. In het kader van de masterproef kunnen ze ook onderzoek uitvoeren aan een buitenlandse universiteit of onderzoeksinstelling. Daarnaast kunnen studenten tijdens de zomervakantie een summer school aan een van de partneruniversiteiten in het buitenland volgen. Voor meer informatie: www.iw.kuleuven.be/studenten/buitenland

2B Werkvormen

De toepassingsgerichte focus van de opleiding komt eveneens tot uiting in de gebruikte **werkvormen**. De opleiding geeft een eigen invulling aan de standaardwerkvormen die binnen de universiteit gedefinieerd werden, om tot een maximale ondersteuning van de opleidingsdoelstellingen te komen:

- **Colleges:** in de colleges leren studenten op een gestructureerde manier de theorie. Er worden ook activerende en interactieve werkvormen gebruikt zodat studenten tijdens het contactmoment uitgedaagd worden om zelf na te denken. De colleges worden georganiseerd voor grotere groepen studenten en kunnen volledig op de campus of hybride (online in combinatie met on campus onderwijs) worden aangeboden. Hierbij werken de docenten met blended onderwijs of flipped classroom modellen.
- **Oefensessies:** in de oefensessies wordt de leerstof uit de colleges in kleinere groep verwerkt en ingeoefend, onder begeleiding van een docent of assistent. Kleinere groepen laten een intensieve en interactieve begeleiding toe.
- **Labosessies:** in een labo of practicum oefenen studenten bepaalde technieken, vaardigheden of procedures aan de hand van proeven of experimenten en verwerken studenten de geziene leerstof door een ervaring in de praktijk. Ook in de labo's werken studenten in kleinere groepen onder begeleiding van een docent of assistent.
- **Projectwerk:** in het projectwerk leren studenten kennis en vaardigheden uit verschillende disciplines of opleidingsonderdelen integreren aan de hand van opdrachten. Er wordt een grote zelfstandigheid en creativiteit van studenten verwacht en vaak is er voor deze projecten een nauwe samenwerking met het werkveld.
- **Bedrijfsbezoeken en studiereizen:** doorheen de gehele opleiding bezoeken studenten verschillende bedrijven. Ze maken kennis met verschillende domeinen van een bedrijf. Op sommige campussen wordt in de derde bachelorfase ook een buitenlandse studiereis georganiseerd.

Binnen een opleidingsonderdeel worden vaak meerdere werkvormen gecombineerd, om bijvoorbeeld theoretische concepten te illustreren met concrete toepassingen of net vanuit specifieke cases te vertrekken om tot nieuwe inzichten te komen.

2C Evaluatie en feedback

In de opleiding wordt gebruik gemaakt van **diverse evaluatievormen** die telkens maximaal afgestemd zijn op de nagestreefde leerresultaten.

Permanente evaluatie gedurende het academiejaar kan uiteenlopende vormen aannemen: studenten worden geëvalueerd op de manier waarop ze bepaalde opdrachten uitvoeren. Dit kan zowel het proces betreffen (procesevaluatie), bijvoorbeeld op basis van een logboek, portfolio, proefopstelling, gekozen methodiek, medewerking tijdens contactmomenten, of participatie in groepswerken, alsook een evaluatie van het eindproduct (productevaluatie), bijvoorbeeld op basis van een verslag, paper, presentatie of poster. Sommige opleidingsonderdelen maken daarnaast gebruik van formatieve of summatieve beoordeling door medestudenten (peerevaluatie).

In de opleiding wordt veel aandacht besteed aan terugkoppeling als essentieel onderdeel van het leerproces. Dankzij de opdeling in kleinere groepen tijdens labosessies, oefencolleges en projecten kunnen docenten de studenten begeleiden bij de uitwerking van vragen of opdrachten en zo de

studenten bijsturen in hun leerproces. De **feedback** die studenten ontvangen op basis van hun laboverslagen, oefeningen, projectwerk, toetsen, ontwerpen of presentaties helpt hen om de eigen competenties in te schatten. Soms stellen de studenten eveneens hun projectwerk aan een breed extern publiek voor en krijgen ze dus feedback van derden. De docenten staan bovendien dicht bij de studenten, waardoor de drempel om feedback te vragen dan ook laag is. Die lage drempel tussen student en docent is een sterke troef van de opleiding.

Studenten krijgen in de eerste bachelorfase al na enkele weken feedback op hun leerproces via **tussentijdse toetsen of proefexamens**. De docenten organiseren collectieve of individuele besprekingsmomenten.

Tijdens de examenperiodes neemt de evaluatie de vorm aan van een schriftelijk en/of mondeling **examen**. De meeste examens bestaan uit open vragen, eventueel gecombineerd met gesloten of meerkeuzevragen. Studenten krijgen na afloop de kans om het examen in te kijken en te bespreken met de docent.

2D Studie- en studentenbegeleiding

FIIW kiest voor een structureel aanbod aan **studie- en studentenbegeleiding op elke campus**, aangevuld met vraaggestuurd begeleiding. Studenten worden aangemoedigd om gebruik te maken van de mogelijkheden, maar het initiatief en de verantwoordelijkheid ligt finaal bij hen.

In elke fase van de opleiding kunnen studenten vlot bij de docenten en medewerkers terecht met vragen over de leerstof. Dankzij de opdeling in kleine groepen tijdens praktijkmomenten is persoonlijke **begeleiding door de titularis** tijdens de contacturen mogelijk.

Op sommige campussen worden **mentoren of groepsverantwoordelijken** aangeduid om groepjes studenten van de eerste bachelorfase van nabij op te volgen en te adviseren, vergelijkbaar met een klastitularis in het secundair onderwijs, om de overgang naar het hoger onderwijs te ondersteunen.

De campussen voorzien verder, in samenwerking met de dienst Studieadvies en de sociale diensten op de campus, **studiebegeleiding** en organiseren workshops rond thema's als studiemethode en planning, zoals efficiënt studeren, doelgericht studeren, examen strategieën en timemanagement. Studenten met een functiebeperking kunnen terecht bij de zorgcoördinator van de campus. Studieloopbaanbegeleiders adviseren studenten bij het samenstellen van hun ISP (individueel studieprogramma), het opnemen van toleranties, twijfel over verder studeren, EVC/EVK-dossiers (eerder verworven competenties of kwalificaties), vragen over het leerkrediet, overstappen tussen campussen, etc.

Voor problemen die te maken hebben met de onderwijsverzorging of met examens kunnen studenten tot slot terecht bij een **ombudspersoon**.