

Doelstellingen en operationele eindtermen

'Bachelor in de ingenieurswetenschappen: elektrotechniek'

Inhoudsopgave

1. Algemene opleidingsdoelstellingen voor de 'Bachelor in de ingenieurswetenschappen: elektrotechniek'.....	1
2 Operationele eindtermen voor de 'Bachelor in de ingenieurswetenschappen: elektrotechniek'	3
3 Academische gerichtheid en beroepsgerichtheid van de doelstellingen	4

1. Algemene opleidingsdoelstellingen voor de 'Bachelor in de ingenieurswetenschappen: elektrotechniek'

Het uitgangspunt van alle opleidingen in de ingenieurswetenschappen is dat de student moet voorbereid worden op de functie die een **academisch geschoolde ingenieur** (m/v¹) vervult in het beroepsleven, namelijk een loopbaan in een technisch-industriële omgeving, de openbare sector of in de dienstensector:

Het creatief en innovatief toepassen van de wetenschap om voor de maatschappij nuttige producten en/of diensten te ontwerpen, ontwikkelen en produceren, of over die activiteiten de leiding waar te nemen.

De opleidingen in de ingenieurswetenschappen willen de student ook een basis bieden voor een carrière in het wetenschappelijk onderzoek in industriële of wetenschappelijke onderzoekscentra of aan de universiteit, en voor een carrière in de bedrijfsleiding. Dit wordt nagestreefd in twee consecutieve stappen: tijdens de bacheloropleidingen krijgen de studenten de nodige, brede voorbereiding voor wat de algemene, de algemeen wetenschappelijke en de wetenschappelijk disciplinaire aspecten van de vorming betreft. In de masteropleidingen² is de vorming dan meer gericht op een diepgaande specialisatie.

Omdat kennis, vaardigheden en attitudes erg met elkaar vervlochten zijn, wordt in de verdere tekst het begrip competentie, zijnde de integratie van kennis, vaardigheden en attitudes, gehanteerd. Binnen de ingenieurswetenschappen onderscheidt men, naar analogie met het ACQA-systeem dat gehanteerd wordt door de Technische Universiteiten van Nederland³, 7 competentiedomeinen. Dat ACQA-systeem is een verdere vertaling van de Dublin descriptoren naar academische ingenieursopleidingen.

De descriptoren zijn, met verschillende accenten toepasbaar in zowel de bachelor- als de masteropleidingen, maar in deze tekst beperken we ons uiteraard tot de interpretatie voor bachelors:

1. Expertise in één of meerdere wetenschappelijke disciplines

De bacheloropleiding wil de studenten de kans bieden om

- kennis te verwerven van een disciplinespecifiek denkkader door de student in te leiden in de basisdisciplines en de grondslagen mee te geven van de deeldisciplines;
- inzicht te verwerven in de wijze waarop kennis tot stand komt door introductie in wetenschappelijke methoden.

Tijdens de bachelorjaren komen zowel de basiswetenschappen (wiskunde, fysica en chemie) als de ingenieurswetenschappen (energie en materie, informatie,...) aan bod en wordt de basis gelegd voor meestal twee, soms één, specifieke ingenieursdiscipline. Dit laat toe om daarna een meer gespecialiseerde masteropleiding te volgen die steunt op één of beide disciplines.

2. De wetenschappelijke benadering van de realiteit

De opleiding wil de student een systematische aanpak, een kritische houding en inzicht in de eigen aard van wetenschap en technologie bijbrengen.

3. Onderzoek

¹ In deze tekst worden de generieke termen ingenieur en student gebruikt voor zowel mannen als vrouwen.

² Meer specifiek zal de Bachelor in de ingenieurswetenschappen: elektrotechniek kunnen doorstromen naar de volgende opleidingen 'Master in de ingenieurswetenschappen: elektrotechniek', Energie, Wiskundige ingenieurstechnieken, Biomedische technologie, Nanowetenschappen en nanotechnologie, en naar de Master in de bio-informatica.

³ Meijers A.W.M, C.W.A.M. van Overveld, J.C. Perrenet (2005), *Criteria voor Academische Bachelor en Master Curricula*, TU/e, Eindhoven.

De opleiding wil de student een onderzoekende houding aanleren. Tijdens de bacheloropleiding maakt de student voor het eerst, en op twee manieren, kennis met het onderzoek. In eerste instantie is hij eerder getuige van het onderzoeksproces tijdens de hoorcolleges, oefeningen en practica, waarin hij geconfronteerd wordt met de wijze waarop onderzoeksvragen worden geformuleerd en via welke processen ze worden beantwoord. Ten tweede zal hij in een goed gestructureerde omgeving zelf zijn eerste stappen zetten in het onderzoek en zelf onderzoeksvragen concretiseren en beantwoorden. In de loop van de latere masterjaren zal hij nog meer actief deelnemen aan het onderzoek, in het bijzonder het onderzoek op internationaal niveau van de docenten.

4. Probleemoplossend denken

De opleiding wil de studenten de kans bieden om ervaring op te doen in de basisaanpak van het probleemoplossingproces:

- probleemstelling formuleren
- informatie verzamelen
- informatie zelfstandig verwerken (analyseren, beoordelen en selecteren)
- reduceren van het probleem tot een werkbaar model
- een oplossing of oplossingsmethode formuleren
- een oplossing uitwerken en implementeren
- het resultaat evalueren en rapporteren.

5. Ontwerpen

Bovendien leert de student om de grenzen van de techniek te verleggen, nieuwe technische oplossingen te bedenken en deze in de praktijk om te zetten. Ontwerpen en ontwikkelen veronderstelt in de eerste plaats de competentie tot het oplossen van multidisciplinaire problemen met een open einde waarvan de oplossingsruimte groot is en de optimale oplossing niet uniek. Synthetiserend en heuristisch denken is hierbij belangrijker dan analyserend denken of grote feitenkennis. Voor een bachelor in de ingenieurswetenschappen is het economische aspect een bijkomende dimensie.

6. Groepswerk en communicatie

De afgestudeerde academische ingenieur zal bijna altijd werken in een omgeving waar resultaten enkel door samenwerking kunnen worden behaald. Dit geldt zowel in een context van industrie, diensten als onderzoek. Daarom zal de Bachelor in de ingenieurswetenschappen over de basiscompetenties van technisch-wetenschappelijke communicatie en werken in groep beschikken, zodat deze verder kunnen ontwikkeld worden tijdens de masteropleiding.

7. Intellectuele competenties

Elke ingenieur zal zijn wetenschappelijke en disciplinaire kennis toepassen in een omgeving waar naast technische ook economische, (bedrijfs)culturele en maatschappelijke aspecten van groot belang zijn. De afgestudeerde Bachelor in de ingenieurswetenschappen zal daarom zijn technisch-objectieve argumentatie in een bredere context kunnen plaatsen.

Om deze doelstellingen te bereiken hebben de ingenieursopleidingen geopteerd voor een vorming die zowel breed als diepgaand is, met een stapsgewijze specialisatie. Tijdens de bacheloropleiding krijgt de student eerst een **brede basisvorming**, waarin de beheersing van de wetenschappelijke instrumenten (wiskunde, energie en materie, informatie en algemeen vormende OPO's) en het verwerven van de nodige vaardigheden en attitudes (analytische aanpak, probleemoplossend denken,...) centraal staan. Na afloop van de Bachelor in de Ingenieurswetenschappen hebben de studenten een basisvorming gekregen in de wetenschappelijke benadering van de realiteit en in het **probleemoplossend denken** en ontwerpen en een inleiding gekregen in één of twee technologiedomeinen. Alhoewel het bachelorprogramma zo werd uitgewerkt dat de opleiding een afgerond geheel vormt en in principe een eigen finaliteit heeft, ligt het accent tijdens de bacheloropleiding toch ook in belangrijke mate op de voorbereiding van de masteropleiding. Daarmee samenhangend wordt er in de opleiding ook de nodige aandacht besteed aan groepswerk en communicatie- en andere intellectuele competenties. Onderzoekswerk komt slechts in beperkte mate, en met veel meer begeleiding, aan bod in de bacheloropleiding.

De bovenstaande algemene doelstellingen zijn een vertaling van het universiteitsbrede onderwijsconcept Begeleide Zelfstudie naar de ingenieursopleidingen (zie verder 1.1.2.).

2 Operationele eindtermen voor de 'Bachelor in de ingenieurswetenschappen: elektrotechniek'

Om de overlap tussen de verschillende pijlers te beperken werden de competentiedomeinen gegroepeerd.

1. Academische gerichtheid: Expertise in één of meerdere wetenschappelijke disciplines, wetenschappelijke benadering en onderzoek

De afgestudeerde Bachelor in de Ingenieurswetenschappen

- is in staat om de verworven kennis en inzicht in de relevante basiscomponenten van de ingenieurswetenschappen (wiskunde, energie en materie, informatie) en in één of twee disciplines (naargelang de gekozen afstudeerrichting) toe te passen
- is in staat bestaande kennis op te zoeken en zelfstandig te verwerken
- is vertrouwd met de hulpmiddelen van de informatica, webtechnologie en het grafisch modelleren
- heeft een kritisch wetenschappelijke houding verworven

De afgestudeerde 'Bachelor in de ingenieurswetenschappen: elektrotechniek'

- heeft een basiskennis van de systeemtheorie, en in het bijzonder de competentie om deze toe te passen op elektrische netwerken en in een brede elektrotechnische context van hardware en signaalanalyse (systeemanalyse)
- heeft inzicht in, en de vaardigheid om te werken met elektrische energiesystemen en elektrische aandrijvingen, en omzetters
- heeft inzicht in de werking van de fundamentele elektronische componenten en is vertrouwd met de wijze waarop ze worden toegepast
- begrijpt de werking van de elementaire bouwblokken van zowel de digitale als de analoge elektronica, kan ermee werken, en heeft inzicht in de wijze waarop ze worden toegepast in complexe systemen zoals processoren
- heeft een inzicht in, en de vaardigheid om te werken met digitale en analoge signalen zowel in een algemene context als voor telecommunicatie
- beheerst de basisprincipes en –technieken van het elektromagnetisme
- heeft afhankelijk van zijn persoonlijke keuze de basis verworven van één van de volgende disciplines: werktuigkunde, computerwetenschappen, materiaalkunde, technische verbreding of bedrijfsbeheer

2. Professionele gerichtheid: Probleemoplossend denken en ontwerpen

De afgestudeerde Bachelor in de ingenieurswetenschappen

- beheerst de analytische aanpak
- kan een redenering opbouwen in een afgelijnd praktisch kader
- heeft een multidisciplinaire achtergrond
- heeft ervaring met het probleemoplossingproces en kan een gefundeerd oordeel vormen over voor- en nadelen van gegeven alternatieve oplossingen
- heeft een ontwerp kundige ingesteldheid verworven

De afgestudeerde Bachelor in de ingenieurswetenschappen, met afstudeerrichting Elektrotechniek

- kan elektrische en elektronische netwerken analyseren en berekenen
- kan elektronische componenten (diodes, transistoren, LED's) en technologieën selecteren en berekenen naargelang de toepassing
- kan de elementaire schakelingen uit zowel de digitale als de analoge elektronica ontwerpen en analyseren
- kan logische schakelingen ontwerpen en heeft daarvoor een basiskennis van een hardwarebeschrijvingstaal
- kan de elementaire elektrische machines (motoren, transformatoren, lichtinstallaties) specificeren en analyseren
- kan digitale filters analyseren en beschrijven en is vaardig met de verschillende transformaties die in het domein van de signaalverwerking worden gebruikt (Fourier, Laplace, Z-transformatie, continue en discreet)
- heeft inzicht in de elementaire technieken van de analoge en de digitale communicatie, en kan ze beoordelen op basis van hun kwaliteiten

- heeft de vaardigheid om te werken met elektromagnetische velden en elektromagnetische golven
- kan lineaire dynamische systemen analyseren
- kan op een interdisciplinaire manier werken

3. Algemene competenties

De afgestudeerde 'Bachelor in de ingenieurswetenschappen: elektrotechniek'

- heeft een basisvorming gehad in enkele humane wetenschappen (religie, economie, filosofie, bedrijfsleiding)
- kan zelfstandig werken
- heeft ervaring in communicatie met collegastudenten en specialisten
- heeft ervaring met mondelinge, schriftelijke en multimediale rapportering
- werkt nauwgezet
- heeft ervaring met teamwerk, en in het segmenteren van een complex geheel in deeltaken
- is in staat basisvakliteratuur en technische handleidingen te lezen in meerdere talen
- heeft een inzicht in de maatschappelijke rol van elektrotechniek en –technologie in het algemeen
- heeft een correcte attitude inzake bronnengebruik en pleegt geen plagiaat en fraude

Tot slot mag van een afgestudeerde Bachelor in de Ingenieurswetenschappen verwacht worden dat hij getuigt van maatschappelijke en ethische verantwoordelijkheidszin, leergierigheid, openheid voor nieuwe methodologie, ondernemingszin, en een vlotte mondelinge en schriftelijke talenkennis bezit.

Na de visitatie van B1 in 2004 werd er een werkgroep Eindtermen van B1 opgericht die zich gebogen heeft over de concretisering van de doelstellingen van de B1.

3 Academische gerichtheid en beroepsgerichtheid van de doelstellingen

De **academische gerichtheid** van het onderwijs aan de K.U.Leuven is ingeschreven in haar opdrachtverklaring (<http://www.kuleuven.be/overons/opdrachtsverklaring.html>). Volgens haar opdrachtverklaring tracht de K.U.Leuven een brede wetenschappelijke vorming aan te bieden met naast domeinspecifieke klemtonen ook aandacht voor ethische, culturele en sociale aspecten. Zij wil een kritisch denkcentrum zijn en wil, eerder dan louter feitenkennis, de vaardigheid bevorderen om problemen te onderkennen, te formuleren en op te lossen.

De K.U.Leuven heeft deze filosofie doorgetrokken in haar onderwijsconcept, Begeleide zelfstudie.

Begeleide zelfstudie vormt het richtinggevend onderwijsconcept aan de K.U.Leuven. Het concept werd ontwikkeld in lijn met recente wetenschappelijke inzichten op het vlak van leren en onderwijzen in het hoger onderwijs en is de vertaling van wat 'goed onderwijs' aan de K.U.Leuven betekent. Begeleide zelfstudie stelt de nauwe band tussen onderzoek en onderwijs centraal. Onderzoeksgebonden onderwijs draagt bij tot het bereiken van de competenties die vervat zijn in de profielen van bachelor en master.

Het concept Begeleide zelfstudie bepaalt welke doelstellingen kenmerkend zijn voor universitair onderwijs:

- kennis hebben van resultaten van in tijd en ruimte gesitueerd wetenschappelijk werk;
- inzicht hebben in de wijze waarop onderzoeksresultaten tot stand komen;
- zelf aan nieuwe informatie betekenis kunnen verlenen;
- een actieve bijdrage kunnen leveren aan kennisontwikkelingsprocessen;
- op basis van kritisch inzicht in onderliggende processen tot een onderbouwd oordeel kunnen komen en op die manier beredeneerde maatschappelijke standpunten innemen.

De doelstellingen van Begeleide zelfstudie sluiten aan op de doelstellingen van de BaMa-profielen, die een associatie-specifieke vertaling zijn van de competenties die in het decreet beschreven zijn.

Begeleide zelfstudie bouwt verder op de Dublin-descriptoren en geeft niet alleen aan welke doelstellingen kenmerkend zijn voor universitair onderwijs (waaraan moet een bachelor/master voldoen) maar geeft ook aan hoe deze gerealiseerd moeten worden (wat is de verantwoordelijkheid van studenten en van docenten, hoe evolueren deze over opeenvolgende opleidingsjaren). De Dublin-descriptoren zeggen niets over de wijze waarop dit niveau best gerealiseerd wordt. Dit doet Begeleide zelfstudie wel. Begeleide

zelfstudie heeft implicaties voor de te hanteren werkvormen en evaluatievormen en vereist een aangepaste materiële en organisatorische infrastructuur. Begeleide zelfstudie beklemtoont het belang van coherentie en consistentie in de besluitvorming over onderwijs, zowel op het niveau van gehele opleidingen als op het niveau van afzonderlijke opleidingsonderdelen.

Meer info over de relatie tussen Dublin Descriptoren en Begeleide zelfstudie is terug te vinden [in](#) een kort overzicht dat ter beschikking is van de geïnteresseerde lezer.

Voor de opleidingen aan de FirW werden de bovenstaande doelstellingen vertaald in een geheel van competenties en geconcretiseerd in eindtermen zoals beschreven onder de hoofding 'Algemene opleidingsdoelstellingen'.

Om de verwevenheid van onderzoek en onderwijs in de opleidingen in de ingenieurswetenschappen te expliciteren heeft men ervoor geopteerd om van onderzoek een aparte pijler te maken. De definitie van competentie indachtig, is er een duidelijke lijn in de operationele eindtermen.

Een essentiële voorwaarde tot wetenschappelijk onderzoek is het verwerven van de nodige *kennis*. Deze wordt gradueel opgebouwd in de opeenvolgende bachelor- en masterjaren. In de masterjaren is de kennis die aan bod komt in de verschillende hoorcolleges van een gevorderd niveau. Bovendien krijgen de studenten dan state of the art voor sommige domeinen en komen zij in contact met het eigen onderzoek van de docent. Zoals ook blijkt uit de eindtermen ligt het accent echter altijd op het verwerven van inzicht en het kunnen toepassen van de kennis.

De onderzoeks*vaardigheden* liggen in dezelfde lijn: het adequaat kunnen toepassen van kennis en inzicht, wordt aangevuld met leervaardigheden, communicatievaardigheden en eerder vaktechnische vaardigheden van het onderzoeksdomein. In de masteropleiding ligt de nadruk op een toenemende zelfstandigheid en de integratie van de vaardigheden.

De belangrijkste *attitudes* zijn de kritische houding, de houding om problemen multidisciplinair te benaderen, en een correcte houding voor wat plagiaat en bronvermelding betreft.

Globaal genomen krijgen de studenten tijdens de bachelorjaren een basisopleiding (zowel wat kennis, vaardigheden en attitudes betreft) die hen moet voorbereiden op de masteropleiding.

In de masteropleiding neemt de masterproef, als ultieme component van begeleide zelfstudie en onderzoeksgebaseerd onderwijs een prominente plaats in. Daarnaast ligt de nadruk op het aanvullen van de basisopleiding met de state of the art van het domein (waarbij de nadruk ligt op inzicht en vaardigheden).

De essentie van de taak van een academisch geschoolde ingenieur is het probleem oplossen en ontwerpen. Dit aspect vormde een essentieel element bij de BaMa-hervormingen. De **professionele gerichtheid** heeft dan ook een prioritaire plaats in de doelstellingen en in het programma (zie Facet 2.2).

De prioriteit van inzicht boven feitenkennis voor deze competentiedomeinen is evident, evenals de noodzaak van een multidisciplinaire aanpak. Dit komt uitgebreid aan bod in de bachelorjaren. De *vaardigheden* die aan bod komen in het probleemoplossingsproces wordt stapsgewijs aangeleerd in de bachelorjaren, zodat de student in de masterjaren het hele proces zelfstandig moet kunnen doorlopen.

Van de student die instroomt in de master wordt verwacht dat hij het proces van probleemoplossen onder begeleiding heeft doorgemaakt. In de Master Elektrotechniek zal hij leren het hele proces zelfstandig te doorlopen. Uiteraard is er daarnaast aandacht voor vaktechnische vaardigheden, groepswork, communicatievaardigheden, leervaardigheden en andere.

Essentiële *attitudes* zijn innovatie, objectiviteit in de oordeelvorming, creativiteit, duurzaamheid, oog voor sociale en economische context.

De bachelor en masteropleidingen elektrotechniek wensen een **internationale dimensie** toe te voegen, via de volgende aspecten. Van de bachelor ingenieurswetenschappen wordt verwacht dat hij zich bewust is van de internationale context waarin de ingenieurswetenschappen zich ontwikkelen, en dat hij zich openstelt voor deze internationale context. Van de 'Master in de ingenieurswetenschappen: elektrotechniek' en de 'Master of Engineering: Electrical Engineering' wordt verwacht dat hij deze openheid verder ontwikkeld heeft, dat hij kan werken met Engelstalige bronnen en literatuur. De opleiding wil de masterstudent aansporen om een internationale ervaring op te doen via een uitwisseling van het type ERASMUS, ATHENS of een stage. Bovendien biedt de aanwezigheid van zowel een Nederlandstalig als een Engelstalig programma de mogelijkheid om lokaal internationale contacten te leggen.