

Toegepaste Wiskunde in perspectief

***Beroepsprofiel voor de HBO-opleiding
Toegepaste Wiskunde (Mathematical Engineering)***

versie december 2020

DE HAAGSE
HOGESCHOOL


Fontys


hogeschool



Hogeschool van Amsterdam

inholland
hogeschool

Inhoudsopgave

Voorwoord.....	4
1 Inleiding.....	5
2 Positionering	7
2.1 Werkgevers	8
2.2 Focusgebieden	9
2.2.1 Financiële Wiskunde	9
2.2.2 Data Science and Statistiek	10
2.2.3 Operations Research en Logistiek	10
2.2.4 ICT.....	11
2.2.5 Engineering Mathematics	11
3 Eindkwalificaties.....	13
3.1 Competentieprofiel.....	13
3.2 Body of Knowledge and Skills (BOKS)	14

VOORWOORD

Dit document is een beroepsprofiel voor de HBO-opleiding Toegepaste Wiskunde en beoogt het beroepenveld van de afgestudeerde toegepast wiskundige te schetsen en overige informatie over de opleiding overzichtelijk te presenteren.

Dit beroepsprofiel is bedoeld voor allen die er belang bij hebben kennis te nemen van de inhoud de opleiding Toegepaste Wiskunde. De belangrijkste doelgroepen zijn:

- bedrijven en overheidsorganisaties waar afgestudeerden werken of kunnen werken;
- organisaties in en voor het HBO, zoals de NVAO, de Vereniging Hogescholen, en het domein HBO-Engineering;
- verenigingen van wiskundige beroepsbeoefenaren, zoals de Vereniging voor Statistiek en de Nederlandse Vereniging van Wiskundeleraren, en Platform Wiskunde Nederland;
- het management (in verschillende lagen) en de docenten van de opleidingen Toegepaste Wiskunde;
- studenten van de opleidingen Toegepaste Wiskunde;
- onderwijsinstellingen die vervolgoopleidingen aanbieden die afgestudeerden volgen of kunnen volgen.

De eerste versie van dit document stamt uit 2014. In december 2020 is de huidige versie opgesteld door het Landelijk Opleidingsoverleg Toegepaste Wiskunde. Deze versie is ter goedkeuring voorgelegd aan docenten en leden van de beroepenveldcommissies van de verschillende opleidingen.

De auteurs waren:

ir Jan Hontelez	-	Hogeschool van Amsterdam
dr Vera Hollink	-	Hogeschool Inholland
drs Edwin van Noort	-	Haagse Hogeschool
dr ir Bram van den Broek	-	Fontys Hogescholen
drs Klaas-Jan Wieringa	-	NHL Stenden hogeschool

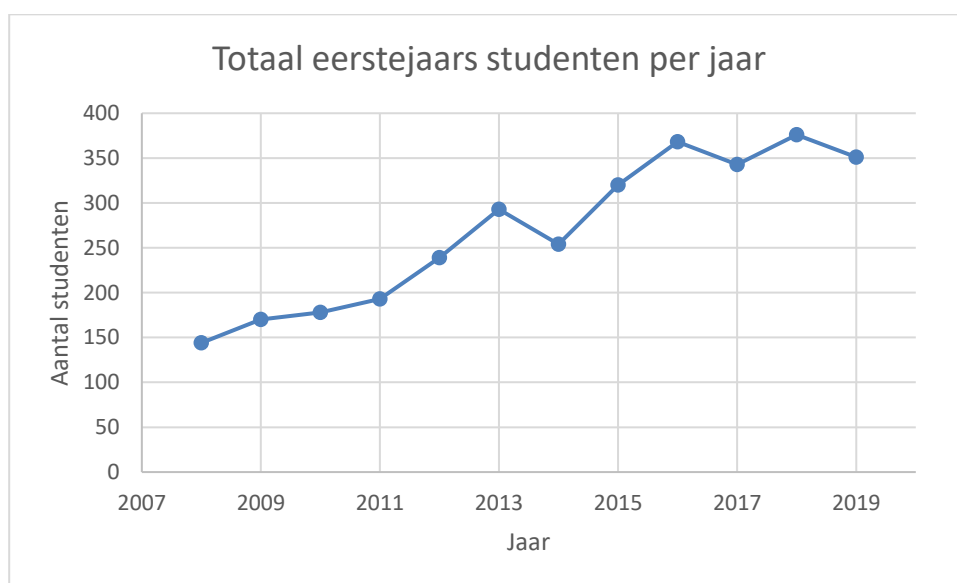
1 INLEIDING

De opleiding Toegepaste Wiskunde wordt aan de volgende vijf hogescholen aangeboden:

- Fontys Hogescholen, Eindhoven
- De Haagse Hogeschool, Rijswijk
- Hogeschool van Amsterdam, Amsterdam
- Hogeschool InHolland, Diemen
- NHL Stenden hogeschool, Leeuwarden

In 1985 ontstond, na landelijk overleg tussen het Verbond van Nederlandse Ondernemingen (VNO) en de overlegraad Middelbaar Onderwijs, een niet-lerarenvariant van de tweedegraads lerarenopleiding wiskunde (MO-A). Het VNO had geconstateerd dat veel leraren wiskunde in het bedrijfsleven uitstekend functioneerden en verzocht om een variant waarin de typische vaardigheden van deze groep behouden bleven, maar meer zouden worden gericht op bruikbaarheid buiten het onderwijs. In 1993 is de opleiding uitgebreid van een tweejarige naar een volwaardige vierjarige voltijdse opleiding Bedrijfswiskunde, losstaand van de lerarenopleiding wiskunde. Sinds 2015 valt de opleiding onder het HBO-domein Engineering¹. Sindsdien wordt de huidige naam *Toegepaste Wiskunde* of de Engelstalige naam *Mathematical Engineering* gevoerd. De belangrijkste overweging bij deze naamswijziging is dat deze naam beter past bij het Engineeringprofiel.

Sinds de oprichting van de opleiding is het aantal studenten gestaag gegroeid tot 351 eerstejaars studenten in 2019. Figuur 1 toont de ontwikkeling van het totaal aantal eerstejaars studenten Bedrijfswiskunde / Toegepaste Wiskunde per studiejaar.



Figuur 1. Totaal aantal eerstejaars studenten Toegepaste Wiskunde van vijf hogescholen per jaar.

Tegelijkertijd met de naamswijziging is in 2014 een nieuw beroeps- en competentieprofiel opgesteld. Vanuit de profielbeschrijving van Bachelor of Engineering is een nadere uitwerking gegeven voor

¹ <https://www.hbo-engineering.nl>

Toegepaste Wiskunde. Het huidige document is een actualisering van dit profiel op basis van het vernieuwde competentieprofiel van Bachelor of Engineering uit 2016².

De eindkwalificaties van de opleiding Toegepaste Wiskunde worden gespecificeerd in het competentieprofiel en de Body of Knowledge en Skills (BOKS)³. Het competentieprofiel Toegepaste Wiskunde is een uitwerking van de acht competenties in de domeinbeschrijving van Bachelor of Engineering: Analyseren, Ontwerpen, Realiseren, Beheren, Managen, Adviseren, Onderzoeken, en Professionaliseren. De BOKS beschrijft zowel algemene wiskundige kennis en vaardigheden als kennis en vaardigheden gerelateerd aan specifieke beroepscontexten (de zogenaamde *focusgebieden*).

In hoofdstuk 2 van dit document wordt de positionering van de opleiding Toegepaste Wiskunde gegeven, waaronder een beschrijving van relevante werkgevers en de focusgebieden. Hoofdstuk 3 bespreekt het competentieprofiel en de BOKS.

² Bacheloropleidingen Engineering: een competentiegerichte profielbeschrijving 2016. HBO-Engineering (2016). https://www.hbo-engineering.nl/asset/public/profiel_v3.pdf

³ Body of Knowledge and Skills (BOKS) voor de HBO-opleiding Toegepaste wiskunde / Mathematical Engineering. Landelijk Overleg Toegepaste Wiskunde (2020).

2 POSITIONERING

In dit hoofdstuk wordt beschreven welke plaats afgestudeerden van de opleiding Toegepaste Wiskunde innemen in hun werkomgeving, en op hoofdlijnen welke rollen zij daarbij kunnen vervullen.

De oplossing van praktische problemen bij bedrijven, non-profit-organisaties en overheidsinstellingen is gebaat bij een systematische en analytische aanpak, waarbij in toenemende mate kwantitatieve modellen en methoden een belangrijke rol spelen. In veel bedrijven en organisaties bestaat een groeiende behoefte aan kwantitatieve onderbouwing van beslissingsprocessen. Essentieel in de beroepsuitoefening is vrijwel altijd de abstrahering van een bedrijfsprobleem. Dit houdt in de wiskundige modellering van het in niet-wiskundige termen geformuleerde praktijkprobleem, in een verantwoorde wiskundige oplossing en in de vertaling van deze oplossing in praktische termen. Het meest kenmerkende beroepsproduct van een toegepast wiskundige is dus een wiskundig model.

Er zijn veel toepassingen die een steeds intensiever beroep doen op het gebruik van wiskundige technieken. De toenemende beschikbaarheid van grote hoeveelheden gegevens (big data) zorgt ervoor dat er toenemend beroep op wiskundige technieken wordt gedaan om deze gegevens om te zetten in informatie waarmee bedrijfsprocessen worden ondersteund. Ook in veel financiële, logistieke, en technische toepassingen wordt de rol van wiskunde steeds belangrijker. Met de toenemende complexiteit van technische systemen en logistieke ketens zijn steeds geavanceerdere wiskundige modellen noodzakelijk.

De groei van de informatietechnologie en de toepassing daarvan op grote schaal heeft geleid tot een grotere behoefte aan wiskundige expertise in bedrijven en andere organisaties. Voor een toegepast wiskundige is het essentieel om goede kennis en vaardigheden op gebieden uit de Informatica te hebben. Er zijn nauwelijks wiskundige technieken waarbij het gebruik van computers geen belangrijke rol speelt. Aan de andere kant ontstaat door het toenemende gebruik van IT een grotere behoefte aan wiskundige analyses, bijvoorbeeld bij de verantwoorde omzetting van omvangrijke bestanden van ongestructureerde gegevens in begrijpelijke en zinvolle informatie.

De opleiding Toegepaste Wiskunde richt zich op een breed beroepenveld. De samenleving wordt steeds complexer, met name door de groei van informatie die beschikbaar is en de snelheid waarmee veranderingen plaats kunnen vinden. Het bedrijfsleven vraagt naar personen die kunnen bijdragen aan het aansturen van deze steeds complexer wordende praktijk. Puur specialisten op een specifiek gebied zijn niet voldoende. Personen die de bredere context zien en als zodanig breed inzetbaar zijn in multidisciplinaire teams, of zelfstandig een breed gebied kunnen bestrijken zijn nodig.

Een toegepast wiskundige kan een belangrijke rol spelen bij valorisatie, waarbij ontwikkelde toepassingen in de praktijk geïmplementeerd worden, op basis van concepten die ontwikkeld zijn door bijvoorbeeld wiskundigen met een academische achtergrond. Hierbij kan de HBO-opgeleide wiskundige ook zorg dragen voor de diffusie van nieuw ontwikkelde methoden van aanpak binnen een organisatie. Het ontwikkelen, aanpassen, selecteren of beschrijven van bijbehorende software kan ook onderdeel van de implementatie zijn.

Het doen van toegepast onderzoek neemt tegenwoordig in het hbo als geheel een belangrijke rol in. Voor de opleiding Toegepaste Wiskunde is het doen van onderzoek een zeer belangrijk aspect, omdat onderzoek behoort tot de kern van de beroepsuitoefening van een toegepast wiskundige.

Toegepast wiskundigen hebben een praktische en resultaatgerichte werkhouding. De afgestudeerden komen daarom het beste tot hun recht in uitvoerende en adviserende functies. Afhankelijk van hun

individuele capaciteiten kunnen ze van daaruit doorgroeien naar een leidinggevende of beleidsbepalende functie.

Een rapport van Deloitte, opgesteld in opdracht van Platform Wiskunde Nederland, laat zien dat de wiskunde verantwoordelijk is voor dertig procent van het Nederlandse bruto nationaal product en dat een stevige wiskundige basis van wezenlijk belang is voor een moderne economie.⁴ De opleiding Toegepaste Wiskunde heeft hierbij een unieke positie, als enige HBO-opleiding die specifiek gericht is op de toepassing van wiskunde.

2.1 Werkgevers

Veel grote bedrijven en andere organisaties laten hun bedrijfsvoering optimaliseren met wiskundige methoden en ondersteunen daarmee hun managementbeslissingen. Toegepaste wiskundigen kunnen hun werkkring vinden in een bedrijf dat zelf wiskundige expertise in huis heeft of in een bedrijf dat met deze expertise diensten verleent aan andere bedrijven.

Afgestudeerden van de opleiding Toegepaste Wiskunde zijn werkzaam in bedrijfstakken van uiteenlopende aard. We noemen hier:

- banken, zoals ABN-AMRO, De Nederlandsche Bank, ING, BNP Paribas;
- consultancy firms, zoals CQM, Goudappel Coffeng, Willis Towers Watson;
- handel met werkgevers als winkelketens en internetdienstverleners, zoals Bol.com;
- industrie, zoals Akzo-Nobel, Gasunie, Philips, Shell, Unilever;
- overheid en semi-overheid met werkgevers als de belastingdienst, gemeenten en provincies, ziekenhuizen;
- transport- en communicatiebedrijven, zoals Air France KLM, KPN, NS;
- verzekeraars en pensioenfondsen, zoals AEGON, Achmea, SVB;
- onderzoeksinstellingen, zoals CBS, RIVM, TNS-NIPO, KNMI;
- ICT-dienstverleners, zoals Atos, Capgemini, CGI;
- High-tech bedrijven, zoals ASML, Beltech, DAF;
- Data Science specialisten, zoals Go Data Driven, Red Data, Big Data Republic.

Uiteraard zijn er ook legio voorbeelden te geven van innovatieve bedrijven in het MKB waar toegepaste wiskundigen werken, maar omwille van de herkenbaarheid zijn deze niet in bovenstaande opgenomen.

⁴ Formulas for Insight and Innovation, Mathematical Sciences in the Netherlands, Vision document 2025. Platform Wiskunde Nederland (2014). <http://www.platformwiskunde.nl/visie-document>

2.2 Focusgebieden

In het voorgaande zijn algemene aspecten van het beroepsprofiel geschetst. Om het beeld te verduidelijken geven we voor een aantal focusgebieden een meer specifieke beschrijving. De volgende focusgebieden komen aan de orde:

- Financiële Wiskunde
- Data Science en Statistiek;
- Operations research en Logistiek;
- ICT;
- Engineering Mathematics.

De keuze voor deze focusgebieden is ingegeven door de overweging dat in deze focusgebieden een relatief grote vraag naar toegepaste wiskundigen bestaat. De profielen van vacatures waarin tot dusverre afgestudeerden Toegepaste Wiskunde (dan wel afgestudeerden van een hbo-opleiding met een sterke wiskundecomponent) worden gevraagd maken dat zichtbaar. Het werkveld is echter zeker niet beperkt tot deze focusgebieden.

Per hogeschool waar de opleiding wordt aangeboden kan de nadruk op de diverse focusgebieden verschillen. De opleidingen kunnen zich profileren door zich te specialiseren in één of meerdere focusgebieden.

Voor elk focusgebied wordt een algemene beschrijving van het focusgebied gegeven en wordt de rol van een toegepaste wiskundige in het focusgebied toegelicht. De leeruitkomsten behorende bij het focusgebied worden beschreven in de BOKS (zie hoofdstuk 3).

2.2.1 Financiële Wiskunde

Algemene beschrijving

Financiële wiskunde houdt zich bezig met de (wiskundige) theorie achter verzekeringen en pensioenen. In dit focusgebied ligt de nadruk vooral op levensverzekeringen en pensioenen. Vanuit een verzekeraar is het van belang naast zogenaamde verplichtingen (liabilities) naar polishouders toe, ook oog te hebben voor de beleggingen (assets) die dit afdekken. Hierom is het optioneel om in dit focusgebied op te nemen dat studenten kennis verwerven van elementaire beleggings- en portfoliotheorie, die hiervoor de basis biedt.

Wiskundigen die in de financiële sector gaan werken als bijvoorbeeld actuariel rekenaar of actuariel analist zullen zelden berekeningen met de hand uit (kunnen) voeren. Ze zullen daarom ook in staat moeten zijn om berekeningen uit te voeren door een softwaretool te maken, bijvoorbeeld in Excel.

Indien de student verder gaat in dit gebied zal hij zijn kennis waarschijnlijk verder verdiepen door een vervolgopleiding te doen. De aangeboden theorie in dit focusgebied sluit aan op een vervolgopleiding Actuarieel Rekenaar bij het Actuarieel Instituut.

De rol van een toegepaste wiskundige

In de beroepssituatie van afgestudeerden die in dit veld gaan werken zal het vaak gaan om een positie in een actuaariaat van een verzekeraar of pensioenfonds, waarin de toegepaste wiskundige meedraait in een team dat wordt aangestuurd door één of meer actuarissen. Een vergelijkbare rol kan ook vervuld worden bij een actuariel consultancybureau. Werkzaamheden die in deze beroepssituatie van de toegepaste wiskundige gevraagd worden zijn, bijvoorbeeld, het vaststellen van een voorziening op verschillende grondslagen, het nagaan of een premie kostendekkend is, het controle-

ren of de migratie van een portefeuille naar een ander automatiseringsoplossing correct verlopen is, het uitvoeren van een parameteronderzoek, en ondersteunen bij een ALM studie.

2.2.2 Data Science en Statistiek

Algemene beschrijving

De hoeveelheid data die wereldwijd verzameld wordt is gigantisch en groeit nog altijd sterk. Denk bijvoorbeeld aan gegevens die supermarkten, banken, en webwinkels verzamelen over hun klanten, aan sensoren die continu metingen doen, en informatie die mensen uitwisselen op social media. In deze data liggen patronen verscholen, waaruit onze interesses en gedrag kunnen worden afgeleid. De kunst is om deze patronen naar boven te halen en om te zetten in informatie, die bedrijven in staat stelt betere beslissingen te nemen en hun klanten beter te bedienen.

Data Science richt zich op het verwerken en analyseren van grote hoeveelheden data. De eerste stap is data engineering: het inrichten van een omgeving waarmee data kan worden verzameld en voorbereid. Vervolgens kunnen door middel van geavanceerde data mining technieken verborgen patronen worden gevonden. Uit de data worden modellen afgeleid waarmee voorspellingen kunnen worden gedaan over nieuwe situaties. Statistische technieken worden toegepast om de data en afgeleide patronen te analyseren en de betrouwbaarheid van resultaten vast te stellen.

De rol van een toegepast wiskundige

Een toegepast wiskundige beheerst een groot scala aan statistische technieken. Hiermee vervult hij of zij de rol van specialist binnen een Data Science team van een organisatie. Zijn diepgaande kennis van statistiek stelt hem in staat de toepasbaarheid van Data Science technieken voor data-gerelateerde vraagstukken te bepalen. Door middel van geavanceerde data analyse en data mining technieken analyseert hij grote hoeveelheden data. Hij past Data Science software toe om beschrijvende en voorspellende modellen op te stellen en interpreteert en communiceert de resultaten. Binnen een Data Science team werkt hij nauw samen met data engineers, die primair verantwoordelijk zijn voor dataverzameling, -opslag, en -voorbewerking.

2.2.3 Operations Research en Logistiek

Algemene beschrijving

Logistiek is overal om ons heen. Denk aan de pakketten die iedereen bijna dagelijks op internet bestelt of aan de gevulde schappen in de winkels. Dit betekent dat producten gefabriceerd, getransporteerd en opgeslagen moeten worden. Daarnaast is ook de servicelogistiek (de dienstverlenende logistiek) een belangrijk onderdeel van de logistiek, bijvoorbeeld patiëntenlogistiek in de gezondheidszorg, het inroosteren van monteurs en van medewerkers voor telefonische dienstverlening. Het doel van de logistiek is om de juiste producten of diensten, in de juiste hoeveelheid, op de juiste tijd, op de juiste plaats, tegen de juiste kosten te leveren. Dit betekent ook dat afstemming tussen de verschillende schakels in de logistiek nodig is. Dit levert een breed pakket aan vraagstukken op die vrijwel allemaal met wiskundige technieken zijn aan te pakken.

Operations Research (OR) is het gebruik van wiskundige technieken en modellen om processen binnen organisaties te optimaliseren. Doel is om het management te helpen bij het maken van beleid door middel van kwantitatieve ondersteuning bij beleidsbeslissingen en planningsproblemen. De OR-technieken zijn van nut voor zowel operationele vraagstukken (denk aan dagelijkse planning) als strategische besluitvorming (bijvoorbeeld het wel of niet uitbreiden van het aantal fabrieken).

Hiertoe maakt OR gebruik van methoden uit de wiskunde, statistiek, informatica, en aanverwante vakwetenschappen.

De rol van een toegepast wiskundige

Binnen de Operations Research en logistiek werkt de toegepast wiskundige vaak in een multidisciplinair team met bijvoorbeeld bedrijfskundigen, domeindeskundige en ICT-ers. De toegepast wiskundige moet de vertaalslag kunnen maken van een niet-wiskundig gesteld vraagstuk naar een wiskundig probleem. Vervolgens moet hij beschikken over een breed scala aan optimalisatietechnieken. Ook moet hij in staat zijn om wiskundige oplossingen terug te vertalen naar het oorspronkelijke vraagstuk en daarop een begrijpelijk antwoord voor niet-wiskundigen te formuleren. De toegepast wiskundige weet welke operations research technieken gebruikt kunnen worden bij verschillende vraagstukken. Veel van deze vraagstukken en toepassingen liggen in de logistieke sector, zoals bijvoorbeeld planningsvraagstukken, vraagstukken met betrekking tot voorraadbeheer en dergelijke. Het kan hierbij gaan om allerlei gebieden binnen de logistiek, zoals de transportsector, de servicelogistiek, en supply chain logistiek.

2.2.4 ICT

Algemene beschrijving

ICT is niet meer weg te denken uit de huidige maatschappij. Van financieel tot communicatie, van administratie tot productie, in alle sectoren speelt ICT een rol. Voor wiskundigen zijn goede ICT-vaardigheden noodzakelijk om berekeningen uit te voeren en modellen te testen. Tegelijkertijd leveren wiskundigen een onmisbare bijdrage aan de ontwikkeling van ICT toepassingen. Wiskundige modellen worden bruikbaar in de bedrijfspraktijk door implementatie in software applicaties. Wiskundigen beschikken over een breed scala aan ICT-vaardigheden. Databases worden gebruikt voor dataopslag en -verwerking. Programmeervaardigheden zijn noodzakelijk voor software ontwikkeling. Kennis van informatietheorie stelt wiskundigen in staat de schaalbaarheid en veiligheid van ICT-oplossingen te bepalen.

De rol van een toegepast wiskundige

Binnen de ICT richt een toegepast wiskundige zich voornamelijk op de implementatie van complexe berekeningen en algoritmes. Waar software engineers zich onder andere bezig houden met de architectuur en interface van een applicatie, concentreert een wiskundige zich op de berekeningen die plaats vinden in het hart van de applicatie. De wiskundige vertaalt bedrijfsproblemen naar wiskundige modellen en complexe algoritmes. Hij implementeert modellen en algoritmes in de applicatie en gebruikt complexiteitstheorie om de efficiëntie en schaalbaarheid te berekenen.

2.2.5 Engineering Mathematics

Algemene beschrijving

In de huidige maatschappij is techniek onlosmakelijk met ons dagelijks leven verbonden. Technologische innovaties blijven zich in rap tempo ontwikkelen. Deze innovaties brengen uitermate complexe systemen met zich mee en vragen om goed opgeleide ingenieurs. Het ontwerpen en verbeteren van dergelijke systemen vraagt gespecialiseerde technologische kennis. Toch is deze kennis van de techniek niet altijd toereikend om bepaalde eisen of wensen aan het systeem te behalen. Hier ligt een rol voor Toegepaste Wiskunde. Door het systeem wiskundig te modelleren en te visualiseren, kan een ontwerp of een verbetering behaald worden die met uitsluitend technologische kennis niet realiseerbaar lijkt.

De rol van een toegepast wiskundige

Het werkveld van de toegepast wiskundige in deze discipline is zeer uiteenlopend. Er is vooral een rol weggelegd bij bedrijven die zich bezig houden met innovatie van technologische systemen. Voorbeelden van branches zijn de industriële automatisering, ingenieursbureaus, de telecomsector en de energiesector. Een toegepast wiskundige houdt zich doorgaans bezig met het wiskundig modelleren van uiteenlopende technische systemen. Een toegepast wiskundige is in staat om met een geschikt model te begrijpen hoe een complex systeem werkt. Hij kan uit deze modellen specifieke inzichten verkrijgen waardoor een technologisch systeem verbeterd of aangepast kan worden. Een gespecialiseerde ingenieur zal een beroep doen op zijn technologische kennis en intuïtie, terwijl de toegepast wiskundige een beroep zal doen op grootschalige numerieke berekeningen van een goed ontworpen model van het technologische systeem. De toegepast wiskundige moet daarom de context en het jargon van de technologie tot op zekere hoogte beheersen.

Voorbeelden van projecten zijn: modelleren van een robot om inzicht te verkrijgen in het bereikbare gebied van de robot; grootschalige (parallele) numerieke algoritmes ontwikkelen voor beeldverwerking in medische applicaties; systeemidentificatie en het ontwerpen van regelaars om systeemprestaties te verbeteren; modelleren van kinematica en dynamica van een inspectierobot voor corrosiedetectie in gasleidingen.

3 EINDKWALIFICATIES

3.1 Competentieprofiel

In 'Bachelor of Engineering, een competentiegerichte profielbeschrijving 2016' zijn acht domeincompetenties beschreven: analyseren, ontwerpen, realiseren, beheren, managen, adviseren, onderzoeken, professionaliseren. Bij elke competentie zijn gedragskenmerken beschreven.

Elk van de acht domeincompetenties kan ontwikkeld worden op drie niveaus:

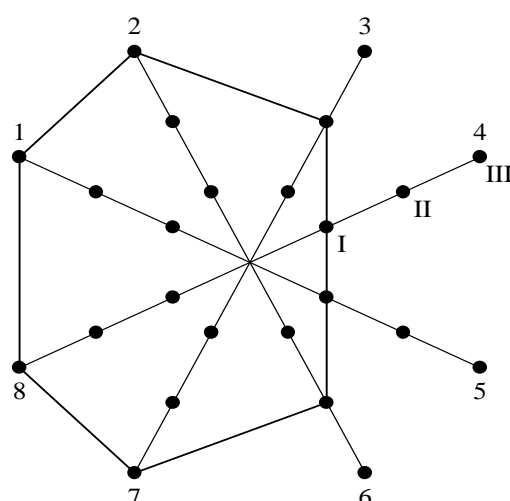
- I. hoofdfasebekwaam;
- II. afstudeerbekwaam;
- III. startbekwaam.

De volgende factoren zijn van invloed op de drie niveaus:

- aard van de taak: de omvang en complexiteit van de taak
- aard van de context: de complexiteit van de professionele situatie
- mate van zelfstandigheid: de mate van zelfstandigheid en verantwoordelijkheid van de student

In hoofdstuk 5 van het HBO-Engineering profielbeschrijving wordt aangegeven hoe binnen dit algemene Engineeringprofiel het profiel voor een specifieke Engineering-opleiding geconcretiseerd kan worden. Voor elke opleiding in het domein Engineering wordt per domeincompetentie vastgelegd wat het minimumniveau is. Daarbij stelt het domein de voorwaarde dat de som van de eindniveaus tenminste 18 bedraagt. In de tabel hieronder is voor de acht competenties het minimumniveau aangegeven voor Toegepaste Wiskunde, hetgeen is geïllustreerd als spinnenweb in de figuur rechts.

domeincompetentie:	eindniveau:
1 analyseren	III
2 ontwerpen	III
3 realiseren	II
4 beheren	I
5 managen	I
6 adviseren	II
7 onderzoeken	III
8 professionaliseren	III



Figuur 2. Competentieniveaus van de opleiding Toegepaste Wiskunde

Elke opleiding heeft het competentieprofiel verwerkt in haar curriculum.

3.2 Body of Knowledge and Skills (BOKS)

De inhoudelijke kennis en vaardigheden van de opleiding worden beschreven in de BOKS. Deze bestaat uit drie delen:

- 1) algemene wiskundige kennis,
- 2) kennis en vaardigheden gerelateerd aan de vijf focusgebieden, beschreven in hoofdstuk 2, en
- 3) algemene wiskundige en niet-wiskundige vaardigheden.

De algemene wiskundige kennis van de BOKS is gebaseerd op 'A Framework for Mathematics Curricula in Engineering Education' van SEFI (een Europese organisatie voor Engineering opleidingen)⁵. Het SEFI-framework beschrijft een kennisbasis op de terreinen:

- algebra;
- analyse en calculus;
- discrete wiskunde;
- meetkunde en goniometrie;
- lineaire algebra;
- kansrekening en statistiek.

De inhoud van deze wiskundige terreinen is in het SEFI-framework verdeeld in vier niveaus: 0, 1, 2 en 3. De opvolging in niveaus representeert de moeilijkheidsgraad. Voor niveaus 0, 1, en 2 zijn de leeruitkomsten gedetailleerd beschreven. De relevante onderdelen van deze niveaus zijn opgenomen in de kennisbasis van Toegepaste Wiskunde. Dit deel van de BOKS vormt de basis van alle vijf de Toegepaste Wiskunde opleidingen.

Het hoogste niveau (3) staat voor realistische beroepscontexten voor een afgestudeerde ('integration with real-life engineering examples'). Dit niveau is in het SEFI-framework alleen globaal beschreven met de gedachte dat opleidingen dat zelf nader invullen. Toegepaste Wiskunde heeft hier invulling aangegeven door in de BOKS leeruitkomsten te beschrijven voor elk van de vijf focusgebieden. Afhankelijk van het accent van de opleiding, zal elke opleiding een andere selectie aanbieden van deze leeruitkomsten.

De wiskundige vaardigheden zijn ontleend aan hoofdstuk 2 van het SEFI-framework. De niet-wiskundige vaardigheden omvatten diverse relevante soft-skills waaronder communicatie- en onderzoeksvaardigheden. Deze vaardigheden vormen een integraal onderdeel van alle Toegepaste Wiskunde opleidingen.

De volledige BOKS kan worden gevonden in het document '*Body of Knowledge and Skills (BOKS) voor de HBO-opleiding Toegepaste wiskunde / Mathematical Engineering*' van het Landelijk Overleg Toegepaste Wiskunde (2020)⁶.

Het curriculum van elke opleiding dient in een redelijke verhouding te staan tot de BOKS.

⁵ A Framework for Mathematics Curricula in Engineering Education. SEFI (2013)
<https://www.sefi.be/publication/a-framework-for-mathematics-curricula-in-engineering-education>

⁶ <https://www.hbo-engineering.nl/thema-s/competentieprofielen>