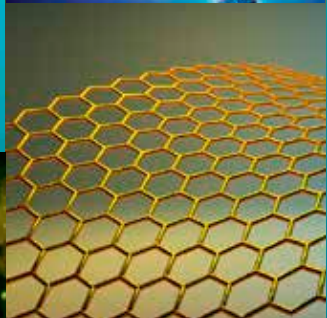
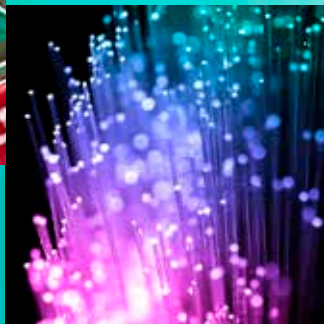
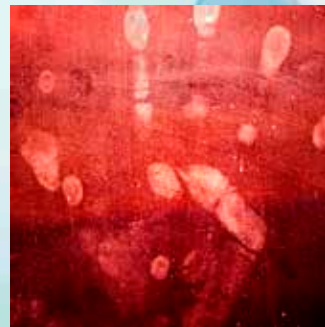
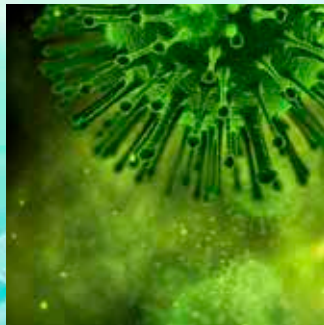


BACHELOR OF SCIENCE in het DOMEIN APPLIED SCIENCE

Een competentiegerichte profielbeschrijving



Colofon

Teksten

dr. Geert Schoenmakers
drs. Marijne Thomas (LOSI, Amersfoort)
Marjolein Wijnker-Schrauwen, MSc (DAS)

Groepsinterview beroepsdomeinen

Bo Blanckenburg, MSc. (freelance wetenschapsjournaliste)

Interviews werkveldillustraties bij opleidingsprofielen

drs. Marijne Thomas (LOSI, Amersfoort)

Projectcoördinatie

Ing. Veroniek Beke
Marjolein Wijnker-Schrauwen, MSc

Werkgroep

Jannie Braber- van den Broek, MSc
ir. Robert Brink
dr. Charlotte Creusen
drs. Jan Heijenga
dr. Lieke van Hemert
dr. André Klein
drs. Rens van Leeuwen
drs. Beatrijs Linford
dr. Gabriëlle Pinkse
dr. Geert Schoenmakers
dr. Roel Smit

Eindredactie

drs. Marijne Thomas (LOSI, Amersfoort)

Vormgeving

Liesbeth Thomas, BA (t4design, Delft)



Domein Applied Science (DAS)
Postbus 249
2260 AE Leidschendam
070 337 87 72
info@appliedscience.nl
www.appliedscience.nl

Domein Applied Science, versie 3.1, september 2022

*Dit werk is gelicenseerd onder een Creative Commons
Naamsvermelding-NietCommercieel 4.0 Internationaal licentie.
Bezoek <http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>
om een kopie te zien van de licentie.*

De meest actuele versie van deze profielbeschrijving is altijd te vinden op de website van het Domein Applied Science.

Overall waar in dit document sprake is van 'hij' of 'zijn' dient hij/zij respectievelijk zijn/haar gelezen te worden.

NB: de interviews in dit document dateren uit 2013; de betreffende (werk)situatie en standpunten van geïnterviewden kunnen dan ook inmiddels gewijzigd zijn.

Voorwoord

Een goedlopende samenwerking is meestal ook een langdurige samenwerking. Dat lijkt een open deur, maar het wordt vaak onderschat hoe belangrijk goede onderlinge relaties zijn. Het Domein Applied Science laat met deze vernieuwde competentiegerichte profielbeschrijving voor de Bachelor of Science in de toegepaste natuurwetenschappen zien hoe samenwerking van hbo en bedrijfsleven kan en moet.

Deze profielbeschrijving is, net als de vorige versies, tot stand gekomen in nauwe afstemming met vertegenwoordigers van het werkveld. Op regionaal niveau zijn de opleidingsprofielen besproken en vastgesteld en op landelijk niveau het domeinprofiel. Daarmee dragen de hogescholen en het brede werkveld samen verantwoordelijkheid voor een gemeenschappelijke en herkenbare basis aan kennis en vaardigheden waarmee afgestudeerden van dit domein de arbeidsmarkt betreden. Bovendien zorgt deze samenwerking ervoor dat afgestudeerden de kennis en vaardigheden bezitten waar werkgevers behoefte aan hebben. We kunnen als centrale werkgeversorganisaties niet genoeg benadrukken hoe belangrijk dat is. Voor u ligt een mooi voorbeeld van hoe hogescholen en werkgevers dit samen kunnen realiseren.

Sinds kort worden de studenten in het domein Applied Science opgeleid tot Bachelors of Science, in plaats van Bachelors of Applied Science. Gelukkig verandert dit niets aan de manier waarop de studenten worden opgeleid. Het hoger beroepsonderwijs en het wetenschappelijk onderwijs zijn absoluut gelijkwaardig, maar zeker niet hetzelfde. En dat moet ook niet. Het hoger beroepsonderwijs is van grote waarde voor de Nederlandse arbeidsmarkt. Daar mag u trots op zijn!

Gertrud van Erp
Secretaris Onderwijs VNO-NCW en MKB-Nederland

Welkom

Welkom bij de derde uitgave van de competentiegerichte profielbeschrijving van de Bachelor of Science in het domein Applied Science – een dynamisch document over opleidingen en beroepen binnen dit domein. In deze herziene versie vindt u de vernieuwde beschrijvingen van de competenties Onderzoeken en Experimenteren. Ook is het landelijk opleidingsprofiel van de opleiding Forensisch onderzoek toegevoegd. Verder zijn de wijzigingen opgenomen die eerder in een addendum zijn gepubliceerd, zoals de vernieuwde Bodies of Knowledge & Skills van de opleidingen Bioinformatica en Chemische technologie. Het addendum komt hiermee te vervallen.

U vindt in dit document onder meer achtergrondinformatie over competenties en eindkwalificaties, concrete voorbeelden van werkvelden en beroepen, alsook specifieke opleidingsprofielen met hun bijbehorende Bodies of Knowledge and Skills. Wat al die kennis en vaardigheden in de praktijk betekenen, leest u in de interviews met jonge bachelors die al volop in het beroepsleven actief zijn. Zo hopen we in dit document een informatief beeld te schetsen van het nu, maar vooral ook van een gezonde professionele toekomst.

Inhoud

Voorwoord	3
Hoofdstuk 1 Het Domein Applied Science binnen het hoger beroepsonderwijs	5
Hoofdstuk 2 Werkveld en beroepen van de Bachelor of Science	7
Groepsinterview: Duidelijke domeinen	10
Hoofdstuk 3 Kennen en kunnen: eindkwalificatie Bachelor of Science	13
Hoofdstuk 4 Verantwoording eindkwalificatie Bachelor of Science	17
Hoofdstuk 5 Opleidingsprofielen	20
Hoofdstuk 6 Referenties / met dank aan	75
Bijlage I Definities	76
Bijlage II Competenties, competentiegericht onderwijs en de relatie met de Body of Knowledge & Skills	77
Bijlage III Competentietabellen	78
Bijlage IV Relatie tussen opleidingsprofielen en het Nederlandse hbo-bachelor-kwalificatieraamwerk	89
Bijlage V Raadpleging en validatie door het werkveld	92
Bijlage VI Domein Applied Science	96

Hoofdstuk 1

Het domein Applied Science binnen het hoger beroepsonderwijs

Het **domein** Applied Science omvat de hbo-opleidingen die een Bachelor of Science in de toegepaste natuurwetenschappen afgeven. Medio 2020 omvat het domein vijftien hogescholen met negen verschillende opleidingen, waaraan bijna 13.000 studenten een opleiding volgen en meer dan veertig lectoren toegepast onderzoek verzorgen dat gerelateerd is aan de opleidingen of zich op snijvlakken met andere disciplines begeeft. Het landelijk samenwerkingsverband Stichting Domein Applied Science (DAS) zet zich in voor een samenhangend aanbod van kwalitatief hoogstaand onderwijs en onderzoek, dat is afgestemd op de behoeften van het werkveld.

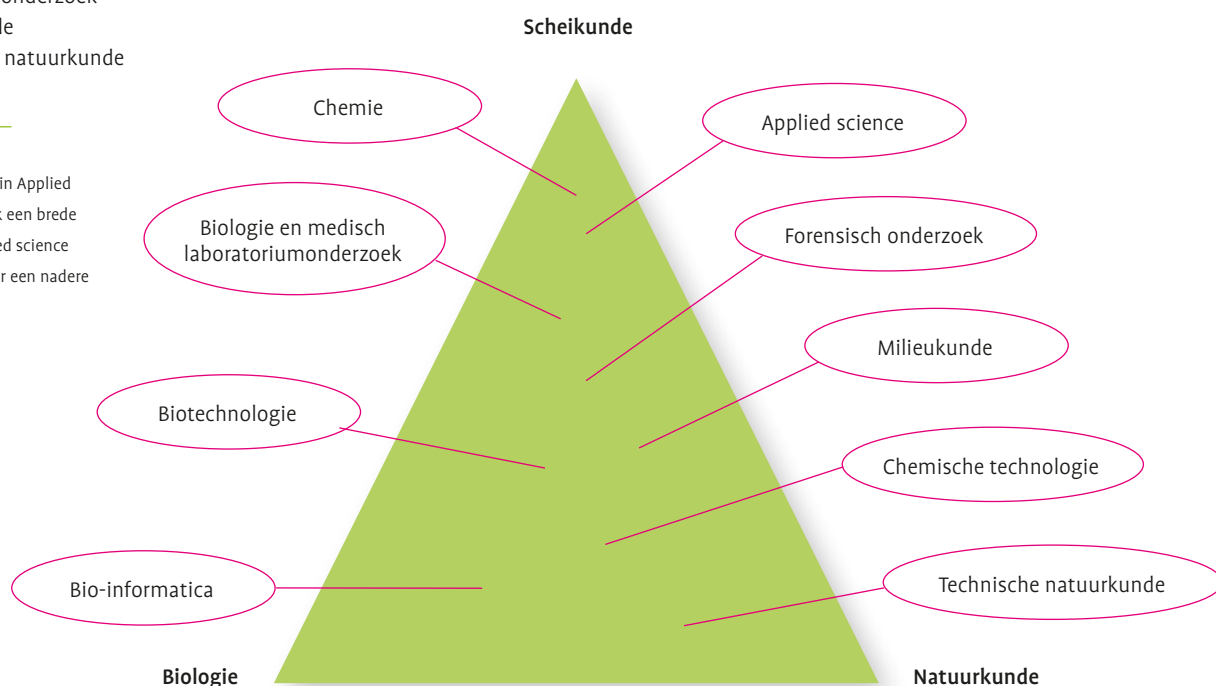
Een **domein** is een groep van opleidingen die qua inhoud en beroepsmogelijkheden verwant zijn. De beroepscontext in het domein Applied Science is veelal een laboratorium, test- of productieomgeving of pilot plant.

De kern van het domein Applied Science wordt gevormd door de klassieke natuurwetenschappen. Bij opleidingen die de graad Bachelor of Science afgeven in het domein, gaat het dan ook om studies waarbij concepten uit ten minste de drie klassieke natuurwetenschappen scheikunde, biologie en natuurkunde aan de orde zijn:

- Applied science *
- Bio-informatica
- Biologie en medisch laboratoriumonderzoek
- Biotechnologie
- Chemie
- Chemische technologie
- Forensisch onderzoek
- Milieukunde
- Technische natuurkunde

De opleidingen zijn weer te geven als velden in een driehoeksdiagram. Aangezien bij de meeste opleidingen in kwestie ook aspecten van andere wetenschapsgebieden aan de orde komen, kunnen sommige deels buiten de genoemde driehoek scheikunde-biologie-natuurkunde vallen. Dit geldt bijvoorbeeld voor Bio-informatica, waar zowel aspecten van de biologie als van de informatica een rol spelen. Bij de opleidingen binnen het domein speelt minstens de helft van de invulling van het onderwijs zich af binnen de driehoek. Opleidingen die volledig buiten de driehoek vallen, worden niet tot het domein Applied Science gerekend.

Figuur 1: opleidingen van het domein Applied Science in de triade van de klassieke natuurwetenschappen biologie, scheikunde en natuurkunde.



* Binnen het domein Applied Science bestaat ook een brede opleiding die Applied science heet; zie blz. 22 voor een nadere toelichting.



Hoofdstuk 2

Werkveld en beroepen van de Bachelor of Science

Het **werkveld** van afgestudeerde Bachelors of Science in het domein Applied Science is breed en divers. Dat geldt voor de functies die ze bekleden, maar ook voor de sectoren waarin ze werkzaam zijn. Ze houden zich er in de regel bezig met het zelfstandig of in teamverband oplossen van problemen, of het beantwoorden van vragenstellingen op het gebied van de natuurwetenschappen door veelal experimenteel of modelmatig onderzoek. Daarbij neemt het gebruik van geavanceerde en vaak geautomatiseerde apparatuur en informatie-technologie een steeds belangrijker plaats in.

Binnen een laboratorium of (proces technologisch) bedrijf kan een **Bachelor of Science (BSc)** in de toegepaste natuurwetenschappen zich toeleggen op een bepaald terrein; daarbij valt te denken aan een specialisatie binnen het vakgebied, fundamenteel of toegepast wetenschappelijk onderzoek, of product- of procesontwikkeling in een laboratorium- of proces technologische omgeving. In de loop der tijd kan hij doorgroeien naar leidinggevende functies als projectleider of afdelingshoofd, en naar functies als kwaliteitscoördinator, instructeur, veiligheidsfunctionaris, informatietechnoloog, etcetera. De BSc functioneert in grote bedrijven vaak onder inhoudelijke eindverantwoordelijkheid van een academicus, terwijl hij in het midden- en kleinbedrijf (MKB) veelal zelf de eindverantwoordelijkheid draagt. Daarnaast kan hij terechtkomen in dienstverlenende functies, bijvoorbeeld in het onderwijs als docent of in commerciële functies in het bedrijfsleven. De hbo-opleiding is ook een goede basis voor verschillende academische masteropleidingen in natuurwetenschappelijke richtingen.

Voorbeelden van bedrijven en instellingen binnen het werkveld van de BSc:

Bedrijfsleven

- chemische en farmaceutische industrie (zoals AkzoNobel, DSM, Dow, MSD, Shell);
- diagnostiekbedrijven (zoals PathoFinder, Philips Healthcare, Roche);
- biotechnologische bedrijven (zoals Crucell,

Keygene, OctoPlus, Pharming, Janssen);

- voedingsmiddelenindustrie (zoals Purac, Danone, Unilever, FrieslandCampina, Nutreco);
- adviesbureaus voor kwaliteitszorg en hygiëne (zoals Eurotrol, BioLab);
- toxicologische bedrijven (zoals WIL Research);
- hightechbedrijven (zoals Océ, Sensata, Thales, Vredestein);
- procestechnologie en/of product- en materiaaltechnologie (Albemarle, Fluor, SABIC, Tata Steel, Teijin Aramid, Zeton).

(Semi)overheidsinstellingen, universiteiten en onderzoeksinstituten

- ECN, Nationaal Lucht- en Ruimtevaartlaboratorium, RIKILT, RIVM, TNO, Nederlandse Voedsel- en Warenautoriteit;
- universiteiten;
- academische ziekenhuizen.

Servicelaboratoria

- milieulaboratoria;
- laboratoria ten behoeve van kwaliteitscontrole en productie op organisch, biochemisch en analytisch gebied (zoals PROXY Laboratories, Eurofins).

Gezondheidszorg en milieu

- academische en perifere ziekenhuizen;
- bloedbanken;
- streeklaboratoria voor de volksgezondheid;
- huisartsenlaboratoria;
- Nederlandse Voedsel- en Warenautoriteit;
- gezondheidsdiensten;
- instituten voor ecologisch, toxicologisch en milieuonderzoek, etcetera.

Gezien de grote diversiteit aan bedrijven en sectoren is dit overzicht vanzelfsprekend niet volledig.

Diversiteit aan beroepen

Bachelors of Science in het domein Applied Science werken in een bijzonder breed werkveld aan heel uiteenlopende onderwerpen. Het gemeenschappelijk uitgangspunt wordt gevormd door de natuurwetenschappelijke invalshoek bij het werken, en

Werkveld (ook wel beroepenveld genoemd) is de verzameling van alle beroepen/functies waarin afgestudeerde Bachelors of Science in het domein Applied Science werkzaam zijn.

Een **beroepsdomein** is een verzameling van soortgelijke beroepen.

de techniek als gereedschap. Daarnaast delen de afgestudeerden het vermogen om taken zelfstandig, innovatief, ondernemend, resultaatgericht en verantwoordelijk aan te pakken.

Afhankelijk van de aard van de werkzaamheden en het zwaartepunt in de functie die de Bachelor of Science bekleedt, kunnen we de volgende **beroepsdomeinen** onderscheiden:

1. **Research en development**
2. **Commercie, service en dienstverlening**
3. **Toepassing en productie in laboratoria**
4. **Medische laboratoriumdiagnostiek**
5. **Engineering en fabricage**

1. RESEARCH EN DEVELOPMENT

In een **onderzoeks- en ontwikkelomgeving** is de Bachelor of Science als researchmedewerker betrokken bij de ontwikkeling van nieuwe, of de verbetering van bestaande producten, materialen, methoden en processen. Daartoe worden de afzonderlijke disciplines uit de natuurwetenschappen gebundeld en gericht op verschillende toepassingsgebieden, zoals medische diagnostiek, milieu- en duurzaamheidsproblematiek, biotechnologie, etcetera.

In researchlaboratoria van overheidsinstellingen en grote bedrijven geven veelal (gepromoveerde) academici richting aan onderzoek of ontwikkeling binnen een onderzoeksteam. De bachelor participeert zelfstandig binnen het team en is vaak verantwoordelijk voor een deelonderzoek. Hij ontwikkelt en realiseert een experimentele proefopzet, verricht en interpreteert experimenten – veelal gebruikmakend van moderne informatie- en communicatiemiddelen zoals bio-informatica- en specifieke ict-toepassingen – trekt conclusies en doet aanbevelingen. In kleinere bedrijven is de benadering vaak minder fundamenteel en juist meer toegepast. Het organiseren, coördineren en richting geven aan de werkzaamheden behoren in dat geval eveneens tot het takenpakket van de Bachelor of Science.

2. COMMERCIE, SERVICE EN DIENSTVERLENING

In de **commercie** is de Bachelor of Science vooral werkzaam als productspecialist. Hij werkt bijvoorbeeld als verkoper van producten, systemen, diensten en apparatuur. Ook kan hij actief zijn in de marketing. In zijn rol als adviseur levert hij een bijdrage aan het oplossen van problemen of het

instrueren en begeleiden van nieuwe gebruikers. Hij overlegt met klanten en gebruikers, brengt problemen in kaart, zoekt oorzaken en oplossingen en adviseert. In al deze gevallen zijn de activiteiten gerelateerd aan principes of systemen met een biologische, medische, chemische of technologische invalshoek.

Hij kan (sub)hoofd zijn van een afdeling of dienst, maar kan natuurlijk ook zelf een onderneming starten. In de dienstverlenende sfeer werkt de BSc bijvoorbeeld als hygiënist of is betrokken bij kennisoverdracht, wellicht als (stage)begeleider in het onderwijs of in een laboratorium. Ook kan hij werkzaam zijn bij instellingen of bedrijven op het gebied van kwaliteitszorg of -management, veiligheid (zoals Arbo-milieuzorgcoördinator of KAM-coördinator), milieu, hygiëne of forensisch onderzoek.

3. TOEPASSING EN PRODUCTIE IN LABORATORIA

In dit beroepsdomein is de Bachelor of Science vaak werkzaam bij milieulaboratoria, laboratoria ten behoeve van kwaliteitscontrole, en productielaboratoria op organisch, biochemisch en analytisch gebied, of vergelijkbare laboratoria. Het gaat daarbij veelal om het uitvoeren van **complex experimenten** waarbij een beroep wordt gedaan op de praktische vaardigheden en het analyserend vermogen van de bachelor. Bij syntheselaboratoria, waar de veiligheid van het werk een van de belangrijkste aspecten is, wordt heel nadrukkelijk de kennis en het inzicht van de bachelor aangesproken. De grote verscheidenheid aan experimenten vraagt om een brede inzetbaarheid en een goede toepassing van technieken, apparatuur, automatisering, kwaliteitsbewaking, Arbo en milieuzorg.

4. MEDISCHE (LABORATORIUM) DIAGNOSTIEK

Diagnostische laboratoria binnen de **gezondheidszorg** verrichten onderzoek op materiaal van menselijke (of soms dierlijke) oorsprong. In het algemeen gaat het dan om laboratoria voor klinische chemie, medische microbiologie, cytohistopathologie, hematologie, immunologie, endocrinologie of klinisch-genetisch onderzoek. De bachelor draagt hier als onderzoeker bij aan het beantwoorden van klinische vraagstellingen door middel van het toepassen van natuurwetenschappelijke analysemethoden bij de diagnostiek, behandeling en preventie van ziekten. Hij is werkzaam in het

hele proces van monsterverwerking, van het moment van afname van materiaal tot de rapportage van het resultaat en de archivering van data. Het is van belang dat de bachelor in deze functie kennis en inzicht opbouwt om klinische gegevens bij de uitvoering en (tussentijdse) interpretatie van de onderzoeken te betrekken, en om verbanden te leggen tussen medische vraagstelling en (tussentijdse) onderzoeksresultaten. De grote verscheidenheid aan analyses, variërend van handmatige tot volledig geautomatiseerde en gerobotiseerde analyses, vraagt een brede inzetbaarheid van de bachelor en een goede toepassing van technieken, apparatuur, automatisering en kwaliteitsbewaking. De BSc kan ook ingezet worden voor het ontwikkelen van nieuwe diagnose- of behandeltechnieken of apparatuur (op basis van natuurkundige, chemische of biologische principes). Binnen het laboratorium kan de BSc doorgroeien naar specialistische en/of leidinggevende functies.

5. ENGINEERING EN FABRICAGE

In dit domein is de bachelor betrokken bij of zelfs primair verantwoordelijk voor het beheren en beheersen van (een deel van) het **productieproces**. In teamverband ontwikkelt of past hij nieuwe processen toe of verbetert hij bestaande processen,

producten of materialen. Hiertoe overlegt hij zowel met operators als met het (hogere) management en externe partijen, neemt beslissingen over procesveranderingen, of bereidt deze beslissingen voor en rapporteert over procesverloop en resultaat. Hierbij gebruikt de bachelor zijn kennis van stroming, warmteoverdracht, chemische omzettingsprocessen, fysische scheidingstechnieken en materialen om te komen tot een optimale prijs-kwaliteitverhouding binnen maatschappelijk aanvaardbare risico's. Duurzaamheid in al zijn facetten speelt altijd een rol. In dit beroepsdomein worden twee zwaartepunten onderscheiden, namelijk (bio)processtechnologie, en product- en materiaalstechnologie. In de (bio)processtechnologie gaat het meestal om grootschalige procesinstallaties waarin niet-vormgegeven producten als gassen, vloeistoffen, poeders en/of granulaten worden geproduceerd. In de product- en materiaalstechnologie gaat het vaak om kleinere productie-eenheden waarmee vormgegeven materialen als platen, draden en schuimen worden geproduceerd.

De dagelijkse praktijk

Hoe ziet de dagelijkse praktijk in die verschillende beroepsdomeinen eruit? Op de volgende bladzijden vertellen jonge professionals er meer over; elk van hen is werkzaam in een ander domein.



Groepsinterview*

Duidelijke domeinen

De afgestudeerden van de opleidingen in het domein Applied Science zijn breed geschoold, en dus staat er een scala aan beroepen en werkgevers voor ze open. Van universiteiten, academisch-medische centra en diagnostische laboratoria tot voedingsmiddelengiganten, de petrochemische industrie en producenten van consumables – er werken technische hbo-opgeleiden. Overigens lang niet allemaal in laboratoria, want door de verschillende competenties in de opleidingen zijn ook adviserende, commerciële of leidinggevende posities helemaal niet zo’n gek idee. De vijf beroepsdomeinen (zie bladzijde 8) geven een goed overzicht van deze diversiteit. Maar wat betekenen die veelomvattende domeinbeschrijvingen nu in de praktijk? Welke competentie is wanneer belangrijk? En wat voor iemand past in welk domein? We vroegen het de afgestudeerden gewoon zelf.

Klopt de domeinbeschrijving met je beroep?

Brigith: ‘Ja, echt helemaal. Ik beoordeel pathologische biopten, vooral van nieren. Daarbij zorg ik voor het hele monstertraject: van binnenkomst, fixatie, ontwateren, plastificeren, coupes snijden, beoordeling elektronenmicroscopie en opslag tot verschillende testen en analyses. Uiteindelijk bespreek ik mijn bevindingen met de patholoog, die de definitieve diagnose stelt. Naast de elektronenmicroscopie voer ik nog een aantal andere specialistische technieken uit voor diagnostische analyse, zoals scanning elektronenmicroscopie en EDX (elementanalyse). Eigenlijk herken ik alles uit de beschrijving wel.’

Henk: ‘Als ik naar de domeinbeschrijving Research en development kijk, dan herken ik vooral de nadruk op innovatie. In mijn promotietraject probeer ik kunstmatige organen te kweken door stamcellen in driedimensionale matrices van collageen en andere eiwitten te zaaien. Daarmee tracht ik simpele holle organen zoals een bloedvat, slokdarm of blaas na te maken. Daarvoor moet ik kunnen communiceren met artsen en laboranten,

maar ook met commerciële bedrijven die het product uiteindelijk zouden moeten gaan produceren. Misschien is de domeinbeschrijving wel wat te veel op de uitvoering geënt, terwijl ik ook een flink theoretisch deel voor mijn rekening neem. Maar ik ben dan ook eigenlijk wat verder doorgegroeid dan de gemiddelde hbo-er, omdat ik ook nog een hbo-master Life Sciences heb gedaan.’

Marcel: ‘Met name het optimaliseren en verbeteren van processen is een substantieel deel van mijn werk. Als process-engineer manage ik alle technische veranderingen in de kunststhar-productieprocessen in onze fabriek. Dat kunnen grote veranderingen zijn, zoals het opzetten van een nieuw proces of het ontwikkelen van een nieuwe installatie. Maar ook kleine dingen, zoals een andere setting in het softwareprogramma dat het proces begeleidt. Iedereen binnen het bedrijf kan een idee voor een verbetering indienen. Met een projectgroep kijken we dan vanuit meerdere disciplines of de verandering toegevoegde waarde heeft en veilig is. Uiteindelijk instrueer ik de ploegleden hoe ze met de nieuwe dingen om moeten gaan. En natuurlijk zorg ik ook voor de benodigde rapportage. Leuk werk, hoor!’

* Dit groepsinterview dateert uit 2013; een deel van de geïnterviewden werkt inmiddels elders.

Engineering en fabricage

Marcel de Kok, 35
Process-engineer bij Rütgers Resins BV

‘De ene dag zit ik om de tafel met de heren van de provincie, de andere dag help ik de jongens van de ploegendienst met een productieprobleem. Heerlijk, die afwisseling.’

Commercie, service en dienstverlening

Karlijn van Soest, 29
Accountmanager & sales representative bij Life Technologies

‘Binnen een week na mijn sollicitatie werd ik al naar Glasgow gevlogen: ‘Laat maar zien wat je in huis hebt.’ Hard werken en direct resultaat zien in verkoopcijfers, dat is echt iets voor mij.’

Research en development

Henk Hoogenkamp, 25
Promovendus Tissue engineering bij Radboud Universiteit Nijmegen

‘Ik heb altijd veel ideeën en denk graag buiten gebaande paden. Onderzoek naar artificiële organen is nu nog een beetje het Wilde Westen, er kan en gaat nog zo veel ontdekt worden!’

Linda: 'Ik herken me ook echt in de beschrijving. Ik werk op een researchlab dat in opdracht van klanten uitzoekt hoe we bijvoorbeeld voldoende van een eiwit kunnen produceren en zuiveren, of *C. elegans* wormpjes kunnen kweken voor toxicologisch onderzoek. Het is heel praktisch en analytisch werk dat altijd in teamverband gebeurt, want iedereen heeft zijn eigen specialiteit en kennis. Verder hebben we te maken met strakke deadlines, dus experimenteren, onderzoeken én efficiënt werken zijn erg belangrijk.'

Karlijn: 'Ik herken me vooral in het eerste deel van de domeinbeschrijving Commercie, service en dienstverlening. Als vertegenwoordiger van laboratoriumbenodigdheden Life Technologies is het mijn taak om contact te zoeken met nieuwe afnemers van bijvoorbeeld restrictie-enzymen of groeimedium, en ze te overtuigen dat wij de juiste partij zijn om hun materialen te leveren. Op dat gebied ben ik inderdaad een specialist, en ik help klanten door mee te denken over hun onderzoek en met welk product ze dat het beste zouden kunnen uitvoeren. Maar wat er in de domeinbeschrijving staat over veiligheid en milieucoördinatie, dat komt in mijn werk helemaal niet voor. Daarvoor moet je heel precies en analytisch zijn, dat ben ik niet.'

Zou je van beroepsdomein kunnen en willen switchen?

Henk: 'Commercie trekt mij ook wel, maar medische diagnostiek zou ik echt niet willen. Dat lijkt me een beetje saai.'

Brigith: 'Vooralsnog ben ik eigenlijk wel tevreden. De andere richtingen trekken me niet zo, misschien in de toekomst.'

Marcel: 'Ik houd het ook bij mijn eigen domein.'

Karlijn: 'Ik denk dat ik in elk domein wel aan de slag zou kunnen, maar niet in de praktische uitvoering in het lab. Ik zie mezelf meer als coördina-



tor of regelaar, en dan maakt de richting me niet zoveel uit.'

Welk percentage van je werktijd brengen jullie door in het lab?

Brigith: 'Veel, toch zeker wel 80% van elke werkdag.'

Marcel: 'Dat is bij mij anders. Ik heb ooit wel op het analytisch lab gewerkt, waar ik HPLC-analyses en dergelijke deed, maar inmiddels interpreteer ik alleen nog gegevens die uit het lab komen.'

Karlijn: 'Helemaal niet meer! Eerst vond ik dat wel moeilijk, dat mijn werk niet zo praktisch was. Maar ik heb niet zo'n automatische piloot die Brigith duidelijk wel heeft. Zodra handelingen zich gaan

Toepassing en productie op laboratoriumschaal

Linda Peters, 26
Onderzoeksanalist, HAN BioCentre

'Klakkeloos een protocol volgen, is voor mij niet genoeg. Wij ontwikkelen zélf methoden om vragen van klanten te beantwoorden, waardoor ik elke paar weken met iets anders bezig ben.'

Medische (laboratorium)diagnostiek

Brigith Willemsen, 24
Analist pathologie Radboud Ziekenhuis Nijmegen

'Doordat ik met patiëntmateriaal werk, draag ik bij aan een succesvolle diagnose en help zo patiënten. Dat ik met mijn werk iets voor andere mensen kan betekenen, vind ik belangrijk.'



herhalen, blijk ik niet meer scherp, en dat heb je in een lab echt nodig.'

Brigith: 'Grappig, ik vind de regelmaat van mijn werk juist prettig. Het geeft me ruimte in mijn hoofd om in kleinere projecten aan nieuwe methoden of onderzoek te werken.'

Henk: 'Ik zou het ook niet kunnen, telkens dezelfde testen doen. Ik ben veel te eigenwijs om goed instructies op te kunnen volgen. Maar ik ben voor mijn eigen project nog wel regelmatig in het lab te vinden als ik een nieuw idee of experiment uitwerk, of een student begeleid. Er zijn ook maanden dat ik vooral aan het schrijven ben of met de industriële partners praat over vervolgstappen.'

Karlijn: 'Ik kom nog wel regelmatig in laboratoria van klanten, want ik verkoop de spullen die de onderzoekers en analisten daar gebruiken. En omdat ik het wel gedaan heb, in een lab werken, weet ik wat belangrijk is bij het gebruik van mijn producten.'

Welke competenties blijken het nuttigst in je werk?

Henk: 'Onderzoeken, experimenteren en natuurlijk zelfsturing zijn bij mij heel belangrijk. Verder moet je voor een promotie ook een beetje lef hebben en af en toe niet luisteren. Voor onderzoek zijn er geen gebaande paden.'

Linda: 'Naast wat er al genoemd werd, is beheren en coördineren bij ons heel belangrijk. Het werken aan meerdere projecten en met harde deadlines vereist dat je heel goed je tijd plant. En analytisch vermogen, want je moet altijd kritisch naar je eigen resultaten kunnen kijken.'

Brigith: 'Voor mijn werk moet je vooral gestructureerd werken en kwaliteitsgericht zijn. Dat valt onder andere onder experimenteren.'

Marcel: 'Beheren en coördineren staat op 1: ik heb vaak tien tot twintig projectjes tegelijk lopen. Maar ik coach en informeer ook veel, en als enige process-engineer op de plant is zelfsturing echt een vereiste.'

Hoe was de aansluiting van je opleiding en je baan, heb je nog competenties gemist?

Linda: 'Qua labvaardigheden niet, maar hoe je iets goed op papier zet, had ik wel beter willen leren.'

Brigith: 'O, dat heb ik naar mijn idee juist wel redelijk opgepikt. Ik heb eerder behoefte aan wat meer Engels, dat is de voertaal bij onze research-werkbesprekingen en daar had ik in het begin

wel moeite mee. Verder was de aansluiting erg goed, maar ik had dan ook stage gelopen op mijn huidige werkplek. Ik kon na een week al zelfstandig aan de slag.'

Karlijn: 'Bij mij was de aansluiting minimaal. Ik wist als student niet eens dat een commerciële functie tot de mogelijkheden behoorde. Alleen van onderzoeks- of diagnostisch analist hadden we enigszins een beeld. Maar behalve dat mijn studie en baan over hetzelfde onderwerp gaan, heb ik eigenlijk weinig nuttige vaardigheden opgedaan. Sales moet je in de praktijk leren, het is pompen of verzuipen.'

Hoe zijn de carrièreperspectieven binnen jouw domein?

Marcel: 'Erg goed eigenlijk. Binnenkort gaan er toch een hoop procestechnologen en dergelijke met pensioen, en wat er aan nieuwe aanwas binnenkomt, is echt te weinig. In Nederland of internationaal, ik maak me weinig zorgen over mijn baanzekerheid.'

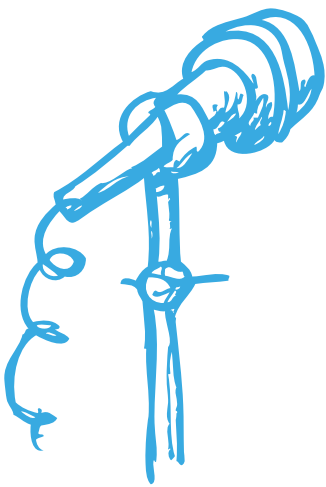
Linda: 'Echt? Nou, dan moeten de huidige studenten misschien wat meer in jouw richting buigen. Toen ik begon, was het credo nog dat je als analist de banen voor het uitzoeken zou hebben, maar het lijkt mij daar nu de verkeerde tijd voor.'

Brigith: 'Dat ben ik met Linda eens, en in de medisch-diagnostische sector heb je ook nog MLO-doorstromers.'

Henk: 'Na de meeste analistenbanen kun je doorgroeien als methodespecialist of als leidinggevende van een diagnostisch lab. Maar als je leiding wilt geven in de onderzoekswereld, moet je concurreren met wo-afgestudeerden. Dat was een van de redenen waarom ik ervoor gekozen heb om door te studeren, wat overigens prima gaat. En met een PhD op je cv kun je in de R&D veel verder groeien, tot professor of principal investigator.'

Marcel: 'Dat valt in mijn sector wel mee, denk ik. In technische bedrijven is een promotie aan een universiteit geen vereiste en heb je over het algemeen prima kansen om door te leren in je werk.'

Karlijn: 'Bij mij is het ook nog wel goed, ik word regelmatig gebeld door headhunters. Ook wel prettig aan mijn sector is dat vooropleiding absoluut niet bepalend is voor je carrièreperspectieven. Als je kunt laten zien dat je het in je hebt, kun je het gewoon tot CEO schoppen.'



Hoofdstuk 3

Kennen en kunnen: eindkwalificatie Bachelor of Science in de toegepaste natuurwetenschappen

Kenmerkend voor een Bachelor of Science in de toegepaste natuurwetenschappen is zijn analytische, abstraherende, onderzoekende en dienstverlenende houding. Een BSc stelt zich naast de ‘wat-en-hoe-vraag’ dan ook altijd de ‘waarom-vraag’. De aandacht is daarbij gericht op het verwerven van inzicht om zo een bijdrage te kunnen leveren aan het oplossen van problemen of het beantwoorden van vraagstellingen op het gebied van de natuurwetenschappen. Hij kan zowel zelfstandig als in multidisciplinair verband functioneren en is zich bewust van de risico's voor mens, dier en milieu, alsmede van de ethische implicaties van onderzoek. Hij is op de hoogte van en werkt binnen de geldende wettelijke regelingen en streeft naar zo duurzaam mogelijke oplossingen.

Van student naar bachelor: competenties en competentiegericht onderwijs

Een competentie is een combinatie van kennis, vaardigheden en attitude, die nodig is voor het uitvoeren van een taak of functie in een bepaalde context. Anders gezegd: ‘competent’ betekent het vermogen om kennis, vaardigheden en attitude in het functioneren aan te wenden. Competenties worden altijd zo gedefinieerd dat ze kunnen worden gemeten en getoetst, en verbeterd door middel van training en ontwikkeling.

De competenties van de Bachelor of Science in het domein Applied Science zijn:

1. Onderzoeken
2. Experimenteren
3. Ontwikkelen
4. Beheren
5. Adviseren
6. Instrueren | coachen
7. Leidinggeven | managen
8. Zelfsturing

Voor de Applied Sciences zijn de eerste drie competenties het meest typerend.

Competenties en handelingsindicatoren

Op de volgende bladzijden zijn de acht domeincompetenties en de bijbehorende **handelingsindicatoren** voor een ervaren beroepsbeoefenaar weergegeven. Een pas afgestudeerde heeft dat eindniveau natuurlijk nog niet bereikt, maar zal per competentie tot een bepaald tussenniveau zijn gekomen. In Figuur 2 op bladzijde 14 wordt dit aan de hand van een voorbeeld, de competentie ‘onderzoeken’, visueel inzichtelijk gemaakt. In Bijlage III worden op die manier van alle competenties de tussenniveaus beschreven die bereikt worden op de weg naar het niveau van een ervaren beroepsbeoefenaar. Welk niveau een student aan het eind van zijn studie heeft bereikt, verschilt per opleiding. In het opleidingsprofiel is per competentie het *minimaal* vereiste tussenniveau van elke competentie vastgelegd.

De handelingsindicatoren zijn geen losse leerdoelen of eindtermen: het zijn criteria om te beoordelen of aan de competentie wordt voldaan. Ze zijn zodanig geformuleerd dat ze een groeitraject concreet zichtbaar kunnen maken en lenen zich dan ook uitstekend om een student feedback te geven wanneer die een onderzoek verricht of een experiment uitvoert. Zo kan gericht worden gewerkt aan het voldoen aan de criteria.

Om een voorbeeld te geven: wanneer een student onderzoek uitvoert en blijkt dat zijn manier van samenwerken een goed resultaat in de weg staat, dan kan hij daarmee in een vervolgonderzoek gericht aan de slag gaan. Ook kan een student bijvoorbeeld tijdens de uitvoering van een experiment extra aandacht besteden aan een goed lab-journaal. De student zal zijn competentie(s) in een voor de Applied Science relevante werkomgeving tentoon moeten kunnen spreiden. Een ouderejaarsstudent zou bijvoorbeeld aan de competentie ‘instrueren’ kunnen werken door eerstejaarsstudenten te begeleiden met praktijkproeven.

Handelingsindicatoren:

instrumenten om competenties concreetiseerbaar te maken; een student laat zien dat hij over een specifieke competentie beschikt door op een bepaalde manier te handelen.

1. COMPETENTIE ONDERZOEKEN

De Bachelor of Science doet binnen het domein Applied Science onderzoek dat ofwel bijdraagt aan de oplossing van een probleem of de ontwikkeling van een methode, ofwel leidt tot groter inzicht in een onderwerp binnen de eigen werkomgeving.

	Niveau I	Niveau II	Niveau III	Niveau IV
	De student voert een eenvoudig onderzoek uit n.a.v. een aangereikte vraagstelling en opzet.	De student levert een belangrijke bijdrage aan een aangereikte onderzoeksstrategie en voert het onderzoek uit.	De student vertaalt een aangereikt probleem naar een onderzoeksstrategie en voert het onderzoek uit.	Ervaren beroepsbeoefenaar ontwikkelt of verbetert zelfstandig, waarbij de situatie complex is of transfer vanuit een ander vakgebied een rol speelt.
	Hij laat dat zien door:	Hij laat dat zien door:	Hij laat dat zien door:	Hij laat dat zien door:
A Doelstelling van de onderzoeksopdracht formuleren	Inhoudelijk met de opdrachtgever te communiceren over het probleem en de doelstelling van het onderzoek.	In samenspraak en afstemming met de opdrachtgever een probleem te analyseren en te vertalen naar de doelstellingen van de onderzoeksopdracht.	Zelfstandig een aangereikt probleem te analyseren en te vertalen naar de doelstelling van de onderzoeksopdracht.	Zelfstandig een probleem te analyseren en te vertalen naar de doelstelling van de onderzoeksopdracht.
B Literatuur of bronnen gebruiken	Inzicht in de vakinhoudelijke aspecten van het onderzoek te verkrijgen door het bestuderen van aangeboden literatuur of bronnen.	Inzicht in het probleem en de vakinhoudelijke aspecten van het onderzoek te verkrijgen door het bestuderen van zelf gekozen literatuur of bronnen.	Zelfstandig (wetenschappelijke) literatuur of bronnen te selecteren en te verkrijgen om zich verder in het probleem te verdiepen, daarbij de betrouwbaarheid van de verschillende informatiebronnen correct inschattend.	Zelfstandig (wetenschappelijke) literatuur en/of bronnen te selecteren en te verkrijgen om zich volledig in het probleem te verdiepen, daarbij de betrouwbaarheid van de verschillende informatiebronnen correct inschattend.
C Onderzoeksopzet bepalen	De relatie tussen de aangereikte onderzoeksvraag, deelvragen en onderzoeksactiviteiten toe te lichten en uit te leggen.	Onder begeleiding deelvragen en onderzoeksactiviteiten van het uit te voeren onderzoek te formuleren.	Zelfstandig deelvragen en onderzoeksactiviteiten van het uit te voeren onderzoek te formuleren.	Zelfstandig deelvragen en onderzoeksactiviteiten van het uit te voeren onderzoek te formuleren.

Figuur 2: voorbeeld van handelingsindicatoren; deze zijn zo geformuleerd dat een groeitraject concreet zichtbaar wordt. In Bijlage III is de volledige uitwerking van alle competenties te vinden.

DE ACHT DOMEINCOMPETENTIES MET HANDELINGSINDICATOREN

De indicatoren gelden voor een ervaren beroepsbeoefenaar in het domein Applied Science. De tussenniveaus die de opleiding hanteert, zijn daar rechtstreeks van afgeleid. Zie ook Bijlage III.

1. ONDERZOEKEN

De Bachelor of Science doet binnen het domein Applied Science onderzoek dat ofwel bijdraagt aan de oplossing van een probleem of de ontwikkeling van een methode, ofwel leidt tot groter inzicht in een onderwerp binnen de eigen werkomgeving.

Hij laat dat zien door:

- zelfstandig een probleem te analyseren en te vertalen naar de doelstelling van de onderzoeksopdracht;
- zelfstandig (wetenschappelijke) literatuur en/of bronnen te selecteren en te verkrijgen om zich volledig in het probleem te verdiepen, daarbij de betrouwbaarheid van de verschillende informatiebronnen correct inschattend;
- zelfstandig deelvragen en onderzoeksactiviteiten van het uit te voeren onderzoek te formuleren;
- methodisch een werkplan te maken, waarbij rekening wordt gehouden met evaluatie- en

bijstellingsmomenten, randvoorwaarden en onzekerheden;

- een complex werkplan effectief en efficiënt uit te voeren en zo nodig met een dynamische planning te werken. Relevante kennis te verwerven en toe te passen;
- de resultaten samen te vatten, te structureren en te duiden in relatie tot de onderzoeksvraag en zorg te dragen voor betrouwbare resultaten;
- op basis van de conclusies en overige inzichten voorstellen te doen voor een vervolg op het onderzoek;
- de opbrengsten van het onderzoek te rapporteren volgens de in het werkveld geldende/valide standaard;
- resultaatgericht samen te werken in multidisciplinair verband. Adequaat te communiceren en rapporteren over de voortgang en afstemming.

2. EXPERIMENTEREN

De Bachelor of Science voert experimenten uit binnen het domein Applied Science zodat aantoonbaar betrouwbare resultaten worden verkregen.

Hij laat dat zien door:

- een onderzoeksvraag te vertalen naar doelen

- met een adequate experimentele opzet;
- b. zodanige kennis, inzicht en geoefendheid te tonen dat werkzaamheden op een verantwoorde, veilige en kritische wijze kunnen worden uitgevoerd met de juiste methoden, technieken en apparatuur;
- c. zich te bekwamen in de mogelijkheden en beperkingen van apparatuur om naar experimentele problemen te kunnen handelen;
- d. werkvoorschriften op te stellen en uit te voeren zodat aantoonbaar betrouwbare en reproduceerbare resultaten worden verkregen en hiervan nauwkeurige en overzichtelijke documentatie bij te houden;
- e. een aanpak op te stellen volgens VGM-, ethische en duurzaamheidsnormen met verantwoording naar de omgeving;
- f. (statistische) technieken toe te passen om de resultaten te verwerken/valideren en de kwaliteit ervan te borgen;
- g. op basis van de resultaten een beslissing te nemen voor het vervolg.

3. ONTWIKKELEN

De Bachelor of Science ontwikkelt of verbetert een proces, instrument, product of materiaal of schaal een proces op of terug in het domein Applied Science.

Hij laat dat zien door:

- a. de criteria op te stellen waaraan het product, proces, instrument of materiaal moet voldoen in een complexe situatie, vanuit eisen of wensen van de opdrachtgever (programma van eisen);
- b. in een complexe situatie zelfstandig vakspecifieke concepten te identificeren in het programma van eisen;
- c. in een complexe situatie de meest geschikte vakspecifieke ontwerpparameters te selecteren waarmee het proces, product, instrument of materiaal beïnvloed kan worden;
- d. in een complexe situatie geschikte vakspecifieke modellen te selecteren, te controleren of ze in overeenstemming zijn met het programma van eisen (PvE), toe te passen en te valideren;
- e. in een complexe situatie de vakspecifieke en economische haalbaarheid en duurzaamheid van het resultaat te onderzoeken;
- f. In een complexe situatie de meest geschikte grondstoffen en unit operations te selecteren, zowel kwalitatief (welke) als kwantitatief (hoeveelheid, dimensies);
- g. de documentatie van de ontwikkeling en het

resultaat op te stellen volgens de in het werkveld geldende standaard voor een complexe situatie.

4. BEHEREN

De Bachelor of Science zorgt voor de inrichting, implementatie en het onderhoud van een beheersysteem of onderdelen daarvan, zodat het systeem voldoet aan de betreffende wet- en regelgeving, kwaliteitseisen en de cultuur van de organisatie.

Hij laat dat zien door:

- a. het vertalen van veranderingen in de context naar een advies over het aanpassen van een beheersysteem;
- b. het coördineren van activiteiten met betrekking tot de inrichting, implementatie en het onderhouden van het beheersysteem of onderdelen daarvan;
- c. adequaat te communiceren over onderhoud, ontwikkeling en implementatie van beheersystemen.

5. ADVISEREN

De Bachelor of Science geeft vanuit eigen expertise goed onderbouwde adviezen over het ontwerpen, verbeteren of toepassen van producten, processen en methoden binnen het domein Applied Science, rekening houdend met technische, economische en maatschappelijke randvoorwaarden, en draagt zo bij aan technische en economische oplossingen aangaande goederen of diensten binnen het domein Applied Science.

Hij laat dat zien door:

- a. actief te luisteren, relevante vragen te stellen en eigen expertise in te brengen om de behoefte van de opdrachtgever samen te vatten in een concrete vraag;
- b. zelfstandig informatie te verzamelen over de context en deze informatie te evalueren, gebruik makend van ervaring en expertise;
- c. zelfstandig vergaarde technische, economische en maatschappelijke kennis en expertise te gebruiken voor het aandragen van mogelijke oplossingen;
- d. het advies te onderbouwen en vanuit zijn expertise de opdrachtgever te overtuigen welke aangedragen oplossingen de voorkeur verdienen.

Een **competentie** is een combinatie van kennis, vaardigheden en houding, die nodig is voor het uitvoeren van een bepaalde beroepstaak in een bepaalde context. Competenties kunnen worden gemeten en getoetst, en met training en ontwikkeling verbeterd.

6. INSTRUEREN | BEGELEIDEN | DOCEREN | COACHEN

De Bachelor of Science instrueert en begeleidt medewerkers en klanten bij het aanleren van nieuwe kennis en vaardigheden.

Hij laat dat zien door:

- het zelfstandig verzorgen van theoretische inleidingen, instructies en demonstraties aan medewerkers, leerlingen, studenten of cursisten inzake praktische experimenten, het gebruik van apparaten, materialen, etc;
- het begeleiden van medewerkers, leerlingen, studenten of cursisten op het gebied van te gebruiken methodes en apparatuur, alsmede bij het verrichten van literatuuronderzoek bij (praktijk)opdrachten;
- in diverse onderwijssituaties didactische vaardigheden toe te passen;
- medewerkers en teams te coachen bij de ontwikkeling van deskundigheid;
- de resultaten van de instructies, training of scholing te evalueren en beoordelen.

7. LEIDINGGEVEN | MANAGEN

De Bachelor of Science geeft richting en sturing aan organisatieprocessen en de daarbij betrokken medewerkers, om zo de doelen te realiseren van het organisatieonderdeel of project waaraan hij leiding geeft.

Hij laat dat zien door:

- het hebben en uitdragen van een visie betreffende het organisatieonderdeel;
- project- en planmatig te werken;
- het coachen van medewerkers door te inspireren, te overtuigen, te motiveren, respect te tonen, samenwerking te stimuleren en te delegeren;
- zelf het voorbeeld naar medewerkers te geven;
- medewerkers een gevoel van gedeelde verantwoordelijkheid te geven;
- het voorzitten van vergaderingen en werkoverleg;
- taak- en procesgericht te communiceren;
- het beheersen van een project in termen van tijd, geld, kwaliteit, informatie en organisatie.

8. ZELFSTURING

De Bachelor of Science stuurt zichzelf in zijn functioneren en in zijn ontwikkeling en zorgt dat hij qua kennis en vaardigheden op de hoogte is van de nieuwste ontwikkelingen, ook in relatie tot ethische dilemma's en maatschappelijk geaccepteerde normen en waarden.

Hij laat dat zien door:

- op zelfstandige wijze een leerdoel en een leerstrategie te bepalen en uit te voeren, en het resultaat terug te koppelen naar het leerdoel;
- zich snel aan te passen aan veranderende werkomgevingen;
- bij beroepsmatige en ethische dilemma's een afweging te maken en een besluit te nemen, rekening houdend met geaccepteerde normen en waarden;
- feedback te geven en te ontvangen;
- eigen handelen en denken kritisch te evalueren en verantwoording af te leggen en te verwerken.

De praktijk van het competentieonderwijs

Competentieonderwijs is gericht op een eind-niveau in termen van **competenties**: de student moet in staat zijn opgedane kennis en vaardigheden in een bepaalde beroepsomgeving toe te passen. Een opleiding kan verschillende werkvormen gebruiken om aan de competenties of een deelaspect van een competentie te werken. Of dat nu een vernieuwende werkvorm is of juist een traditionele, de inhoud wordt altijd gevoed door de beroepssituatie.

Een van de manieren om aan competenties te werken, is door een opdracht (bijvoorbeeld het uitvoeren van een experiment) te koppelen aan een competentie. De student wordt actief geïnstrueerd rekening te houden met de indicatoren zoals die voor de competentie zijn opgesteld (bijvoorbeeld 'zorg dat je een werkplan opstelt, literatuur opzoekt, leg het principe van de techniek uit', etcetera). Aan het begin van de opleiding zullen de opdrachten op niveau 1 zijn geformuleerd; de beoordeling gebeurt dan op basis van de handelingsindicatoren die bij dat niveau horen.

Een opdracht is ook een ideaal middel om met de student te werken aan zijn werkhouding: op welk niveau wordt welke houding gevraagd? Denk daarbij bijvoorbeeld aan het onderscheid tussen een experiment waarin iemand louter een werkplan uitvoert en een rapport schrijft, ten opzichte van iemand die daarbij tevens begrijpt wat de verschillende stappen inhouden, veilig werkt en conclusies kan verbinden aan het resultaat.

In de dagelijkse beroepspraktijk wordt veelal een beroep gedaan op meerdere competenties. Een dergelijke beroepssituatie kan op school worden nagebootst, bijvoorbeeld in de vorm van een groepsproject. Ook een stage is bij uitstek een manier om competenties te trainen en evalueren.

Hoofdstuk 4

Verantwoording eindkwalificatie Bachelor of Science

Om flexibele internationale leerroutes te creëren, werd in 1999 in Europa de Angelsaksische bachelor-masterstructuur (Ba-Ma) ingevoerd, met een eenduidige titulatuur voor alle lidstaten en één Europees studiepuntenstelsel. Hiermee hoopte men de inzetbaarheid van afgestudeerden in een globaliserende economie te vergroten.

Het *internationale* niveau waaraan elke bachelor sindsdien moet voldoen, is vastgelegd in de zogeheten Dublin-descriptoren (zie Bijlage IV). Het *nationale* niveau van een bachelor is beschreven in de hbo-standaard van 2011. Deze behelst dat een Nederlandse opleiding tot hbo-bachelor er zorg voor dient te dragen dat studenten een gedegen theoretische basis krijgen, dat ze het onderzoekend vermogen verwerven dat hen in staat stelt om bij te kunnen dragen aan de ontwikkeling van het beroep, dat ze over voldoende professioneel vakmanschap beschikken en dat ze de beroepsethiek en maatschappelijke oriëntatie ontwikkelen die passen bij een verantwoordelijke professional.

Om de bachelorgraden binnen één domein herkenbaar te maken, is voor elk van de verschillende technische hbo-domeinen een **competentieprofiel** geformuleerd. Binnen het Domein Applied Science zijn deze competenties in 2007 geformuleerd op basis van landelijke beroeps- en opleidingsprofielen uit 2003 en 2006. Na validatie door het werkveld is deze competentiegerichte profielbeschrijving opgenomen in de informatiebank van de Vereniging Hogescholen (voorheen HBO-Raad). Per opleiding zijn de profielen toegespitst op het werkveld en sluiten deze aan bij de Dublin-descriptoren van het bachelorniveau. Dit betekent dat een student die aan het opleidingsprofiel voldoet, dus aan zowel het nationaal als ook het internationaal geaccepteerde niveau van de hbo-bachelor voldoet.

Bij validatie van het profiel in 2008 verzocht het werkveld om – bij de volgende actualisatie van het document – per opleiding een beschrijving op te nemen van de kennis en de basisvaardigheden die elke student, ongeacht de hogeschool waar

hij studeert en zijn uiteindelijke specialisatie, dient te bezitten. Sinds 2010 is binnen het domein gewerkt aan deze gemeenschappelijke landelijke beschrijving, de zogeheten *Body of Knowledge and Skills* (BoKS). Na validatie door het werkveld in de periode 2012-2013 (zie bijlage V) zijn deze beschrijvingen opgenomen in de vernieuwde versie van de profielbeschrijving bij de individuele opleidingsprofielen in Hoofdstuk 5.

Om een volledige actualisatie van het document te kunnen realiseren, zijn de beschrijvingen van de competentieniveaus in 2012 opnieuw voorgelegd aan het landelijk werkveld. Dit concludeerde dat ze nog steeds geschikt zijn voor de Bachelor of Science in het domein Applied Science.

In 2016 (Ontwikkelen) en 2019 (Onderzoeken en Experimenteren) zijn de drie kerncompetenties van het domein herzien. Het landelijk werkveld heeft positief geoordeeld over de herziene competentiebeschrijvingen.

Domeinprofiel

In de huidige ordening van het hbo wordt de kern van de bacheloropleidingen Applied Science gevormd door de **CROHO**-geregistreerde opleidingen Biologie en medisch laboratoriumonderzoek, Chemie, Chemische technologie, Applied science, Bio-informatica en Technische natuurkunde. Daarnaast zijn er nog verschillende andere opleidingen die deze bachelorgraad afgeven, namelijk Biotechnologie, Forensisch onderzoek en Milieukunde. In Bijlage VI vindt u een overzicht van de vijftien hogescholen en opleidingen binnen het Domein Applied Science.

Sinds 1 september 2015 geven alle technische hbo-bacheloropleidingen de graad Bachelor of Science af. Daarmee is het onderscheid in graden tussen de verschillende domeinen verdwenen. Elk domein houdt echter wel een eigen competentieprofiel en daarbij behorende opleidingsprofielen.

Landelijk opleidingsprofiel

Een landelijk opleidingsprofiel geeft het *minimum eindniveau* van een Bachelor of Science aan in termen van domeincompetenties, het competentieprofiel en de **Body of Knowledge & Skills**

CROHO is het Centraal Register Opleidingen Hoger Onderwijs van het ministerie van Onderwijs, Cultuur en Wetenschap.

Competentieprofiel: de gemeenschappelijke competenties van beginnende beroepsbeoefenaars binnen het domein waarvoor de bachelorgraad opleidt.

BoKS is een overzicht van basiskennis en basisvaardigheden van afgestudeerden. Dit overzicht is opgesteld door de hbo-opleidingen in overleg met het werkveld.

Domeincompetenties: het geheel van competenties waarover een beroepsbeoefenaar dient te beschikken om zijn beroep/functie adequaat te kunnen uitoefenen. Opleidingen dienen deze competenties bij studenten te ontwikkelen tot het niveau van een beginnende beroepsbeoefenaar.

ECTS: de eenheid waarin de studiebelasting van een opleiding of onderdeel daarvan wordt uitgedrukt. ECTS staat voor *European Credit Transfer System* en wordt door alle landen binnen de Europese Hoger Onderwijsruimte gehanteerd. Eén ECTS staat gelijk aan 28 studie-uren.

(BoKS). Het is een belangrijk kwaliteitsinstrument dat binnen het hele hbo wordt gehanteerd; zie voor details Bijlage II. De afzonderlijke opleidingen binnen het domein Applied Science kennen een overlegstructuur waarin ze hun activiteiten en invulling onderling afstemmen; van een groot aantal opleidingen is het landelijk opleidingsprofiel binnen deze overleggen vastgesteld. Het domein Applied Science omvat negen opleidingen die elk op één of meerdere locaties worden aangeboden door in totaal vijftien verschillende instellingen. Studenten volgen delen van hun studie samen met studenten van andere Applied Science-opleidingen. Aan de uitstroomkant zien we dat studenten die een en dezelfde opleiding hebben gevolgd, door hun specialisatie of profilering toch onderling sterk kunnen verschillen. Het is voor opleidingen de uitdaging om studenten die flexibiliteit te bieden maar tegelijkertijd in te spelen op de behoeften en de roep om herkenbaarheid vanuit het werkveld. Dergelijke flexibele leerroutes zijn mogelijk doordat voor de competentieontwikkeling binnen het domein steeds *dezelfde* competenties het uitgangspunt vormen. Elke instelling formuleert vervolgens zelf – op basis van het landelijk opleidingsprofiel – het specifieke eindniveau, de specialisaties en de profilering van de student. Daardoor is het niveau gegarandeerd, blijft de opleiding herkenbaar én kan in worden gespeeld op de behoeften in het werkveld. Het competentieprofiel van een opleiding wordt geformuleerd op basis van de gezamenlijke acht Applied Science-**domeincompetenties**. Een landelijk opleidingsprofiel bepaalt voor elk van deze acht domeincompetenties aan welk eindniveau elke afgestudeerde tenminste moet voldoen. In Hoofdstuk 5 staat dit voor elke opleiding nader uitgewerkt.

De inhoudelijke context van een opleiding wordt bepaald door de Body of Knowledge & Skills. Elke bachelor verwerft bovendien nog kennis die relevant is voor bijvoorbeeld zijn gekozen specialisatie. Ook kan een instelling er bijvoorbeeld voor kiezen om accenten te leggen die specifiek gericht zijn op het regionaal beroepenveld. Wat kennis en vaardigheden betreft, is er dus geen landelijk *eindniveau* maar wel een landelijk *basisniveau*. Opleidingen geven zelf aan op welke beroepsdomeinen zij zich met name richten. Zo weet het werkveld voor welke specifieke functies een student is opgeleid.

Opleiding op instellingsniveau

Op instellingsniveau zijn de beoogde eind-

kwalificaties concreet gemaakt. De opleidingen stellen hun opleidingsprogramma samen met de eindkwalificaties voor ogen en ontwerpen op basis daarvan toetsen in termen van leerdoelen en eindcompetenties. Binnen de opleiding bestaat zoals gezegd de mogelijkheid om op eindkwalificatie te profileren en per opleiding meerdere profielen aan te bieden.

Deze toenemende concretisering van domeinprofiel naar opleidingsprofiel naar instellingsprofiel is weergegeven in Figuur 3. De beschrijving richt zich zowel op beoogde beroepen als ook op competenties en inhoudelijke context.

De profilering kan op diverse manieren tot uiting komen:

- op vorm, bijvoorbeeld:
 - deeltijd
 - voltijd
- op inhoud, bijvoorbeeld:
 - brede kennis van analytische chemie
 - brede kennis van microbiologie
- op beroepsoriëntatie, bijvoorbeeld:
 - researchanalist
 - procestechnoloog
- op niveau, bijvoorbeeld:
 - een hoger competentie-eindniveau dan het landelijk minimum
 - een additionele competentie
 - excellentie of honour-programma's

Met deze profilering kunnen instellingen zich naar potentiële studenten onderscheiden en specifiek inspelen op de behoeften van het regionale werkveld.

De eindkwalificatie dient in alle gevallen aan het landelijk opleidingsprofiel te voldoen. Per uitstroomprofiel moet strikt en inzichtelijk omschreven zijn aan welke kennis, vaardigheden en competenties het gekoppeld is.

Uitstroomrichtingen

Voor een aantal opleidingen zijn in 2015 gezamenlijk afspraken gemaakt over het aanbod aan uitstroomrichtingen. Per uitstroomrichting met vergelijkbare inhoud is een unieke naamgeving afgesproken. Deze uitstroomrichtingen beschrijven de vakexpertise van afgestudeerden en moeten bestaan uit 30 **ECTS** afstuderen en 30 ECTS ondersteunend onderwijs. Ter aanvulling op de naam van de uitstroomrichting kan een hogeschool kort en krachtig een maatschappelijk thema of context aangeven. Hiermee laat de instelling de regionale inkleuring van de uitstroomrichting zien.



Figuur 3: de relatie tussen domein-, opleidings- en instellingsprofiel laat een toenemende concretisering zien in oriëntatie, niveau en inhoud.

Afspraken over naamgeving van uitstroomrichtin- gen zijn gemaakt voor de opleidingen genoemd in figuur 4. Het meest actuele overzicht van welke uitstroomrichtingen de hogescholen aanbieden, is te vinden in de landkaart 'Applied Science op de kaart' op de website van Stichting DAS: www.appliedscience.nl.

Body of Knowledge and Skills

Eerder noemden we al de Body of Knowledge and Skills (BoKS). De BoKS biedt het werkveld zicht op de kennis en vaardigheden van een afgestudeerde. De BoKS is niet op eindtermen gedefinieerd, maar op onderwerpen. Een lijst met kenmerkende studieboeken geeft een indruk van het kennis- en vaardigheidsniveau. De BoKS kan ook tot doel hebben om in het overleg tussen een instelling en de werkveldvertegenwoordigers de mate te bepa- len waarop de onderwerpen in de opleiding aan bod komen. Dit ondervangt het probleem dat door de verschillende uitstroomprofielen geen alge- meen landelijk eindniveau kan worden benoemd. In de praktijk zal de BoKS telkens het uitgangspunt zijn wanneer een opleiding het aanbod, de omvang en de diepgang van de kennis- en vaardigheids- componenten van haar curriculum evalueert.

Opleiding CROHO	Uitstroomrichting (op basis van expertises)
Biologie en medisch laboratoriumonderzoek	■ Biological data science ■ Diagnostiek ■ Nanotechnologie ■ Research ■ Proefdierkunde (behalen van Artikel 6-verklaring)* ■ Microbiologie
Chemie	■ Moleculaire biologie ■ Analytische chemie ■ Biochemie ■ Fysische chemie ■ Nanotechnologie ■ Organische chemie
Chemische technologie	■ Research ■ Materiaalkunde ■ Procestecnologie
Technische natuurkunde	■ Enabling Physics ■ Toegepaste natuurkunde

Figuur 4: naamgeving van de uitstroomrichtingen per opleiding.

* De opleidingen die Proefdierkunde als uitstroomrichting of minor aanbieden, hanteren daarbij de opleidingseisen voor hbo Biotechnicus zoals bedoeld in artikel 6 lid 1b van de Dierproevenregeling 2014. Zie referentie 3, bladzijde 75.

Hoofdstuk 5

Opleidingsprofielen

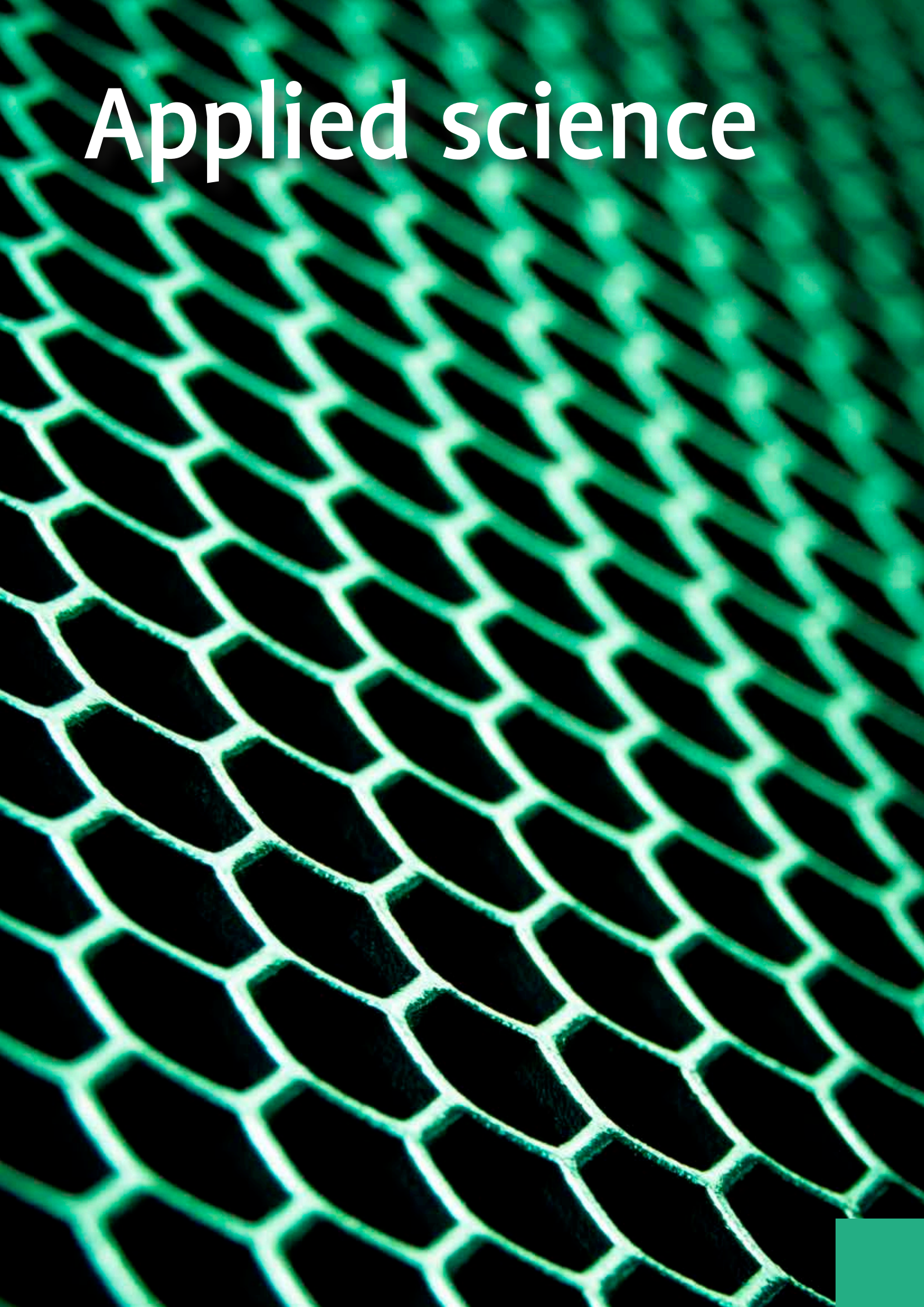
Het Domein Applied Science omvat negen opleidingen waarvan in domeinsamenwerking acht opleidingsprofielen landelijk zijn vastgesteld. In dit hoofdstuk worden de landelijke opleidingsprofielen gepresenteerd van:

■ Applied science	21
■ Bio-informatica	27
■ Biologie en medisch laboratoriumonderzoek	33
■ Biotechnologie	39
■ Chemie	45
■ Chemische technologie	51
■ Forensisch onderzoek	57
■ Technische natuurkunde	63

Voor één opleiding in het Domein Applied Science geldt dat deze slechts aan één hogeschool binnen het domein wordt aangeboden. Er is dan ook geen sprake van een opleidingsprofiel dat in DAS-verband landelijk is afgestemd. In dit document wordt daarom de situatie aan de individuele hogeschool geschetst. Het instellingsprofiel van deze opleiding voldoet aan het domeinprofiel van de Bachelor of Science in het domein Applied Science. Hierbij gaat het om de opleiding:

■ Milieukunde	69
---------------------	----

Applied science



APPLIED SCIENCE leidt op tot een scala aan functies binnen het bereik van het microbiologische tot het chemische en technologische werkveld: van researcher tot analist. Kenmerkend is de brede oriëntatie in het eerste jaar op het gebied van biologie, scheikunde, materiaalkunde en technologie en het ruime palet aan afstudeermogelijkheden bij commerciële bedrijven, binnen de gezondheidszorg, bij universiteiten en onderzoeksinstituten.



Na het eerste jaar kiezen studenten een richting die het beste bij hun interesse en ambitie past. Deze richtingen zijn variabel in te vullen, waardoor er ook grote flexibiliteit bestaat in de beroepsdomeinen waarin de afgestudeerden gaan werken. Vanwege die ruime keuzemogelijkheden is er gedurende de opleiding veel aandacht voor de competentie zelfsturing.

Instellingen die de opleiding aanbieden

- Fontys Hogeschool Toegepaste Natuurwetenschappen, Eindhoven
- Zuyd Hogeschool, Heerlen

Landelijk opleidingsprofiel

	Competentie						
	onderzoeken	experimenteren	ontwikkelen	beheren	adviseren	instrueren	leidinggeven
Minimum vastgesteld eindniveau van de opleiding	III	II*	–*	I*	I*	I*	I*

* ten minste één van deze competenties moet met één niveau worden verhoogd

WERKVELDILLUSTRATIE

Beroepen, functies en rollen van de bachelor zijn met name in de volgende beroepsdomeinen te vinden (zie voor een volledige omschrijving van de beroepsdomeinen Hoofdstuk 2). Per domein zijn enkele voorbeelden gegeven.

Research en development

- Biologisch laboratorium onderzoeksmedewerker
- Chemisch laboratorium onderzoeksmedewerker
- Vaccinontwikkeling
- Onderzoek naar materialen
- Onderzoek naar voedingsmiddelen

Toepassing en productie

- Analytisch chemicus ten behoeve van kwaliteitscontrole van producten

Medische laboratoriumdiagnostiek

- Analist in ziekenhuis of diagnostisch centrum

Engineering en fabricage

- Process-engineer

Commercie, service en dienstverlening

- Medewerker octrooizaken

KENMERKENDE STUDIEBOEKEN

- *Chemistry*, J.E. McMurry. R.C. Fay e.a.
- *Organic Chemistry*, D. Klein
- *Principles of Instrumental Analysis*, D.A. Skoog, F.J. Holler e.a.
- *Campbell Biology*, L.A. Urry, M.L. Cain e.a.
- *Molecular Biology of the Cell*, B. Alberts, A. Johnson
- *Brock Biology of Microorganisms*, M.T. Madigan, K.S. Bender e.a.
- *Klinische chemie en hematologie voor analisten*, E. ten Boekel, B.A. de Boer
- *Procesttechnologie, delen 2, 3 en 4*, VAPRO
- *Kunststof- en polymeerchemie*, R. van der Laan
- *Statistiek om mee te werken*, A. Buijs

De lijst met kenmerkende studieboeken dient ter illustratie om een indruk te geven van het niveau waarop binnen de opleiding wordt gewerkt.

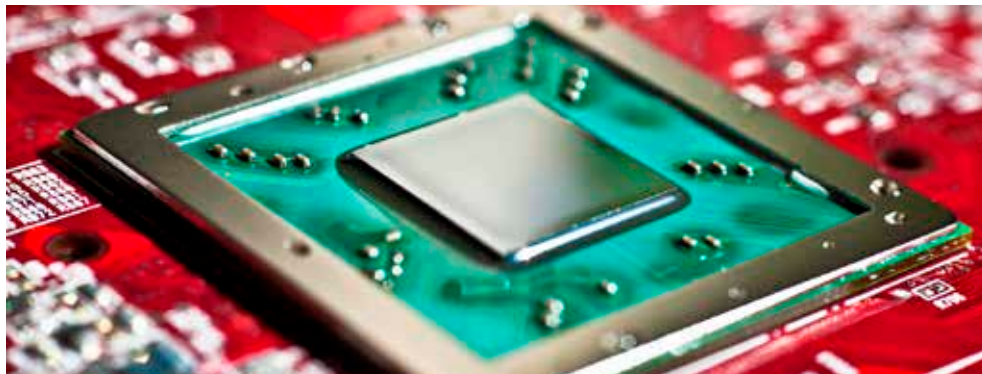
KNOWLEDGE

- **Basischemie:** atoom- en molecuulbouw, hybridisatie, molecuulstructuren, moleculaire bindingen en interacties, reactievergelijkingen, chemische evenwichten, reactiekinetiek, redoxreacties, bufferoplossingen
- **Analytische chemie:** spectroscopie, chromatografie
- **Fysische chemie en natuurkunde:** elektrochemie, elektronica, gaswet, massa- en energiebalansen
- **Organische chemie:** synthese van functionele groepen, reactiemechanismen, substitutie en eliminatiereacties, alkanen, alkenen, carbonzuren, esters, aromaten, alcoholen, ethers, alkylhalogeniden, isomeren, enantiomeren, stereochemie
- **Materiaalkunde:** monomeren, polymeren, biopolymeren, radicaalpolymerisatie, thermische en mechanische eigenschappen
- **Statistiek:** dataverwerking, normaalverdeling en betrouwbaarheidsintervallen, toetsen
- **Wiskunde:** chemisch rekenen, functies, differentiaalrekening
- **Biochemie:** biomoleculen, DNA (structuur, translatie, transcriptie, replicatie), RNA, nucleïnezuren, eiwitten, celmembraan, erfelijkheid
- **Celbiologie:** structuur en functie van eukaryotische en prokaryotische cellen, celdeling, metabolisme, transport
- **Microbiologie:** groei en classificatie micro-organismen, pathogeniteitsmechanismen, infectieziekten
- **Veiligheid, gezondheid en milieu:** duurzaamheid

SKILLS

- **Algemene laboratoriumvaardigheden:** wegen, pipetteren, maken van oplossingen (buffers), bijhouden van labjournaal, chemisch rekenen, microscopie
- **Chemische analysemethoden:** titrimetrie, spectrometrie (bijvoorbeeld UV/VIS, IR, AAS, NMR), chromatografie (bijvoorbeeld GC, GC-MS, elektrochemie, enzymanalyse, bindingsanalyse)
- **Werken met standaard laboratoriumapparatuur:** pH-meter, spectrofotometer, centrifuge, spanningsbronnen, microscoop, zuurkast
- **Laboratoriumtechnieken:** destillatie, extractie, microbiologische technieken
- **Veilig werken:** in het laboratorium en in het werkveld
- **Informatievaardigheden:** tekstverwerking, spreadsheets, chemische tekenprogramma's en presentaties
- **Onderzoeksvaardigheden:** probleemanalyse, onderzoeksvragen, literatuuronderzoek, onderzoekplanning en -uitvoering
- **Sociale en communicatieve vaardigheden:** samenwerken, vergaderen, verslaggeving (labjournaal, onderzoeksverslag), mondeling presenteren, projectmatig werken, zelfsturing

De Body of Knowledge and Skills geeft de gemeenschappelijke basis van de opleiding bij de verschillende hogescholen weer. Studenten leren deze kennis en vaardigheden in de eerste twee jaar van hun opleiding. In de laatste twee jaar specialiseren zij zich.



R&D-engineer Esther Roeven: 'Ik kreeg tijd om uit te zoeken welke kant ik op wilde'

Naam: Esther Roeven

Leeftijd: 22

Studie: Applied science

Werkplek: Surfix BV,
Wageningen

Functie: R&D-engineer in
surface chemistry

'Toen ik ging studeren, vond ik het lastig om een keuze te maken. Ik wist dat ik een technische opleiding wilde gaan doen, maar had nog geen specifieke voorkeur voor een bepaalde richting. De opleiding Applied science is het eerste jaar heel breed (zowel biologie als chemie/technologie en food); naarmate je verder in de opleiding komt, kun je zelf een keuze maken tussen een viertal leerroutes. Hierdoor had ik voor mijn gevoel meer tijd om een keuze te maken en uit te zoeken welke richting ik echt op wilde.'

Nano

Tijdens het eerste jaar kwam ik erachter dat ik chemie een stuk leuker vond dan biologie. Na dat eerste jaar ben ik mijn vakken en projecten daarom in die richting gaan kiezen. Tijdens mijn stage bij TNO in het derde leerjaar werkte ik mee aan een project in de nanotoxicologie, en zo kwam ik erachter dat ik nanotechnologie veel leuker vond dan 'bulk' chemie. De opleiding biedt een interne verdiepingsminor aan waarin je gedurende een half jaar zelfstandig een zestal onderzoeken uit kunt voeren op een aantal onderwerpen naar keuze. Deze minor heb ik gebruikt om me verder te oriënteren binnen de micro- en nanotechnologie en zo ben ik vervolgens terechtgekomen in de oppervlaktechemie, wat uiteindelijk ook mijn afstudeeronderwerp is geworden. Ik werk nu bij Surfix BV, een jong bedrijf binnen Wageningen University. We ontwikkelen chemi-

sche oppervlaktemodificaties in de vorm van nanocoatings voor de micro- en nanotechnologische markt, met name (micro)chips en biosensoren.

Studie en praktijk sloten voor mijn gevoel heel goed op elkaar aan. Tijdens de opleiding is er al veel contact met het bedrijfsleven. Vanaf het eerste jaar is elk project aan een bedrijf gekoppeld, waardoor je al snel een idee krijgt hoe het er binnen bedrijven aan toe gaat. Welke competenties je uiteindelijk echt gebruikt, hangt denk ik erg af van je baan. Ik begeleid ook stagiaires en afstudeerders, waardoor ik de competenties **instrueren | begeleiden | doceren | coachen** en **leidinggeven | managen** regelmatig gebruik. Ook de competentie **beheren** komt bijna dagelijks terug, omdat ik bij een jong bedrijf werk waar nog veel georganiseerd moet worden, en ik vind het erg leuk om daar een bijdrage aan te leveren. De competentie **adviseren** komt ook soms terug wanneer er nieuwe materialen, systemen of chemicaliën uitgezocht en besteld moeten worden.

Binnen het bedrijf zijn er zeker doorgroeimogelijkheden. Op dit moment ligt mijn groeiambitie dan ook hier, maar op lange termijn misschien wel binnen een andere functie. We zijn gevestigd op de afdeling organische chemie van Wageningen University en daarom kan ik hier ook vakken en cursussen volgen. Daar maak graag gebruik van!' ■

QCT Lukas Balk: 'Die vele competenties zijn er niet voor niets!'

‘Op het vmbo werd mijn interesse voor de natuurwetenschappen gewekt door een inspirerende docent chemie. Mijn ouders werken allebei in het onderwijs en daarom heb ik altijd al iets met lesgeven gehad. Het plan was dan ook om docent chemie te worden, maar daarvoor had ik minimaal een hbo-diploma nodig. Op het mbo (Laboratoriumtechniek) bleek dat de natuurwetenschappen goed bij me passen; ik behaalde goede resultaten en er werd besloten dat ik het hbo aankon. Ik wilde eerst wat praktijkervaring opdoen en koos daarom niet direct voor de docentenopleiding, maar voor de meer praktijkgerichte opleiding Applied science. Ik zocht verdieping in wat ik al wist van mijn mbo-specialisatie (analytische chemie) en verbreding in wat ik nog niet kende (organische chemie/ procestechnologie/ materiaalalkunde). Tijdens mijn afstuderen heb ik fundamenteel onderzoek gedaan naar de vorming van nanokristallen met fluorescerende eigenschappen (quantum dots) op basis van een halfgeleidend materiaal.

Als Quality Control Technician FP ben ik nu verantwoordelijk voor het analyseren van farmaceutische en nutritionele eindproducten in de vorm van gelcapsules (eindproduct Banner Pharmacaps EU) door middel van met name HPLC- en GC-analyse. Verder ben ik belast met het plannen en delegeren in de verdeling van analyses, en in de nabije toekomst ga ik ondersteuning bieden bij het opzetten/overnemen van nieuwe analysetechnieken. De verbreding die ik in het hbo vond, zorgt ervoor dat ik in veel verschillende zaken kan meepraten en -denken. Ik denk echter wel dat de opleiding erg sterk op onderzoek is gericht, en bijvoorbeeld minder op het werken met strenge richtlijnen (GMP, FDA, EP, USP etcetera). Ja, veel mensen kiezen voor onderzoek, maar ik denk zelf dat binnen een kwaliteitsomgeving meer doorgroeimogelijkheden voor bachelors zijn dan in een researchomgeving.

Zelfsturing

De competentie **beheren** speelt een grote rol in mijn werk. Verder heb ik als QC-technician

natuurlijk veel te maken met **experimenteren**, een beetje met **onderzoeken** en **ontwikkelen**, maar vooral met **zelfsturing**. We werken hier met zeer strenge richtlijnen waarin vrijwel elke handeling is vastgelegd. Daar mag niet van afgeweken worden, en dat maakt zelfstandigheid en zelfsturing een pre. Ook moet je als analyst/technician nieuwe collega's **instrueren** en **trainen**. De variëteit aan competenties van een Bachelor of Applied science* is dus niet voor niets!

Binnen de afdeling QC zou ik de komende jaren willen doorgroeien naar een functie als senior technician en zou ik me bezig willen houden met het binnenhalen van nieuwe methoden. Daarna wil ik graag doorgroeien naar een leidinggevende functie binnen QC/R&D of wellicht extern mijn kwaliteiten inzetten. Het is nog ver weg, maar een functie als QC of R&D-manager spreekt mij ook aan. En het onderwijs is nog altijd een optie.' ■

Naam: Lukas Balk
Leeftijd: 23
Studie: Applied science
Werkplek: Banner Pharmaceuticals Europe, Tilburg
Functie: Quality Control Technician Finished Products

* Ten tijde van dit interview werd de Bachelor of Applied Science-titulatuur gevoerd.



Bio-informatica

The background of the slide is a dark, abstract composition. It features several vertical bands of color: a prominent orange band on the left, a yellow band in the center, and a blue band on the right. Overlaid on these bands is a faint, light-colored grid. In the lower portion of the image, binary code (0s and 1s) is visible, rendered in a light blue or green color. The overall effect is a high-tech, digital aesthetic.

BIO-INFORMATICA is het werkveld waarbij computer- en informatietechnologie wordt gebruikt om gegevens uit biomedisch en/of biologisch onderzoek te verzamelen, op te slaan, toegankelijk te maken, te analyseren, te interpreteren en weer te verspreiden.

Belangrijke deelgebieden van dit vakgebied zijn: genomics, transcriptomics, proteomics (inclusief eiwitmodellering, -structuur en -functie), metabolomics en de integratie van data van deze gebieden. Bio-informatici zijn werkzaam in het biologisch en biomedisch onderzoek bij wetenschappelijke instituten, en bij bedrijven in de farmaceutische, biotechnologische, voedingsmiddelen- en plantveredelingsindustrie.

Instellingen die de opleiding aanbieden

- Hanzehogeschool Groningen
- Hogeschool Leiden
- Hogeschool van Arnhem en Nijmegen, Nijmegen

Landelijk opleidingsprofiel

	Competentie						
	onderzoeken	experimenteren	ontwikkelen	beheren	adviseren	instrueren	leidinggeven
Minimum landelijk vastgesteld eindniveau van de opleiding	III	III	I **	II	I	I	I

** Studenten kunnen ervoor kiezen om het niveau van deze competentie op te hogen door bepaalde keuzes te maken in hun vakkenpakket, stage en afstuderen tijdens de laatste twee jaar van hun studie



WERKVELDILLUSTRATIE

Beroepen, functies en rollen van de bachelor zijn met name in de volgende beroepsdomeinen te vinden (zie voor een volledige omschrijving van de beroepsdomeinen Hoofdstuk 2). Per domein zijn enkele voorbeelden gegeven.

Research en development

- Analyseren van grote datasets uit high throughput laboratoriumonderzoek
- Wetenschappelijk programmeur

Toepassing en productie

- Beheer gen- en eiwitdatabanken
- Analyseren van gen-sequencing datastroom

Commercie, service en dienstverlening

- Biotechnologisch dataconsultant

KENMERKENDE STUDIEBOEKEN

- *Campbell Biology*, L.A. Urry, M.L. Cain e.a.
- *Essentials of Genetics / Concepts of Genetics*, W.S. Klug, M.R. Cummings e.a.
- *General, Organic and Biochemistry*, K. J. Denniston, J.J. Topping e.a.
- *Starting out with Python*, T. Gaddis
- *Data Structures and Algorithms using Python*, R.D. Necaie
- *Bioinformatics and Functional Genomics*, J. Pevsner
- *Using R for Introductory Statistics*, J. Verzani
- *Data Mining*, I. Witten, E. Frank e.a.
- *Statistics for the Life Sciences*, M. L. Samuels, J.A. Witmer e.a.

De lijst met kenmerkende studieboeken dient ter illustratie om een indruk te geven van het niveau waarop binnen de opleiding wordt gewerkt.

KNOWLEDGE

Biologie

- **Algemene Biologie:** organismen, weefsels, evolutie
- **Celbiologie:** celstructuur, energievoorziening, transport, cel-celcommunicatie, mitose, meiose, genregulatie, signaaltransductieroutes, metabole routes
- **Genetica:** DNA-structuur, replicatie, code, transcriptie, translatie, epigenetica, mutaties, SNP's, structurele variaties, overerving, populatiegenetica
- **Microbiologie/virologie:** bouw, diversiteit, metabole strategieën, evolutie

Chemie

- **Algemene chemie:** atoombouw, periodiek systeem, moleculen, nomenclatuur, reacties, kinetiek
- **Biochemie:** bouwstenen, macromoleculen, koolhydraten, lipiden, eiwitten, enzymen, metabolisme

SKILLS

Informatica

- **Programmeren in Python:** datastructuren, controlestructuren, modulaire aanpak, GUI's, Biopython, python-databasebenadering, datatypen, object-georiënteerd programmeren
- **Programmeren in Java:** object-georiënteerd programmeren, toepassen van algoritmen, overerving
- **Programmeren in R:** scripting, data-analyse, statistiek, datavisualisatie
- **Webtechnologie:** HTML, CSS, web services
- **Databases:** relationeel ontwerp, implementatie, querying en programmatistische interactie (MySQL)
- **Workflow tools:** bijvoorbeeld Galaxy, Snakemake
- **Linux:** bash scripting, Regex

Bio-informatica

- **Sequencing technologieën:** NGS-technologieën, assembly, mapping, NGS-toepassingsgebieden (bijvoorbeeld de-novo & re-sequenzen) exome sequencing
- **Algoritmische aspecten van sequences:** alignment, mapping, graphs, scoring matrices
- **Sequence annotatie:** BLAST en gerelateerde software
- **Genexpressie analyse:** RNA-seq data, Bioconductor
- **Homologie en fylogenie**
- **Praktisch gebruik van bio-informaticatools:** bijvoorbeeld BLAST, OMIM, Genome Browsers, Genbank, Uniprot, KEGG, MSA-tools, topologiepredictie, PFAM, PROSITE, YASARA PDBe, Gene Expression Omnibus, FASTQ, mappers & aligners & assemblers

Statistiek & data-analyse

- **Sampling:** typen data, populatie en sample, fouten, bias, variatie, (on)zekerheid
- **Beschrijvende statistiek:** o.a. gemiddelde, mediaan, standaarddeviatie, range, interkwartiel range
- **Visualisatie:** o.a. box-plot, histogram, scatterplots, Venndiagram, bomen, heatmaps
- **(Hypothese) toetsen:** o.a. t-test, ANOVA, chi-kwadraat, Wilcoxon, non-parametrische
- **Clusteranalyse:** afstandsmaten, hierarchical clustering, k-means clustering
- **Regressie:** lineair, niet-lineair, multivariaat, PCA
- **Datamining/machine learning:** o.a. Decision Trees, Naive Bayes, k-Nearest Neighbour, Neural Networks, SVM

De Body of Knowledge and Skills geeft de gemeenschappelijke basis van de opleiding bij de verschillende hogescholen weer. Studenten leren deze kennis en vaardigheden in de eerste twee jaar van hun opleiding. In de laatste twee jaar specialiseren zij zich.

Programmeur Freerk van Dijk: ‘Veel data vragen veel rekenkracht’

Naam: Freerk van Dijk
Leeftijd: 25
Studie: Bio-informatica
Werkplek: Genomics
Coordination Center, afde-
ling genetica, University
Medical Center Groningen
Functie: Wetenschappelijk
programmeur

‘Ik koos voor deze opleiding, omdat ik geïnteresseerd was in biologie. Een van mijn hobby's is computeren/gamen, en de link met deze studie was toen snel gelegd. Aangezien ik een vwo-diploma had, kon ik de verkorte opleiding Bio-informatica volgen. Ik begon als het ware in het tweede jaar en moest daarnaast een aantal vakken uit het eerste jaar volgen. De achterstand in programmeertalen werd ingelopen door het maken van extra uren. Tijdens de opleiding werd ook veel aandacht besteed aan biologie en laboratoriumwerk.

Momenteel houd ik me bezig met het opzetten van pijplijnen/systemen om next-generation sequencing (NGS) data te analyseren. Met behulp van deze techniek wordt menselijk DNA (voornamelijk uit de exonen) vermenigvuldigd en geanalyseerd, waarbij enorm veel data gegenereerd worden. Voor het analyseren daarvan is veel rekenkracht nodig, zodat deze analyses uitgevoerd moeten worden op rekenclusters. Hierbij moet dus niet alleen nagedacht worden over de benodigde open source

software, maar ook over hoe deze analyses in parallel gedistribueerd kunnen worden. Het uiteindelijke doel is het in kaart brengen van variaties in het genoom en eventuele causale variaties valideren in het laboratorium. We zijn tevens verantwoordelijk voor het aanbieden van servers en opslagcapaciteit voor software die de afdeling genetica gebruikt voor verschillende DNA-analyses, en het ondersteunen van de onderzoekers door het aanbieden van scripts, software, etcetera.

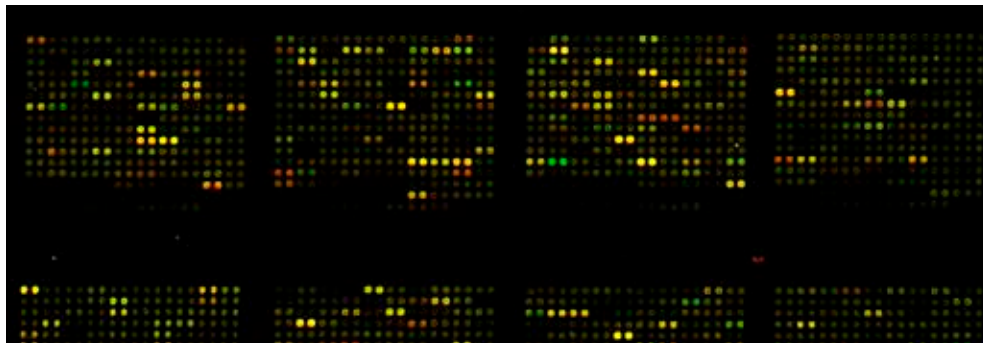
Genoom

Momenteel werk ik aan het project ‘Genome of the Netherlands’, waarbij we het complete genoom van 250 trio's – vader, moeder en kind – in kaart hebben gebracht. Het doel is om alle natuurlijke variatie in de Nederlandse populatie inzichtelijk te maken. Met behulp van deze data kunnen veelvoorkomende variaties in onze populatie bij zieke mensen als ziekteveroorzakend worden uitgesloten.

De opleiding sloot goed bij mijn werk aan. In het begin kon ik wel merken dat ik de verkorte opleiding heb gevolgd: ik miste een aantal uren aan programmeerervaring, al haal je dat tijdens het werk zo weer in. Ook labtechnieken zijn van belang, omdat die bij het prepareren van de samples voor NGS worden gebruikt. Het analyseren van NGS-data was tijdens de opleiding niet aan bod gekomen, omdat die techniek destijds nieuw was.

In mijn werk zijn **experimenteren** en **onderzoeken** de belangrijkste competenties. Het werkveld is nog vrij nieuw, wat er toe leidt dat veel software en analyses niet gestandaardiseerd zijn. Het gevolg is dat er veel nieuwe software en analysemethoden moeten worden bedacht en geïmplementeerd. Het UMC Groningen is voor mij een uitdagende omgeving waar onderzoek voorop staat. Dat zorgt ervoor dat er genoeg afwisseling is om het werk leuk te houden, en er zijn allerlei doorgroei-mogelijkheden richting onderzoek.’ ■





Bio-informaticus Varshna Goelela: 'Je moet altijd leergierig zijn'

Ik koos voor de opleiding Bio-informatica, omdat de combinatie van programmeren en biologie me aansprak, mede vanwege mijn vooropleiding mbo ICT-beheerder. Bovendien kwam uit een studiewijzertest Bio-informatica als nummer 1-studie voor mij naar voren. Het was destijds een vrij nieuwe studie – veel uitdaging en veel mogelijkheden op de banenmarkt. En wat ik ook als een groot voordeel beschouw: je kunt je als bio-informaticus heel breed of juist heel specialistisch ontwikkelen.

De opleiding was alles wat ik ervan verwachtte: een goede combinatie van biologie en programmeren. Deze combinatie blijkt nu tijdens mijn dagelijkse werkzaamheden een ideale match te zijn. De keuze voor mijn afstudeeronderwerp was vooral een praktische/technische. Next Generation Sequencing was destijds een relatief nieuwe techniek die erg in opmars was en nog niet zoveel aan bod kwam in de opleiding. Ik heb bewust een afstudeerstage gekozen waar ik die mogelijkheid wel had en kon leren Next Gen-data te analyseren. Achteraf bleek dit een goede keuze te zijn geweest, aangezien ik nog steeds uitvoering gebruikmaak van de kennis die ik toen heb opgedaan.

Als bio-informaticus ben ik verantwoordelijk voor het uitvoeren van data-analyse en de visualisatie van diverse typen experimentele data, zoals transcriptomics, microbiële data en metabolomics. Verder werk ik mee aan de ontwikkeling van bio-informatica pipelines en tools, die zowel binnen als buiten onze groep worden gebruikt. Een voorbeeld hiervan is een pipeline die ik heb

ontwikkeld voor het automatisch uitvoeren van quality control, preprocessing en normalisatie van illumina microarray data.

De opleiding sloot wat mij betreft erg goed aan bij mijn werk. Tijdens mijn studie heb ik verschillende projecten gedaan waarvan ik de kennis nog dagelijks toepas in mijn werk. Wat niet zo aan bod kwam tijdens de opleiding, is hoe belangrijk de opzet van een studie is voor de data-analyse. Dat is jammer, want de opzet van een studie heeft grote gevolgen voor de uitvoering van de analyses.

Communicatie

Onderzoeken hoort echt bij een bio-informaticus, dus dat is voor mij een belangrijke competentie. Soms komt er iets nieuws op je pad dat je jezelf eigen moet maken, dus wat mij betreft moet je altijd leergierig zijn. Goede communicatie is ook een vereiste. Als bio-informaticus zit je tussen statistici, wetenschappers en ict-ers; het is handig als je met iedereen kunt communiceren om projecten en analyses te stroomlijnen. Zelfsturing is ook erg belangrijk, bijvoorbeeld om je aan je deadlines te kunnen houden.

Ik wil nog graag een master in de bio-informatica doen, om mij verder te specialiseren. In het werkveld zie ik dat bio-informatica een steeds belangrijkere rol speelt in de wetenschap en ontwikkelingen zorgen ervoor dat tools steeds efficiënter worden en analyses accurater en sneller kunnen worden uitgevoerd. Ik hoop dat ik in de toekomst deel mag uitmaken van deze spannende ontwikkelingen. ■

Naam: Varshna S. Goelela
Leeftijd: 26
Studie: Bio-informatica
Werkplek: TNO Zeist, afdeling Microbiology and Systems Biology
Functie: Bio-informaticus



Biologie en medisch laboratorium- onderzoek

BIOLOGIE EN MEDISCH LABORATORIUMONDERZOEK leidt op voor researchmedewerker op een laboratorium. Centraal staat de biologie zoals die aangeduid wordt met Life Sciences, een brede (moleculair)biologische opleiding gericht op onderzoek van bacteriën, planten, dieren en mensen.

De studie is voortgekomen uit twee opleidingen, en die tweedeling is nog steeds zichtbaar in de belangrijkste beroepsdomeinen: biologisch onderzoek en ontwikkeling enerzijds, en medische laboratoriumdiagnostiek anderzijds.

Als researchmedewerker is de bachelor betrokken bij de ontwikkeling van nieuwe, of de verbetering van bestaande producten, materialen, methoden en processen, met name in de farmaceutische en levensmiddelenindustrie, academische onderzoeksgroepen, onderzoeksinstituten en de gewasveredeling en -bescherming. De bachelor participeert zelfstandig in een onderzoeksteam. Hij ontwikkelt en realiseert een experimentele proefopzet, verricht en interpreteert experimenten, trekt conclusies en doet aanbevelingen. In kleinere bedrijven is de benadering vaak toegepast. Het organiseren, coördineren en richting geven aan de werkzaamheden behoren dan eveneens tot het takenpakket.

Diagnostische laboratoria binnen de gezondheidszorg verrichten onderzoek op materiaal van menselijke (soms dierlijke) oorsprong. Het betreft veelal laboratoria voor klinische chemie, medische microbiologie, cytohistopathologie, hematologie, immunologie, endocrinologie of klinisch-genetisch onderzoek. De bachelor draagt hier als onderzoeker bij aan het beantwoorden van klinische vraagstellingen door de toepassing van natuurwetenschappelijke analysemethoden bij de diagnostiek, behandeling en preventie van ziekten. Hij is werkzaam in het hele proces van monsterverwerking en het is dan ook van belang dat hij in deze functie kennis en inzicht opbouwt om

Instellingen die de opleiding aanbieden

- Avans Hogeschool Breda
- Hanzehogeschool Groningen
- Hogeschool Inholland, Amsterdam
- Hogeschool Leiden
- Hogeschool Rotterdam
- Hogeschool Utrecht
- Hogeschool van Arnhem en Nijmegen, Nijmegen
- NHL Stenden Hogeschool, Emmen
- NHL Stenden Hogeschool | Hogeschool Van Hall Larenstein, Leeuwarden
- Saxion Deventer
- Saxion Enschede

klinische gegevens bij de uitvoering en interpretatie van de onderzoeken te betrekken, en om verbanden te leggen tussen medische vraagstelling en (tussentijdse) onderzoeksresultaten. De grote verscheidenheid aan analyses, variërend van handmatige tot volledig geautomatiseerde en gerobotiseerde analyses, vraagt een brede inzetbaarheid en een goede toepassing van technieken, apparatuur, automatisering en kwaliteitsbewaking. Binnen het laboratorium kan de bachelor doorgroeien naar specialistische en/of leidinggevende functies.

WERKVELDILLUSTRATIE

Beroepen, functies en rollen van de bachelor zijn met name in de volgende beroepsdomeinen te vinden (zie voor een volledige omschrijving van de beroepsdomeinen Hoofdstuk 2). Per domein zijn enkele voorbeelden gegeven.

Research en development

- Laboratorium researchmedewerker
- Dierexperimenteel medewerker
- Vaccinontwikkeling

Medische laboratoriumdiagnostiek

- Analist in ziekenhuis of diagnostisch centrum
- Introduceren van nieuwe diagnostische tests
- Ontwikkelen van testmethoden

Toepassing en productie

- Kwaliteitsborging in levensmiddelenindustrie
- Kleinschalige productie geneesmiddelen

Landelijk opleidingsprofiel

	Competentie							
	onderzoeken	experimenteren	ontwikkelen	beheren	adviseren	instrueren	leidinggeven	zelfsturing
Minimum landelijk vastgesteld eindniveau van de opleiding	II*	III	–**	I*	I*	I*	I*	II

* ten minste één van deze competenties moet met één niveau worden verhoogd

** Studenten kunnen ervoor kiezen om het niveau van deze competentie op te hogen door bepaalde keuzes te maken in hun vakkenpakket, stage en afstuderen tijdens de laatste twee jaar van hun studie

KNOWLEDGE

- **Celbiologie:** structuur en functie van eukaryote en prokaryote cellen, metabolisme, transport
- **Chemie:** basischemie (atoombouw, reacties in water, kinetiek), analytische chemie (spectroscopie, chromatografie), organische chemie (functionele groepen)
- **Biochemie:** biomoleculen, eiwit- en enzymchemie
- **Moleculaire biologie:** DNA, erfelijkheid, moleculaire genetica, recombinant-DNA, eenvoudige bio-informatica
- **Anatomie/fysiologie/pathologie:** bouw en functie van orgaansystemen, bloed, hormoonstelsel e.d., ten behoeve van research en diagnostiek (klinische chemie, hematologie)
- **Immunologie:** aangeboren en verworven afweer, moleculaire mechanismen, praktische toepassingen
- **Microbiologie:** groei en classificatie micro-organismen, pathogeniteitsmechanismen, infectieziekten, resistentie
- **Wiskunde:** chemisch rekenen, functies (differentiëren, integreren)
- **Statistiek:** dataverwerking, normaalverdeling en betrouwbaarheidsintervallen, toetsen

SKILLS

- **Algemene laboratoriumvaardigheden gebaseerd op GLP-regels:** wegen, pipetteren, maken van oplossingen (buffers, kweekmedia) en preparaten, kleuringen, microscopie, labjournaal, chemisch rekenen
- **Veilig werken in het laboratorium, werken volgens VMT-regels (veilige microbiologische technieken):** aseptisch werken, kweken van micro-organismen en eukaryote cellen, werken met speciale media, biologische materialen (weefsels, cellen, e.d.) en biomoleculen (eiwitten en/of antistoffen, DNA)
- **Werken met standaard laboratoriumapparatuur:** pH-meter, spectrofotometer, centrifuge, spanningsbronnen, elektroforese apparatuur, zuurkast, veiligheidskast, microscoop
- **Moleculair-biologische technieken:** DNA/RNA-isolatie, digestie, ligatie, transformatie, PCR, gelelektroforese
- **Chemische analysemethoden:** spectrometrie, chromatografie, enzymanalyse, bindingsanalyse
- **(Bio)chemische werkwijzen:** fractioneringsmethoden, SDS-PAGE, blotting, preparatieve chromatografie
- **Informatievaardigheden:** spreadsheets, diapresentaties, bio-informatica tools, eenvoudige beeldverwerking
- **Sociale en communicatieve vaardigheden:** samenwerken, vergaderen, verslaglegging (labjournaal, onderzoeksverslag), presentatie, projectmatig werken, ethiek
- **Onderzoeksvaardigheden:** probleemanalyse, onderzoeksvragen, literatuuronderzoek, onderzoeksplanning en -uitvoering



De Body of Knowledge and Skills geeft de gemeenschappelijke basis van de opleiding bij de verschillende hogescholen weer. Studenten leren deze kennis en vaardigheden in de eerste twee jaar van hun opleiding. In de laatste twee jaar specialiseren zij zich.

KENMERKENDE STUDIEBOEKEN

- | | |
|--|--|
| – <i>Campbell Biology</i> , L.A. Urry, M.L. Cain e.a. | – <i>Brock Biology of Microorganisms</i> , M.T. Madigan, K.S. Bender e.a. |
| – <i>Medical Microbiology</i> , P.R. Murray, K.S. Rosenthal e.a. | – <i>Bacteriologie voor laboratorium en kliniek</i> , N.M. Knecht, J. Doornbos |
| – <i>Biochemistry</i> , J.M. Berg, J.L. Tymoczko e.a. | – <i>iGenetics</i> , P.J. Russel |
| – <i>Chemistry</i> , J.E. McMurry, R.C. Fay e.a. | – <i>Toegepaste wiskunde voor het hoger onderwijs</i> , J.H. Blankespoor |
| – <i>Molecular Cell Biology</i> , H. Lodish, A. Berk | |
| – <i>Immunology</i> , D. Male, S. Peebles e.a. | |

De lijst met kenmerkende studieboeken dient ter illustratie om een indruk te geven van het niveau waarop binnen de opleiding wordt gewerkt.

Junior scientist Romy Waber: ‘Echte vakkennis doe je op tijdens je werk’

Naam: Romy Waber

Leeftijd: 22

Studie: Biologie en medisch
laboratoriumonderzoek

Werkplek: PathoFinder BV,
Maastricht

Functie: Junior scientist

‘Ik was al jong geïnteresseerd in biologie en vond met name DNA heel erg interessant. Aan het eind van de havo maakte ik een profielwerkstuk: *CSI, wat klopt en wat niet?* We hadden destijds de mogelijkheid om de praktische uitvoering op de Hogeschool Zuyd te doen, waar ik voor het eerst kennismakte met pipetten, epjes en natuurlijk DNA-technieken. Ik vond dit toen zo interessant en leuk, dat ik besloot verder te gaan in de biochemie.

De opleiding voldeed aan mijn verwachting, al vond ik het eerste jaar bij mijn hogeschool wat breed opgezet. Ik wist zeker dat ik verder wilde in de biochemie en daarom vond ik vakken als chemische technologie en procestechnologie niet zo interessant, al begreep ik natuurlijk wel dat de opzet van een brede opleiding heel handig kan zijn. Ik wilde steeds meer weten over DNA, RNA, PCR en real-time PCR, maar daar kregen we op school alleen maar de basis van. Daarom ben ik op zoek gegaan naar een stageplek waar veel DNA- en RNA-technieken aan bod kwamen en zo belandde ik bij PathoFinder: een jong bedrijf waar veel research wordt gedaan naar de ontwikkeling van nieuwe moleculaire diagnostiek. Hier worden dus niet alleen de conventionele methoden gebruikt, maar worden ook nieuwe technieken ontworpen en getest.

Als junior scientist ben ik bij PathoFinder mede verantwoordelijk voor het ontwikkelen van een point of care-instrument voor de diagnose van zeer besmettelijke respiratoire pathogenen, resistentiepatronen en biomarkers. We ontwikkelen een nieuwe generatie moleculaire diagnostiek, gericht op snelle detectie en identificatie van humane pathogenen veroorzaakt door een infectie. PathoFinder maakt gebruik van multiparameter-analysetechnieken waarmee snel en gemakkelijk analyses van zeer gecompliceerde samples uitgevoerd kunnen worden. Opleiding en werk sloten wat mij betreft goed bij elkaar aan, zeker ook omdat ik hier stage had gelopen. Tijdens de opleiding leer je vooral de brede theorie, maar de echte vakkennis doe je volgens mij toch op tijdens je werk.



De competenties **onderzoeken** en **experimenteren** heb ik uiteraard veel nodig, omdat ik op de afdeling Research en development werkzaam ben. Ook **ontwikkelen** is een belangrijke competentie. PathoFinder is een ISO 13485-gecertificeerd bedrijf en daarom is ook **beheren** een veelgebruikte competentie.

Verdieping

De komende jaren wil ik me verder verdiepen in de diverse technieken, zodat ik nog meer feeling met het vak krijg. Ook zou ik graag aan internationale projecten deel blijven nemen, zodat ik kennis van andere bedrijven kan opdoen en meer mensen in de wereld van de moleculaire diagnostiek kan leren kennen. Ik wil graag bij PathoFinder of het zusterbedrijf PathoNostics blijven werken, om zo samen met mijn collega's nog betere en nog meer producten op de markt te krijgen.' ■

Kernanalist Joyce Scheerman: ‘De theorie heeft een goede basis gelegd’

‘Op de havo waren scheikunde en biologie al mijn favoriete vakken. De schooldecaan adviseerde me een laboratoriumopleiding te gaan doen. Na een open dag te hebben bezocht, leek mij dat wel iets. Gelukkig was Biologie en medisch laboratoriumonderzoek inderdaad een erg leuke en interessante studie. Ik koos voor de specialisatie cyto-histopathologie, omdat ik goede cijfers haalde voor die richting en de specialisatie veel te maken heeft met het menselijk lichaam, wat mij aantrok.

In mijn huidige baan houd ik me bezig met de verwerking van weefsels die binnenkomen vanuit het ziekenhuis en van externe aanvragers (huisartsen, klinieken), zodat de pathologen het microscopisch kunnen beoordelen. Dit houdt in dat in de snijkamer macroscopisch wordt beoordeeld welke gebieden belangrijk zijn voor een diagnose. Deze gebieden worden uitgenomen en door een machine verwerkt tot een paraffineblokje. Van deze blokjes met het weefsel erin worden heel dunne plakjes gesneden en op een glaasje geplakt. Het weefsel wordt gekleurd (HE). Dit kan vervolgens



beoordeeld worden door een patholoog. Op het paraffineblokje kan ook nog verder (aanvullend) onderzoek worden gedaan.

De theorie van mijn opleiding heeft een goede basis gelegd voor het werk dat ik nu doe. De praktijklessen daarentegen waren voor histologie minimaal en eigenlijk ook wat verouderd. Tijdens mijn stages heb ik histologische technieken alleen gebruikt voor researchdoeleinden. In vergelijking met een mbo-student weten hbo'ers weinig van de praktijkkant van de diagnostiek. Toen ik op de pathologie van het VUmc kwam werken, had ik geen idee wat er in de snijkamer allemaal gebeurt.

Verskillende competenties

Tijdens het werk houden we ons aan Standard Operating Procedures (SOP). Als we procedures willen aanpassen, of als er bijvoorbeeld nieuwe kleurstoffen of apparaten in gebruik worden genomen, wordt er een beroep gedaan op de competentie **experimenteren**. De competentie **ontwikkelen** speelt toevallig op het moment een belangrijke rol. We zijn namelijk sinds een tijdje op de afdeling bezig met **lean-management**. Verder gebruiken we deze competentie bij nieuwe apparaten. Deze worden altijd volgens protocol gevalideerd en indien nodig wordt er een nieuw protocol geschreven of worden bestaande protocollen aangepast.

We werken met een aantal beheersystemen (chemicaliënbeheer, kwaliteitbeheer, incidenten), dus ook de competentie **beheren** heb ik nodig.

Instrueren komt natuurlijk aan bod bij het inwerken van nieuwe medewerkers en de begeleiding van stagiaires. En ook de competentie **zelfsturing** speelt een rol, want we werken allemaal zelfstandig en in een groep.

In de toekomst hoop ik binnen de afdeling pathologie op een andere unit (bijvoorbeeld moleculaire pathologie) te kunnen werken in combinatie met histologie. Misschien kan ik ook nog intern een opleiding volgen. Mogelijkheden genoeg! ■

Naam: Joyce Scheerman
Leeftijd: 24
Studie: Biologie en medisch laboratoriumonderzoek
Werkplek: VUmc, afdeling pathologie, unit histologie
Functie: Kernanalist histologie

Lean-management is een reeks methoden en technieken om doorlooptijden van processen te verkorten en kosten te verlagen, zonder aan kwaliteit in te boeten.

Biotechnologie



De opleiding BIOTECHNOLOGIE leidt op tot analist in een sterk op productontwikkeling gericht werkveld. Centraal staat de koppeling tussen kennis van levende organismen en technische toepassingen om voor de mens bruikbare producten te maken.

Het werkveld van de biotechnologisch analist is op te delen in groene, rode en witte biotechnologie. In al deze gebieden staat de koppeling tussen kennis van levende organismen en technische toepassingen centraal. In de groene biotechnologie wordt deze kennis toegepast op vraagstukken uit de land- en tuinbouw. In de rode biotechnologie staan medische vraagstukken centraal en in de witte biotechnologie draait het om industriële of laboratorium-analytische toepassingen. Een biotechnologisch analist heeft zich tijdens zijn studie duidelijk geprofileerd binnen een van deze kleuren.

In een onderzoeks- en ontwikkelomgeving is de bachelor betrokken bij de ontwikkeling van nieuwe, of verbetering van bestaande, producten, organismen (zoals micro-organismen en planten), materialen, methoden en processen. De bachelor participeert zelfstandig in een onderzoeksteam en is vaak verantwoordelijk voor een deelonderzoek. In laboratoria gericht op onderzoek, productie, kwaliteitscontrole of diagnostiek voert de bachelor complexe experimenten uit waarbij een beroep wordt gedaan op zijn praktische vaardigheden en analyserend vermogen en draagt de bachelor bij aan het beantwoorden van diverse vraagstellingen. Dit kan zich afspelen in laboratoria van diverse terreinen, van levensmiddelenindustrie tot laboratoria voor forensische en landbouwkundige vraagstellingen. De grote verscheidenheid aan analyses, variërend van handmatige tot volledig geautomatiseerde en gerobotiseerde analyses, vraagt een brede inzetbaarheid van technieken, apparatuur, automatisering en kwaliteitsbewaking. De bachelor kan ook betrokken zijn bij of primair verantwoordelijk zijn voor het beheren en beheersen van (een deel van) een onderzoeks- of

Instellingen die de opleiding aanbieden

- Hogeschool Inholland, Amsterdam
- NHL Stenden Hogeschool | Hogeschool van Hall Larenstein, Leeuwarden

productieproces. In teamverband ontwikkelt of past hij nieuwe technieken of processen toe of verbetert hij bestaande processen, organismen, producten of materialen. Duurzaamheid in al zijn facetten speelt altijd een rol.

WERKVELDILLUSTRATIE

Beroepen, functies en rollen van de bachelor zijn met name in de volgende beroepsdomeinen te vinden (zie voor een volledige omschrijving van de beroepsdomeinen Hoofdstuk 2). Per domein zijn enkele voorbeelden gegeven.

Research en development

- Researchmedewerker
- Forensisch laboratoriummedewerker
- Vaccinontwikkelaar
- Plantenveredelaar

Commercie, service en dienstverlening

- Adviseur bij advies- of onderzoeksbureau
- Adviseur bij veiligheids- of milieubureau

Toepassing en productie in laboratoria

- Kwaliteitscontrole in levensmiddelenindustrie of tuinbouw
- Productie van geneesmiddelen of inhoudstoffen

Engineering en fabricage

- Bio-procestechnoloog
- Productiemanager
- Reactor designer

KENMERKENDE STUDIEBOEKEN

- *Campbell Biology*, L.A. Urry, M.L. Cain e.a.
- *Biotechnology for Beginners*, R. Renneberg, V. Berkling e.a.
- *Plant Biology*, A.M. Smith, G. Coupland e.a.
- *Essential Cell Biology*, B. Alberts, K. Hopkin e.a.
- *Biochemistry*, J.M. Berg, J.L. Tymoczko e.a.
- *Bioprocess Engineering Principles*, P. M. Doran

Landelijk opleidingsprofiel

	Competentie						
	onderzoeken	experimenteren	ontwikkelen	beheren	adviseren	instrueren	leidinggeven
Minimum landelijk vastgesteld eindniveau van de opleiding	III	II	–**	I	I	I	III

** Studenten kunnen ervoor kiezen om het niveau van deze competenties op te hogen door bepaalde keuzes te maken in hun vakkenpakket, stage en afstuderen tijdens de laatste twee jaar van hun studie

KNOWLEDGE

- **Celbiologie:** structuur en functie van eukaryote en prokaryote cellen, metabolisme, transport
- **Chemie:** basischemie (atoombouw, reacties in water, kinetiek), analytische chemie (spectroscopie, chromatografie), organische chemie en synthese
- **Biochemie:** biomoleculen, eiwit- en enzymchemie
- **Moleculaire biologie:** DNA, erfelijkheid, moleculaire genetica, recombinant-DNA-technieken
- **Wiskunde:** chemisch rekenen, functies (differentiëren, integreren)
- **Genetica:** basale begrippen en toepassing (zoals populatiegenetica, QTL-analyse)
- **Statistiek:** dataverwerking, normaalverdeling en betrouwbaarheidsintervallen, toetsen
- **Bioinformatica:** sequentie-analyse, annotatie van genomen, transcriptoomanalyse, Bioinformatics Web services (zoals EBI, NCBI)
- **Plantkunde:** basale kennis (evolutie, anatomie, fotosynthese, genetica); keuzeonderwerpen: domesticatie, resistentie, (moleculaire) veredeling, hormonen, inhoudsstoffen
- **Immunologie:** aangeboren en verworven afweer; keuzeonderwerpen: auto-immuunziekten, immuundeficiëntieziekten, immunologie en kanker, immunologische technieken
- **Pathologie:** anatomie, fysiologie en pathologie van orgaansystemen
- **Microbiologie:** taxonomie, determineren en kwantificeren van micro-organismen
- **Duurzaamheid**

SKILLS

- **Algemene laboratoriumvaardigheden gebaseerd op GLP-regels:** wegen, pipetteren, maken van oplossingen (buffers, kweekmedia) en preparaten, kleuringen, microscopie, labjournaal, verslaglegging, chemisch rekenen
- **Veilig werken in het laboratorium, werken volgens VMT-regels (veilige microbiologische technieken):** aseptisch en steriel werken, kweken van micro-organismen en eukaryote cellen, werken met speciale media, biologische materialen (weefsels en cellen van plant en dier, bloed, urine, e.d.) en biomoleculen (eiwitten en/of antistoffen, DNA), afvalverwerking
- **Werken met standaard laboratoriumapparatuur:** pH-meter, spectrofotometer, centrifuge, spanningsbronnen, elektroforese apparatuur, zuurkast, veiligheidskast, microscoop
- **Moleculair-biologische technieken:** DNA-/RNA-isolatie, digestie, ligatie, transformatie, PCR, qPCR, gelelektroforese, kolomchromatografie, flowcytometrie; HPLC en FPLC
- **Chemische analysemethoden:** spectrometrie, chromatografie, enzymanalyse, bindingsanalyse;
- **(Bio)chemische werkwijzen:** fractioneringsmethoden, SDS-PAGE, preparatieve chromatografie, western blotting, ELISA, fluorescentiemicroscopie, flowcytometrie
- **Informatievaardigheden:** tekstverwerking, spreadsheets, diapresentaties, bio-informatica tools, eenvoudige beeldverwerking
- **Sociale en communicatieve vaardigheden:** samenwerken, vergaderen, verslaglegging (labjournaal, onderzoeksverslag), mondelinge presentatie, projectmatig werken, ethiek
- **Onderzoeksvaardigheden:** probleemanalyse, onderzoeksvragen, literatuuronderzoek, onderzoeksplanning en -uitvoering

De Body of Knowledge and Skills geeft de gemeenschappelijke basis van de opleiding bij de verschillende hogescholen weer. Studenten leren deze kennis en vaardigheden in de eerste twee jaar van hun opleiding. In de laatste twee jaar specialiseren zij zich.

- *Introduction to Genetic Analysis*, A. Griffiths, J. Doebley e.a.
- *Molecular diagnostics: Fundamentals, Methods and Clinical Applications*, L. Buckingham
- *Practical Skills in Forensic Science*, A. Langford, J. Dean e.a.
- *Statistiek, validatie en meetonzekerheid voor het laboratorium*, J.W.A. Klaessens



De lijst met kenmerkende studieboeken dient ter illustratie om een indruk te geven van het niveau waarop binnen de opleiding wordt gewerkt.

Onderzoeker Jelte-Jan Reitsma: ‘Samenwerken is misschien wel de belangrijkste competentie’

Naam: Jelte-Jan Reitsma
Leeftijd: 30
Studie: Biotechnologie
Werkplek: Genmab B.V.,
Utrecht
Functie: Research Associate
Cell and Molecular Sciences

SOP: een geschreven werk-instructie die in detail voorschrijft hoe een bepaalde handeling uitgevoerd dient te worden.

‘Ik ben mijn loopbaan begonnen als timmerman. Na ongeveer een jaar kwam ik erachter dat ik toch wilde gaan studeren. Vervolgens heb ik een beroepentest gedaan en ben ik alle hbo-opleidingen gaan bestuderen die mijn interesse wekten. Ik kwam uiteindelijk bij Biotechnologie uit. Het is een opleiding waarmee je veel goede dingen kunt doen en je kunt als biotechnoloog veel samenwerken – iets wat ik erg leuk vind. Ook zijn er over de hele wereld onderzoeksgroepen waar je naartoe kunt gaan.’

De opleiding voldeed aan mijn verwachtingen, al was het projectmatig werken toen net in opkomst. Je merkte wel dat het nog heel wat haken en ogen had. Je kon je als groep opsplitsen en allemaal kleine vraagstukken oplossen. Vervolgens moest je

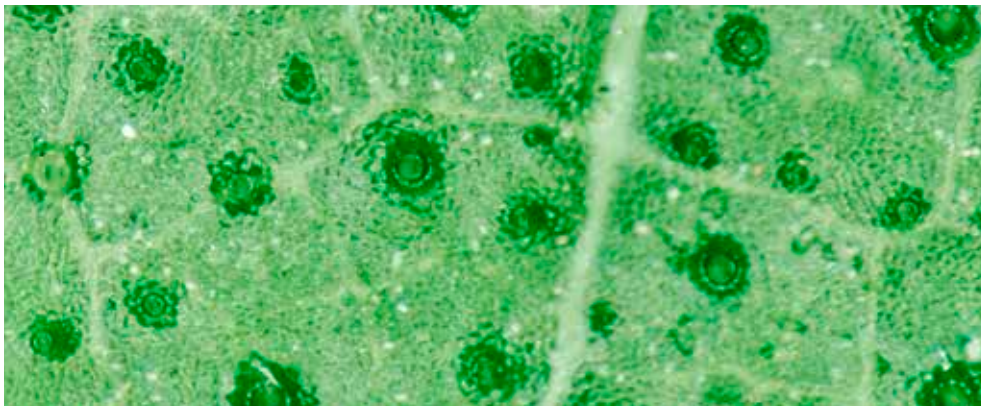
er als groep een samenhangend geheel van maken. Door al dat groepswork leer je toch minder goed om het alleen te kunnen, maar de essentie was denk ik dat je samen tot meer in staat bent. Mijn specialisatie (process-engineering) vloeide voort uit mijn interesse voor onder andere bioreactoren; ik wilde graag meer weten over de techniek erachter.

Opleiding en praktijk sloten voor mijn gevoel best goed aan, al miste ik qua theoretische achtergrond hier en daar nog wel wat. Maar het is natuurlijk ook een erg brede opleiding. In mijn huidige baan houd ik me vooral bezig met het uitvoeren van eiwitproducties (door middel van transiente en stabiele transfecties) in bioreactoren en andere kweekflessen. Als laboratoriummanager ben ik tevens verantwoordelijk voor het inplannen van schoonmaakwerkzaamheden, plaatsen van bestellingen, apparatuurbereik en innovaties. Ook probeer ik nieuwe apparatuur, kweekmethodes en media uit, en houd ik me bezig met de planning en productie van celbanken. Ik overleg met projectmanagers over deadlines en hoeveelheden, en met mijn eigen groep over wie wat gaat uitvoeren. Dat plannen vind ik leuk; ik zou in de toekomst wel een managementfunctie willen bekleden.

Weten wat bij je past

Onderzoeken en experimenteren zijn voor innovatieve mensen altijd belangrijk. Toch hebben veel mensen daar helemaal geen zin in; hun kracht ligt bijvoorbeeld in het perfect uitvoeren van werkzaamheden die volgens exacte regels gedaan moeten worden (SOPs). Wij werken in ons bedrijf ook met competenties. Ik denk dat het heel zinvol is om eerst uit te zoeken wat voor persoon je bent en dan te kijken welke competenties daarbij passen. Dat is natuurlijk lastig, en zal bij de meeste personen ook niet binnen weken/maanden duidelijk zijn. Samenwerken is misschien nog wel de belangrijkste competentie. Je kunt nog zo goed individualistisch problemen oplossen of experimenten uitvoeren, je moet het ook kunnen overdragen zodat collega's er eveneens iets mee kunnen. ■





Biotechnoloog Pieter Nibbering: ‘Als onderzoeker ben je nooit klaar met leren’

‘Na de middelbare school koos ik voor de opleiding Hoger laboratorium onderwijs (HLO), omdat op een open dag werd aangegeven dat het eerste jaar een mix tussen Chemie en Life sciences (Biotechnologie, Biochemie en medisch laboratoriumonderzoek) zou zijn. Ik wist nog niet precies wat ik wilde en die variëteit in het eerste jaar hielp mij dus enorm. Ik heb op een gegeven moment gekozen voor Life Sciences en uiteindelijk in het derde studiejaar voor de specialisatie Groene biotechnologie, omdat dat het beste bij me past. Momenteel ben ik druk bezig met mijn afstudeerstage.

De opleiding voldeed aan mijn verwachtingen, al had ik als ik eerlijk ben voor ik eraan begon, een heel ander beeld van laboratoriumonderzoek. Nu weet ik dat Life Sciences heel erg breed is én dat je na deze opleiding over de hele wereld een baan kunt vinden.

Voor mijn afstudeerstage werk ik bij het Umeå Plant Science Center (UPSC) in Zweden. Ik doe hier onderzoek naar de functie van een bepaald eiwit in *Arabidopsis thaliana* (wetenschappelijk model-organisme). Ik maak hier gebruik van verschillende laboratoriumtechnieken. Dit is mijn tweede stage, en bij beide stages ondervond ik eigenlijk geen problemen met de aansluiting van mijn studie op het werkveld. Bijna alle technieken die ik tot nu toe gebruikt heb, waren op de opleiding al behandeld.

Ook denk ik dat het wel zal lukken om een baan te vinden na deze opleiding, maar ik wil liever nog doorstuderen. Ik ben van plan na deze bachelor de master Plant Biotechnology te gaan volgen in Wageningen; ik verwacht dat mijn bachelor daar goed bij aansluit.

Bijblijven

De competenties **onderzoeken**, **experimenteren**, **ontwikkelen** en **zelfsturing** zijn in mijn ogen de belangrijkste competenties voor een onderzoeker. Als onderzoeker ben je eigenlijk nooit klaar met leren. Elke maand worden er weer nieuwe artikelen gepubliceerd en er worden steeds weer nieuwe technieken en protocollen bedacht. Als onderzoeker moet je bijblijven met de laatste trends, en daarom zijn de bovenstaande competenties heel belangrijk. Andere competenties, zoals **beheren** of **leidinggeven** | **managen** kunnen in de toekomst nog belangrijk worden, dat heeft te maken met carrièrekeuzes. Als bachelor krijg je niet meteen een hoge functie in een bedrijf, instelling of universiteit, maar dat kan in de loop van je carrière natuurlijk nog veranderen.

Ik wil na mijn masteropleiding heel graag een PhD doen. Ik weet nog niet over welk onderwerp, maar ik weet wel dat ik in de plantenbiotechnologie wil blijven. Ik heb nog geen idee wat ik vervolgens na mijn PhD ga doen. De tijd zal het leren! ■

Naam: Pieter Nibbering

Leeftijd: 22 jaar

Studie: Biotechnologie

Afstuderend in: Groene biotechnologie

Chemie



De hbo-studie **CHEMIE** leidt op tot experimenteel laboratoriummedewerker. Centraal staat het chemische vakgebied. Hierin zijn grofweg drie belangrijke onderdelen te onderscheiden: analytische chemie, onderzoek naar en synthetiseren van moleculen en verbindingen, en de ontwikkeling van producten op basis van functionele moleculen of componenten.

Chemici die in researchlaboratoria bij overheidsinstellingen en grote bedrijven komen te werken, zijn daar verantwoordelijk voor de praktische uitvoering van het (deel)onderzoek. Ze ontwikkelen en realiseren een experimentele proefopzet, verrichten en interpreteren experimenten (of laten deze verrichten), trekken conclusies en doen aanbevelingen. In researchlaboratoria in het MKB is de benadering doorgaans minder fundamenteel en juist meer toegepast. Het richting geven aan en het organiseren en coördineren van de werkzaamheden maakt dan tevens deel uit van het takenpakket van de chemicus.

In andere domeinen, zoals toepassing of fabricage, is de chemicus vooral ook actief als experimenteel laboratoriummedewerker. Dit kan zijn bij milieu-laboratoria, laboratoria ten behoeve van kwaliteitscontrole en productie op organisch, biochemisch en analytisch gebied, of vergelijkbare laboratoria. Het komt daarbij vooral aan op het uitvoeren van complexe en ingewikkelde experimenten, waarbij veelal een beroep wordt gedaan op de praktische vaardigheden en het analyserend vermogen van de chemicus. In het fabricagedomein is de chemicus betrokken bij de productontwikkeling en product-introductie, met name de in het laboratorium uitgevoerde aspecten.

Instellingen die de opleiding aanbieden

- Avans Hogeschool Breda
- Avans Hogeschool Den Bosch
- Hanzehogeschool Groningen
- Hogeschool Inholland, Amsterdam
- Hogeschool Leiden
- Hogeschool Rotterdam
- Hogeschool Utrecht
- Hogeschool van Arnhem en Nijmegen, Nijmegen
- HZ University of Applied Sciences, Vlisssingen
- NHL Stenden Hogeschool, Emmen
- NHL Stenden Hogeschool | Hogeschool Van Hall Larenstein, Leeuwarden
- Saxion Deventer
- Saxion Enschede

WERKVELDILLUSTRATIE

Beroepen, functies en rollen van de bachelor zijn met name in de volgende beroepsdomeinen te vinden (zie voor een volledige omschrijving van de beroepsdomeinen Hoofdstuk 2). Per domein zijn enkele voorbeelden gegeven.

Research en development

- Chemisch laboratorium onderzoeksmedewerker
- Productontwikkeling op basis van functionele componenten
- Analytisch chemicus
- Research naar nieuwe functionele moleculen of verbindingen

Toepassing en productie

- Analytisch chemisch analist bij een kwaliteitslaboratorium
- Productie van moleculen of preparaten op laboratoriumschaal voor diagnostische tests of onderzoeksdoeleinden

Engineering en fabricage

- Ontwikkelen analyses ten behoeve van de kwaliteitscontrole
- Onderzoek naar parameters van chemische reacties of processen ten behoeve van opschaling

Commercie, service en dienstverlening

- Veiligheids- en milieuadviseur
- Sales engineer

Landelijk opleidingsprofiel

	Competentie							
	onderzoeken	experimenteren	ontwikkelen	beheren	adviseren	instrueren	leidinggeven	zelfsturing
Minimum landelijk vastgesteld eindniveau van de opleiding	III	III	– **	I	I	I	I	II

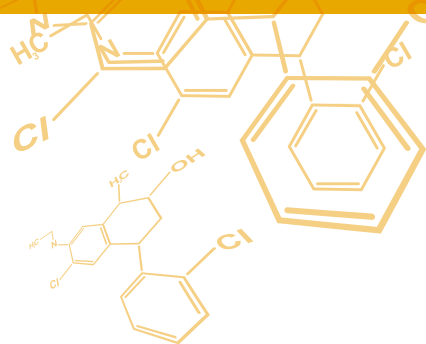
** Studenten kunnen ervoor kiezen om het niveau van deze competentie op te hogen door bepaalde keuzes te maken in hun vakkenpakket, stage en afstuderen tijdens de laatste twee jaar van hun studie

KNOWLEDGE

- **Analytische chemie:** spectroscopie, chromatografie
- **Basischemie:** atoom- en molecuulbouw, reacties in water, chemisch evenwicht
- **Biochemie:** biomoleculen, eiwit- en enzymchemie
- **Fysische chemie** (bijvoorbeeld elektrochemie, faseleer, colloïdchemie)
- **Informatietechnologie** (bijvoorbeeld chemometrie, experimental design, simulatie- en ontwerpprogramma's)
- **Natuurkundige toepassingen** (bijvoorbeeld optica, elektronica)
- **Organische chemie:** synthese functionele groepen, reactiemechanismen
- **Polymeerchemie en materiaalkunde**
- **Statistiek:** dataverwerking, normaalverdeling en betrouwbaarheidsintervallen, toetsen
- **Thermodynamica en kinetiek**
- **Veiligheid, gezondheid en milieu**
- **Wiskunde:** chemisch rekenen, functies, differentiaal- en integraalrekening

SKILLS

- **Algemene laboratoriumvaardigheden:** wegen, pipetteren, maken van oplossingen (buffers), bijhouden van labjournaal, chemisch rekenen
- **Chemische analysemethoden:** spectrometrie (bijvoorbeeld UV/VIS, IR, AAS, NMR, ICP), chromatografie (bijvoorbeeld GC, GC-MS, HPLC) en overige methoden zoals titrimetrie, elektrochemie, enzymanalyse, bindingsanalyse
- **Informatievaardigheden:** tekstverwerking, spreadsheets, chemische tekenprogramma's, presentatietechnieken
- **Onderzoeksvaardigheden en systematische probleemaanpak:** probleemanalyse, opstellen van onderzoeksvragen, literatuuronderzoek, onderzoekplanning en -uitvoering
- **Sociale en communicatieve vaardigheden:** samenwerken, vergaderen, schriftelijke verslaggeving (labjournaal, onderzoeksverslag), mondeling presenteren, projectmatig werken
- **Veilig werken in het laboratorium volgens VGM-regels**
- **Werken met standaard laboratoriumapparatuur:** pH-meter, spectrofotometer, centrifuge, spanningsbronnen, elektroforeseapparatuur
- **Werken met opstellingen voor organische synthese:** reflux, destillatie, extractie, verdamper



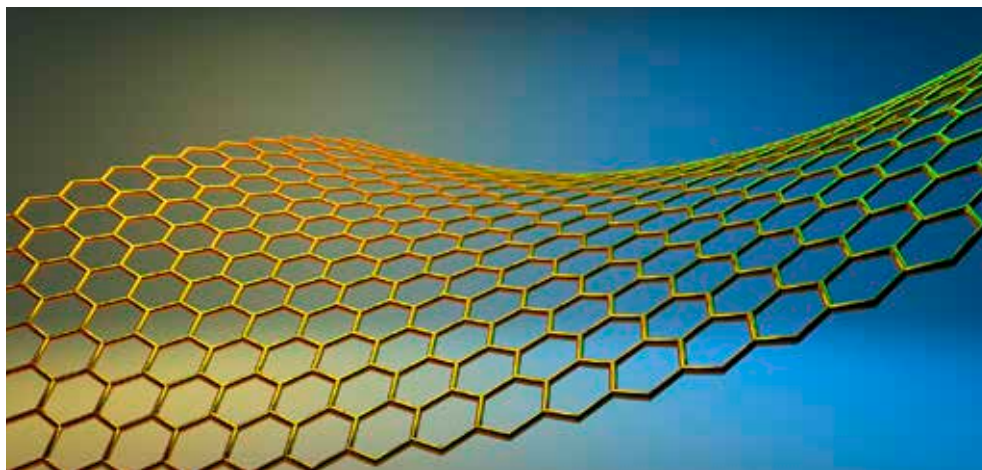
De Body of Knowledge and Skills geeft de gemeenschappelijke basis van de opleiding bij de verschillende hogescholen weer. Studenten leren deze kennis en vaardigheden in de eerste twee jaar van hun opleiding. In de laatste twee jaar specialiseren zij zich.



KENMERKENDE STUDIEBOEKEN

- *Chemistry*, J.E. McMurry. R.C. Fay e.a.
- *Campbell Biology*, L.A. Urry, M.L. Cain e.a.
- *Elements of Physical Chemistry*, P. Atkins, J. de Paula
- *Organic Chemistry*, P.Y. Bruice
- *Quantitative Chemical Analysis*, D. C. Harris
- *From Polymers to Plastics*, A.K. van der Vegt
- *Principles of Instrumental Analysis*, D.A. Skoog, F.J. Holler e.a.
- *Statistics and Chemometrics for Analytical Chemistry*, J. Miller, J.C. Miller
- *Exact communiceren*, R. van der Laan
- *Wiskunde voor hoger onderwijs*, S. Kemme, W. Groen e.a.

De lijst met kenmerkende studieboeken dient ter illustratie om een indruk te geven van het niveau waarop binnen de opleiding wordt gewerkt.



Ondersteunend medewerker Diane te Brake: ‘Veel vrijheid vraagt om zelfsturing’

Naam: Diane te Brake
Leeftijd: 21
Studie: Chemie
Werkplek: Wageningen University
Functie: Ondersteunend medewerker binnen twee leerstoelgroepen

‘Ik heb voor deze opleiding gekozen, omdat ik altijd al grote interesse in bètavakken had, met name scheikunde. Bovendien leek Chemie mij een studie waar veel aandacht is voor onderzoek, met na afloop ook nog een goede banenkans. Of de studie uiteindelijk aansloot bij mijn verwachtingen? Ja en nee. Door naar Open dagen en Meeloopdagen te gaan, krijg je van tevoren wel een redelijk beeld van de opleiding. Maar toen ik daadwerkelijk aan mijn opleiding Chemie begon, had ik niet verwacht dat er nog zo veel verschillende onderwerpen binnen het vakgebied zijn. In die zin was dat wel een verrassing. Op dat moment merk je pas echt hoeveel je nog kunt leren en hoeveel richtingen je bovendien nog op kunt. Ik ben uiteindelijk de specialisatierichting nanotechnologie gaan doen, omdat dat een uitdagend en relatief nieuw vakgebied was, met een multidisciplinair karakter. Je bent dan niet meer alleen de chemicus – als nanotechnoloog leer je ook communiceren en samenwerken met andere disciplines, moet je gaan samenwerken met bijvoorbeeld biologen en natuurkundigen. Daarom heb ik ook mijn afstudeeronderwerp in de nanotechnologie gekozen.

Ik werk nu bij Wageningen University en heb een ondersteunende taak bij de twee leerstoelgroepen Fysische Chemie en Kolloïdkunde en Bio-device

NanoTechnology. Mijn werkzaamheden zijn heel divers. De ondersteuning ligt vooral op het vlak van de organische syntheses. Een andere belangrijke taak voor mij is het assisteren in het eerste jaar praktijkonderwijs. Ik had aanvankelijk natuurlijk weinig onderwijservaring, maar dat bleek gelukkig snel op te pakken. Verder sloten opleiding en werk voor mijn gevoel erg goed bij elkaar aan. Aspecten als het opzetten van experimenten en het doen van (literatuur)onderzoek zijn tijdens de opleiding veel aan de orde geweest.

Groei

Als ik terugkijk op de competenties uit mijn opleiding, kan ik zeggen dat vanwege die grote diversiteit van mijn werkzaamheden, meerdere competenties voor mij belangrijk zijn. Dat geldt vooral voor de competenties **zelfsturing** en **instrueren**. Zelfsturing, omdat ik veel vrijheid heb om de werkzaamheden in te plannen, instrueren omdat ik die competentie gebruik om uitleg te geven aan een groep studenten.

Binnen mijn huidige functie zie ik veel groeimogelijkheden. Ook kan ik binnen de universiteit vakken volgen en worden hier veel lezingen georganiseerd; ook groepsbesprekingen met discussies vind ik erg leerzaam.’ ■

Chemical analyst Rudy van Eekelen: 'Het echte leren begint tijdens het werken'

‘Op de middelbare school had ik het meeste lol in scheikunde. Ik wist niet exact wat ik wilde gaan doen, en daarom koos ik maar voor mijn sterkste richting. Ik ging dus hbo Chemie doen, achteraf gezien een goede beslissing. Op het hbo heb ik gelukkig nog een aantal ‘strengere’ docenten gehad, want ik ben wel eens bang dat het niveau van de middelbare school achteruit gaat, en daarmee ook dat van het hbo. De keuze voor mijn afstudeeronderwerp werd vooral ingegeven door het feit dat ik iets nieuws wilde leren, met technieken wilde werken die ik nog niet op school had gezien. Bij Philips kreeg ik de mogelijkheid om **vloeistof-XRF** op te zetten op het Materials & Analysis-lab in Eindhoven.

Ik ben aangenomen bij Philips voor natchemische analyses, met name titrimetrische en ICP-bepalingen. Vanwege een voor mij te lage werkdruk heb ik mezelf laten overplaatsen naar een andere groep binnen de afdeling. Nu doe ik XRF, micro-XRF en glasfysische bepalingen. Ik ben verantwoordelijk voor en gespecialiseerd in het micro-XRF-systeem dat anderhalf jaar geleden is aangeschaft.

Nieuwe technieken

Met een opleiding Chemie leg je volgens mij een relatief kleine basis. Het echte leren begint namelijk pas tijdens het werken. In mijn geval sloot de opleiding niet zo heel goed aan op het werk dat ik ging doen, omdat de (meeste) technieken die ik op mijn werk nodig had, niet op de opleiding aan bod waren gekomen. Dat is begrijpelijk, het is voor een hbo-opleiding gewoon te duur om technieken als ICP in stand te houden (gezien de hoge kosten door argonverbruik). Leren hoe je moet verslagleggen en netwerken, is overigens wel heel nuttig geweest voor het werkveld.

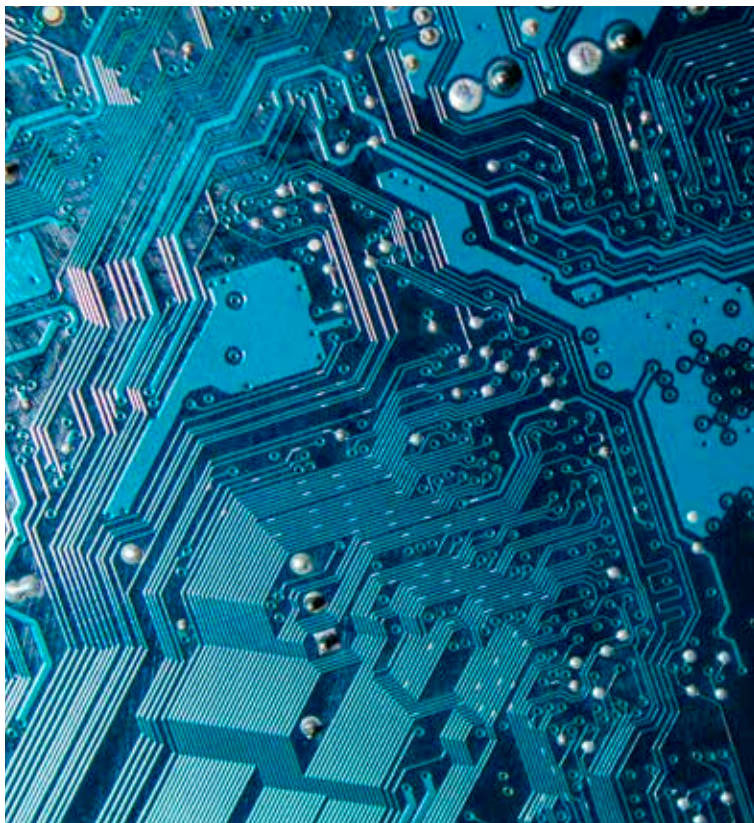
Op mijn werk wordt amper met ‘competenties’ gewerkt. Uiteraard moet ik veel **onderzoeken** en **experimenteren**, zeker met het opstellen van nieuwe meetmethodieken op het nieuwe micro-XRF-systeem. De manier van werken mag ik voor

een groot gedeelte zelf bepalen. Ik krijg daarbij hulp van collega's die veel ervaring hebben met de werkwijzen die op de afdeling gebruikelijk zijn.

Zolang ik kan blijven groeien en leren, zit ik prima in mijn huidige functie. Ik heb met mijn manager afgesproken dat het de bedoeling is dat ik binnen zes jaar naar een nieuwe en/of hogere functie ga doorgroeien. Ambitie genoeg! ■

Naam: Rudy van Eekelen
Leeftijd: 24
Studie: Chemie
Werkplek: Philips
Functie: Chemical Analyst

XRF is een niet-destructieve, snelle kwantitatieve analyse-methode voor alle elementen in het periodiek systeem, van boor tot uranium.



Chemische technologie



De opleiding **CHEMISCHE TECHNOLOGIE** leidt professionals op die betrokken zijn bij het productieproces in de procesindustrie, waarbij de nadruk ligt op de chemische industrie. Afgestudeerden houden zich bezig met het ontwerp, de ontwikkeling, verbetering, implementatie en evaluatie van geïntegreerde systemen van uitrusting, energie, materialen, grondstoffen en processen in de procesindustrie.

De doelstellingen van de chemisch technoloog zijn het optimaliseren van betrouwbaarheid, het waarborgen van veiligheid en het behalen van productiespecificaties, en het elimineren van verspilling van materialen, energie, tijd en andere resources. De chemisch technoloog heeft kennis van fysische en chemische processen, producteigenschappen en processtappen, en kan dit alles plaatsen in het kader van abstractere theoretische modellen. De bachelor is betrokken bij of zelfs primair verantwoordelijk voor het beheren en beheersen van (een deel van) het productieproces. In teamverband ontwikkelt of past hij nieuwe processen toe of verbetert bestaande processen, producten of materialen. Hiertoe overlegt hij zowel met operators als (hoger) management en externe partijen, neemt beslissingen over procesveranderingen, of bereidt deze beslissingen voor en rapporteert over het normale en het afwijkende procesverloop, aangepaste procesomstandigheden en het resultaat. Vanwege de sterke focus op de procesindustrie zijn afgestudeerden ook breder inzetbaar in de gehele procesindustrie, zoals de levensmiddelen- of



papierindustrie, afvalverwerking, bij drinkwaterbedrijven en in de bio-procesindustrie.

WERKVELDILLUSTRATIE

Beroepen, functies en rollen van de bachelor zijn met name in de volgende beroepsdomeinen te vinden (zie voor een volledige omschrijving van de beroepsdomeinen Hoofdstuk 2). Per domein zijn enkele voorbeelden gegeven.

Engineering en fabricage

- Procestechnoloog
- Projectleider opschaling
- Ontwerper productieprocessen
- Kwaliteitsmanager productie
- Veiligheidsfunctionaris productie
- Process-engineer en troubleshooter
- Productiechef en bedrijfsleider
- Manager pilot plant
- Manager van een productielijn

Research en development

- Productontwikkelaar chemische producten
- Productontwikkelaar productiemiddelen zoals reactoren en scheidingstechnologie

Commercie, service en dienstverlening

- Veiligheids- en milieuadviseur
- Brandweerofficier

KENMERKENDE STUDIEBOEKEN

- *Chemistry*, J.E. McMurry. R.C. Fay e.a.
- *Shreve's Chemical Process Industries*, G.T. Austin
- *Elements of Physical Chemistry*, P. Atkins, J. de Paula
- *From Polymers to Plastics*, A.K. van der Vegt
- *Exact communiceren*, R. van der Laan

Instellingen die de opleiding aanbieden

- Avans Hogeschool Breda
- De Haagse Hogeschool, Den Haag
- Hanzehogeschool Groningen
- Hogeschool Utrecht
- Hogeschool Rotterdam
- NHL Stenden Hogeschool | Hogeschool Van Hall Larenstein, Leeuwarden
- Saxion Enschede

Landelijk opleidingsprofiel

	Competentie						
	onderzoeken	experimenteren	ontwikkelen	beheren	adviseren	instrueren	leidinggeven
Minimum landelijk vastgesteld eindniveau van de opleiding	II*	II	II*	I	I	–**	I

* ten minste één van deze competenties moet met één niveau worden verhoogd

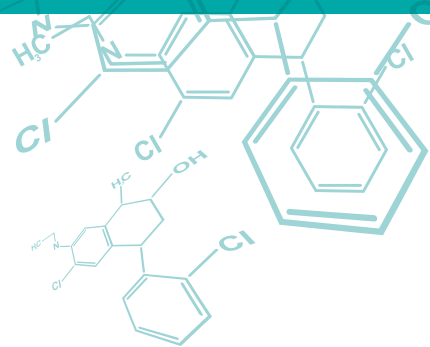
** Studenten kunnen ervoor kiezen om het niveau van deze competenties op te hogen door bepaalde keuzes te maken in hun vakkenpakket, stage en afstuderen tijdens de laatste twee jaar van hun studie

KNOWLEDGE

- **Veiligheid***: persoonlijke veiligheid, procesveiligheid (bijvoorbeeld HAZOP) en milieuaspecten
- **Unit operations**: warmtewisselaars, scheidingstechnieken (bijvoorbeeld destillatie en membraantechnologie)
- **Thermodynamica**: 1^e en 2^e hoofdwet, fasenleer, chemische thermodynamica
- **Statistiek en wiskunde**: chemisch rekenen, differentiëren, integreren, differentiaalvergelijkingen, betrouwbaarheid van metingen, dataverwerking en data-analyse (bijvoorbeeld statistische toetsen, statistische programmatuur)
- **Reactorkunde**: modelreactoren (batch, CSTR, PFR), kinetiek (bijvoorbeeld reactiemechanismen, katalyse, enzymkinetiek)
- **Procestechniek**: procesontwerp (bijvoorbeeld BFD, PFD, P&ID), meet- en regeltechniek, procesbeheersing
- **Procesmodellering**: simuleren, modelleren (bijvoorbeeld stationair, niet-stationair), experimenteel ontwerpen, optimaliseren
- **Materiaalkunde**: materiaaleigenschappen (bijvoorbeeld metalen, kunststoffen) en toepassingen van materialen (bijvoorbeeld verwerkingstechnieken)
- **Fysische transportverschijnselen**: stromingsleer, massa- en energiebalansen, stationaire en niet-stationaire modellen
- **Chemie**: *basis* (atoom- en molecuulbouw, reacties in water, chemisch evenwicht), *analytisch* (zoals spectroscopie, chromatografie), *organische en polymeerchemie* (zoals synthese, functionele groepen, reactiemechanismen)
- **Bedrijfseconomische aspecten**: bijvoorbeeld kostprijscalculaties, operationele en investeringskosten, haalbaarheidsstudies

SKILLS

- **Onderzoeksvaardigheden en systematische probleemaanpak**: probleemanalyse, opstellen van onderzoeksvragen, literatuuronderzoek, onderzoekplanning en -uitvoering
- **Ontwerpvaardigheden/opschalen**: vertalen van labschaal/pilotschaal-experimenten naar productieschaal, opstellen van procesmodel
- **ICT-vaardigheden**: gebruik en inzet van state-of-the-art digitale hulpmiddelen/software (bijvoorbeeld simulatie-, ontwerp-, rapportage- en presentatie-, data-analyse- en verwerkingsssoftware)
- **Experimenteren met pilot opstellingen**: scheidingsapparatuur (bijvoorbeeld destillatie, extractie, membranen), stromingsapparatuur (bijvoorbeeld warmtewisselaar, pomp) of reactoren
- **Moreel verantwoord handelen**: verantwoorde keuzes maken op basis van veiligheids-, duurzaamheids-, technologische en economische criteria
- **Veilig werken in laboratorium- en industriële omgeving**
- **Sociale en communicatieve vaardigheden**: samenwerken, rapporteren en presenteren (internationaal in elk geval in het Engels, lokaal bijvoorbeeld in het Nederlands), projectmatig werken
- **Algemene laboratoriumvaardigheden en chemische analysemethoden**: experimenteren op laboratoriumschaal, uitvoeren chemische analyses (bijvoorbeeld titratie, spectrometrie, chromatografie)



De Body of Knowledge and Skills geeft de gemeenschappelijke basis van de opleiding bij de verschillende hogescholen weer. Studenten leren deze kennis en vaardigheden in de eerste twee jaar van hun opleiding. In de laatste twee jaar specialiseren zij zich.

*Speciaal voor de opleidingen Chemische technologie is, in samenwerking met het werkveld, het Curriculum Veiligheid Chemische Technologie ontwikkeld. Dit is een compleet onderwijsprogramma dat aansluit bij deze BoKS en door een aantal opleidingen in het curriculum is opgenomen.

- *Wiskunde voor hoger onderwijs*, S. Kemme, W. Groen e.a.
- *Procestechnologie*, VAPRO
- *Chemical Engineering Volume 1: Fluid Flow, Heat Transfer and Mass Transfer*, J.R. Backhurst,

- J.H. Harker e.a.
- *Elements of reaction engineering*, H.S. Fogler
- *Statistiek om mee te werken*, A. Buijs
- *Curriculum Veiligheid Chemische Technologie*, zie <https://appliedscience.nl/veiligheidsonderwijs>

De lijst met kenmerkende studieboeken dient ter illustratie om een indruk te geven van het niveau waarop binnen de opleiding wordt gewerkt.

Chemisch technoloog Hanneke Bukkems: ‘Sociale vaardigheden zijn heel belangrijk’

Naam: Hanneke Bukkems

Leeftijd: 28

Studie: Chemische technologie

Werkplek: Nyrstar Budel

Functie: Chemisch technoloog

‘In het eerste jaar van mijn studie koos ik voor de richting Chemistry, en later specifieker nog voor Chemical Engineering. Dat leek mij het beste bij mij passen – abstract, veel met getallen werken, mannenwereld, goede toekomstperspectieven. Tijdens mijn afstudeerstage merkte ik dat ik helemaal de juiste keuze had gemaakt. Ik wilde mijn afstudeerstage heel graag in het buitenland doen en belandde bij Nyrstar Hobart in Australië, waar ik aan allerlei eigen opdrachten mocht werken. Ik deed de ideeën daarvoor op door te praten met operators, afdelingshoofden, monteurs, laboranten, etcetera. Ook keek ik goed om me heen, bijvoorbeeld naar mogelijke verbeterpunten in het proces en het bedrijf (kunnen er handelingen vereenvoudigd worden, kunnen testresultaten verbeterd worden door andere analysemethodes, etcetera).

Als chemisch technoloog ben ik verantwoordelijk voor een van de vier productieafdelingen van Nyrstar Budel. Ik kijk hoe we het huidige proces kunnen verbeteren, kosten besparen, meer productie kunnen draaien, het proces stabielere kunnen laten verlopen of bijvoorbeeld de levensduur van

materiaal kunnen vergroten. De wettelijke milieunormen voor uitstoot, afval en dergelijke worden ook door mij gemonitord en eventueel bijgestuurd. Ook bij onderhoud speel ik een rol, bijvoorbeeld als de katalysator van een reactor moet worden geïnspecteerd, vervangen, etcetera. Ik duik dan in de geschiedenis, leg contacten met leveranciers/specialisten, bekijk wat de voors en tegens zijn van de verschillende aanbieders, etcetera. En ik heb allerlei dagelijkse taken; zo worden elke dag een aantal standaard grafieken (flows, drukken, temperaturen, etcetera) en testresultaten bekeken, besproken en eventueel bijgesteld. Ik werk daarvoor veel samen met onder andere laboranten, werktuigbouwkundigen, monteurs en operators.

Helder advies

De competenties **onderzoeken**, **experimenteren** en **ontwikkelen** zijn erg belangrijk in mijn werk; begeleiden, coachen, instrueren en leidinggeven | managen in mindere mate. Ik heb een heel zelfstandige baan, en het is zaak dat je goed onderbouwd, helder advies kunt geven zodat ook een manager die weinig van het probleem afweet, jou begrijpt en een gedegen beslissing kan nemen. Ook moet je regelmatig opdrachten verstrekken aan | informatie inwinnen bij operators, laboranten en externe specialisten. Communicatie en sociale vaardigheden zijn dus erg belangrijk.

De theorie die je op de opleiding meekrijgt, is erg nuttig als basis, en de praktijk geeft je een idee wat de apparaten doen. Wat ik wel heb gemist in de opleiding: wat nou als een grafiek niet standaard verloopt of de analyseresultaten niet binnen de specificaties liggen? Wat kan er dan mis zijn en hoe kan ik dat oplossen?

In de toekomst zou ik graag internationaal willen werken, bijvoorbeeld als specialist in shut downs (revisies van fabrieken). Gelukkig kan ik bij mijn huidige werkgever binnen mijn functie goed door groeien.’ ■



R&D-engineer Erik Heijkamp: 'Er zijn altijd processen die geoptimaliseerd kunnen worden'



‘Ik was op zoek naar een studie waar natuur- en scheikunde in voorkwam, en die goede toekomstperspectieven bood. Het werken in projecten met verschillende bedrijven trok me heel erg en ik vond het een pre dat mijn opleiding compleet in het Engels werd verzorgd, want dat is in dit vakgebied bijna onmisbaar. Het werd dus Chemische technologie. Het pakte nog beter uit dan verwacht: ik had studiegenoten van over de hele wereld en leerde veel verschillende culturen kennen. Mijn afstudeerproject deed ik bij DSM Special Products; ik maakte een basic engineering design voor een extraction/pertraction-systeem. Via een vriend belandde ik bij DSM en uiteindelijk via Dosign engineering hier, bij Unilever.

Ik houd me bezig met het testen van wasmiddelen voor de Europese markt: het opzetten en draaien van eigen testen, analyses doen en de resultaten rapporteren en daar eventuele claimsupport uit halen. Ook zorg ik dat de apparatuur blijft werken en in orde is, en kijk waar het werk geoptimaliseerd kan worden.

Daarnaast ben ik verantwoordelijk voor het onderhoud van de water-plant – een plant waar alle soorten water (elk land in de wereld heeft een ander soort water) met verschillende hardheden worden gemaakt. Dit systeem bestaat uit allerlei pompen, tanks en chemicaliën en wordt door verschillende afdelingen binnen Unilever gebruikt. Daar komt ook troubleshooting bij kijken: je wordt geacht je werkzaamheden meteen neer te leggen zodra er problemen zijn. Voorkomen is natuurlijk

beter dan genezen, maar alles krijgt te maken met slijtage.

Opleiding en werk sloten voor mijn gevoel goed bij elkaar aan. Je verwerft toch inzicht in hoe bepaalde processen werken, waardoor je problemen sneller ziet. Ook kun je berekeningen sneller doen en kun je reacties van bepaalde liquids voorspellen. Ik doe nu alleen minder aan engineering, dat mis ik soms wel.

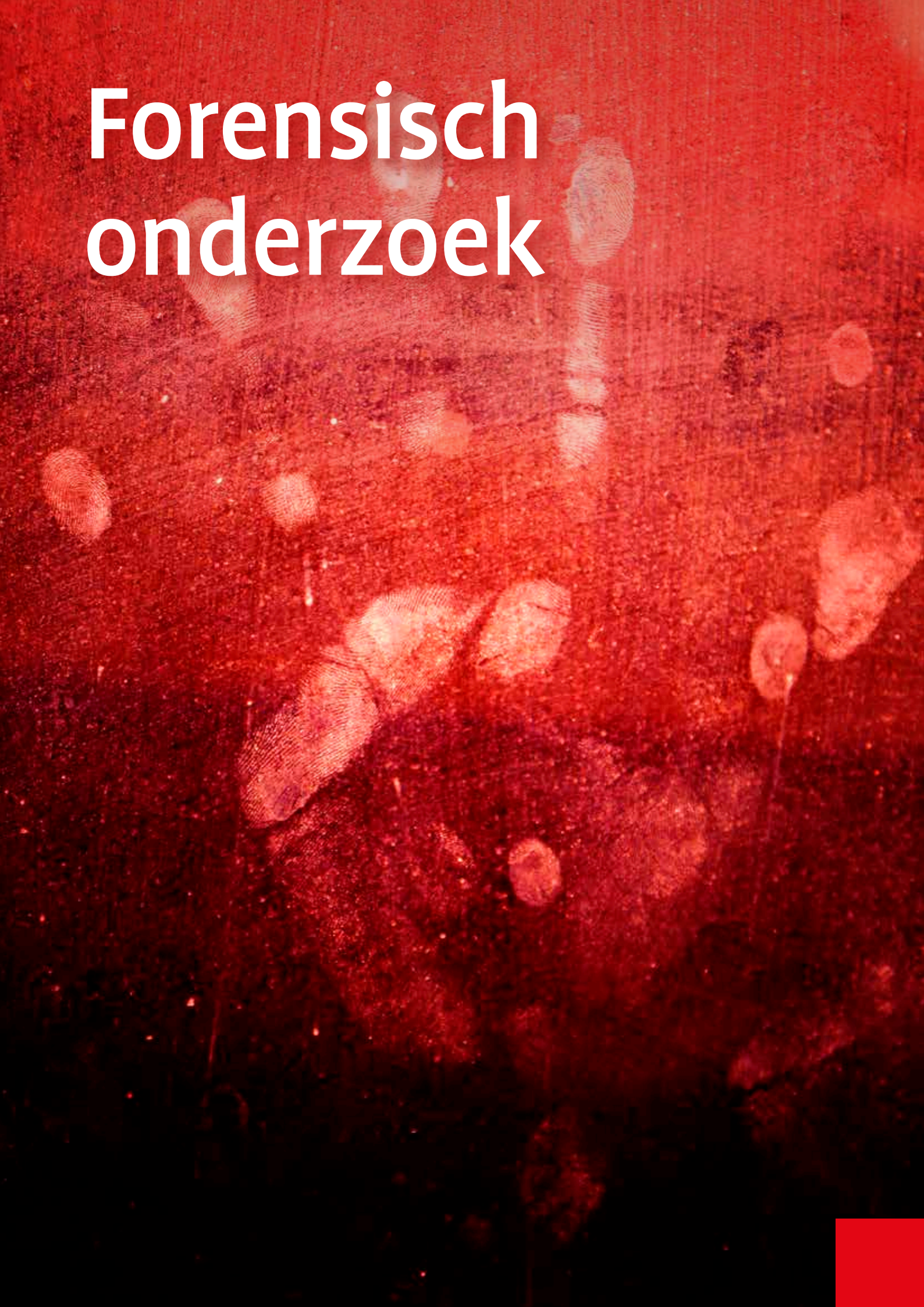
Eigen initiatief

Er zijn altijd processen of werkzaamheden die geoptimaliseerd kunnen worden. Hoe dat gebeurt, is een kwestie van **onderzoeken** en **experimenteren**. Die twee stappen moeten goed worden uitgevoerd, zodat je je baas kunt overtuigen van alle voor- en nadelen. Het wordt altijd gewaardeerd als je uit eigen initiatief bepaalde ideeën uitwerkt, **beheert** en plannen maakt die gunstig zijn voor de toekomst. Ik werk soms met een aantal mensen samen aan projecten, soms alleen. Het is belangrijk dat je je werk goed kunt **managen** en ook anderen verantwoordelijkheid geeft. Dat vergt vaak wel een korte coaching, maar als je dat goed doet, heb je er later meer profijt van en kun je meer bereiken.

Ik ben ontzettend blij met mijn huidige functie, waar nog ik veel nieuwe dingen kan leren en opzetten. Uiteindelijk zou ik wel binnen Unilever door willen groeien. Graag zou ik meer mensen willen **opleiden** en **adviseren** in mijn vakgebied, dat doe ik nu nog te weinig.’ ■

Naam: Erik Heijkamp
Leeftijd: 24
Studie: Chemische technologie
Werkplek: Unilever R&D
Functie: R&D-engineer laundry

Forensisch onderzoek



De opleiding **FORENSISCH ONDERZOEK** leidt professionals op die onderzoek doen naar de toedracht van een misdrijf of incident. Met behulp van natuurwetenschappelijke, digitale, onderzoeks- en opsporingstechnieken leveren zij een bijdrage aan het oplossen van een misdrijf of incident.



Forensisch analisten en onderzoekers zijn werkzaam in allerlei beroepen waar de vraag naar oorzaak of schuld centraal staat. Dat zijn niet alleen misdrijven, maar ook incidenten zoals brand, fraude, ongevallen, of schade door het falen van producten, materialen, constructies of menselijk handelen. Een forensisch onderzoeker kan dan ook werkzaam zijn op de 'plaats incident' of 'plaats delict', maar ook in analytische, medische of forensische laboratoria. In het werkveld van de advocatuur of verzekeraars functioneert de forensisch onderzoeker vaak als adviseur of beleidsmedewerker. Daarnaast levert de forensisch onderzoeker een innovatieve bijdrage aan het vakgebied door de ontwikkeling van nieuwe methoden en technieken en/of toepassing van bestaande technieken in een andere context (forensic engineering). In alle gevallen zijn forensisch onderzoekers in staat om met hun kennis van natuurwetenschappen, onderzoekstechnieken en technologie een bijdrage te leveren aan het vinden van de toedracht van een misdrijf of incident en wie hiervoor verantwoordelijk is – of niet.

WERKVELDILLUSTRATIE

Beroepen, functies en rollen van de bachelor zijn met name in de volgende beroepsdomeinen te vinden (zie voor een volledige omschrijving van de beroepsdomeinen Hoofdstuk 2). Het werkveld is te definiëren in 'klassieke' FO-beroepen, waarin

Instellingen die de opleiding aanbieden

- Hogeschool van Amsterdam
- Saxion Hogeschool, Enschede

de forensic investigation centraal staat. Met name de groei op het terrein van de forensic engineering verloopt snel. Een verdere definiëring van de functies waarin forensisch onderzoekers werkzaam zijn, leidt tot een te smalle definitie van het in ontwikkeling zijnde werkveld en laten we daarom vooralsnog achterwege.

Research en development

- Forensisch (digitaal) specialist, (research)analist of digitaal rechercheur (bij de Nationale Politie, ECFO, het NFI of bijvoorbeeld de NVWA)

Toepassing en productie

- Forensisch onderzoeker (operationeel specialist) op de plaats delict (bij de Nationale Politie)

Medische labdiagnostiek

- Research analist (chemisch of biologisch) op het lab (bv. NFI of Sanguin)

Engineering en fabricage

- Forensic engineer, brandonderzoeker of faalanalist (bij diverse ingenieursbureaus)

Commercie, service, dienst

- Particulier rechercheur, commercieel adviseur of onderzoeker (bij verzekeraars, in de advocatuur of voor een veiligheidsregio)

KENMERKENDE STUDIEBOEKEN

- *An Introduction to Forensic Genetics*, W. Goodwin, A. Linacre e.a.
- *Essential Forensic Biology*, A. Gunn
- *Forensic Chemistry*, S. Bell
- *Fundamentals of General, Organic, and Biological Chemistry*, J.E. McMurry, D.S. Ballantine
- *Principles of Forensic Toxicology*, B.S. Levine, S. Karrigan
- *Shooting Incident Reconstruction*, M.G. Haag
- *Forensic Science*, A.R.W. Jackson, J.M. Jackson
- *Introductory Statistics For Forensic Scientists*, D. Lucy
- *Seeley's Essentials of Anatomy and Physiology*, C. Vanputte, J. Regan e.a.

Opleidingsprofiel

	Competentie							
	onderzoeken	experimenteren	ontwikkelen	beheren	adviseren	instrueren	leidinggeven	zelfsturing
Minimum vastgesteld eindniveau van de opleiding	III	II	II	II	III	I	I	II

De lijst met kenmerkende studieboeken dient ter illustratie om een indruk te geven van het niveau waarop binnen de opleiding wordt gewerkt.

KNOWLEDGE

- Biologie**
- **Celbiologie:** opbouw en functioneren van (micro-)organismen en cellen, metabolisme, biomoleculen
 - **Moleculaire biologie:** DNA, erfelijkheid, DNA-monsternamen en -analyse, werking DNA-databanken
 - **Anatomie/fysiologie/pathologie:** bouw en functie van skelet, huid en orgaansystemen, bloed, hormoonstelsel, consequenties van verwondingen, lijkschouw
 - **Entomologie:** ontbindingsfasen, successie van soorten op stoffelijk overschot
- Chemie**
- **Basischemie:** atoombouw, reactievergelijkingen, chemisch rekenen, reacties in water, kinetiek, chemisch evenwicht
 - **Analytische chemie:** monstervoorbereiding, spectroscopie, chromatografie, analysetechnieken voor schotresten
 - **Organische chemie:** naamgeving, functionele groepen, reactiemechanismen, verdovende middelen
 - **Toxicologie:** farmacokinetiek en giften
 - **Brand en explosie:** chemie en fysica van brand, brandversnellers, brandbaarheidsgrenzen, reactiewarmte
- Fysica**
- **Mechanica:** bewegingswetten, remweg, botsing en vervorming
 - **Sterkteleer:** kracht, moment, belasting
 - **Ballistiek:** bepalen van schootsafstand en plaats, vergelijkend huls- en projectielonderzoek
 - **Optica:** licht, beeldvorming, beeldanalyse
 - **Materiaalkunde:** sterkte, breuk, vervorming
 - **Warmteoverdracht:** geleiding, convectie, straling
- Informatica**
- Computer forensics, gegevensbeheer, netwerken, internet forensics, cybersecurity, cybercrime
- Statistiek**
- Dataverwerking, normaalverdeling en betrouwbaarheidsintervallen, toetsen
 - Statistiek/kansrekening toepassen bij het bepalen van de bewijswaarde
 - Bepalen van de bewijswaarde DNA-analyses (Bayesiaanse statistiek)
- Wetgeving**
- Principes Nederlands recht, processen in het strafrecht, het strafrechtelijk bewijsrecht en motiveringsvereisten
 - Rechtmatigheid en betrouwbaarheid van bewijsgeving (o.a. wet deskundige in strafzaken)

SKILLS

- **Onderzoeksvaardigheden en systematische probleemaanpak:** probleemanalyse, opstellen van onderzoeksvragen / hypothesen / scenario's (o.a. voor waarheidsvinding), literatuuronderzoek, onderzoekplanning en -uitvoering
- **Sociale en communicatieve vaardigheden:** empathisch vermogen, interviewen, samenwerken, vergaderen, schriftelijke verslaggeving, mondeling presenteren
- **Informatievaardigheden:** tekstverwerking, spreadsheets, tekenprogramma's, presentatietechnieken, digitaal informatie (onder-) zoeken
- **Vaardigheden op een plaats delict/plaats incident:** aan de hand van een (objectieve) beschrijving schetsen en fotografisch vastleggen, leidinggeven om biologische, chemische en fysische sporen veilig te stellen, deze te interpreteren en hun relatie met hypothesen / scenario's te onderzoeken
- **Forensische onderzoekstechnieken:** bijvoorbeeld dactyloscopie, haren- en vezelonderzoek, kras-, indruk- en vormsporen, presumptieve testen voor biologische sporen
- **Digitale sporen herkennen, veiligstellen en interpreteren**
- **Bloedspatpatroonanalyse**
- **Analyses van sporen en/of bewijsmaterialen conform standaarden (te laten) uitvoeren**
- **Werken met standaard laboratoriumapparatuur:** in een laboratorium eenvoudige chemische, fysische of biologische analyses uitvoeren.

De Body of Knowledge and Skills geeft de gemeenschappelijke basis van de opleiding bij de verschillende hogescholen weer. Studenten leren deze kennis en vaardigheden in de eerste twee jaar van hun opleiding. In de laatste twee jaar specialiseren zij zich.



Operationeel specialist Jurgen van Eldik: 'Een plaats delict is in feite één grote complexe puzzel'

'Na de havo (NT-profiel) koos ik voor de opleiding Forensisch onderzoek, omdat researchwerk mij ontzettend gaaf leek. Gelukkig bleek de opleiding sterk op de praktijk georiënteerd, zodat je goed klaargestoomd wordt en eigenlijk geen dag saai is – voor je gevoel ben je meteen al bezig met het oplossen van misdrijven. Ik was vastbesloten bij de politie af te studeren; bij het coldcaseteam voelde ik een duidelijke klik, zodat ik daar mijn afstudeeronderzoek heb gedaan.

In mijn huidige werk als Operationeel specialist draai ik mee in de uitruk van de Forensische opsporing, wat inhoudt dat we naar een plaats delict gaan – van een moord bijvoorbeeld, of een inbraak of brand – en daar onderzoek naar waarheidsvinding verrichten. Momenteel zit ik nog in de beginfase van mijn carrière. Aangezien dit werk sterk aan regels en wetgeving onderhevig is, moet je heel wat interne vervolgopleidingen doen voordat je echt kunt meedraaien in de uitruk. Dat vergt soms best wat geduld, want je wordt dagelijks geconfronteerd met de ene na de andere fascinerende situatie die jij als een "avontuur" beschouwt waarin je wilt meehelpen.

In principe kwamen alle facetten van het werk in de opleiding uitgebreid aan bod. Ook waren de lessen steeds gekoppeld aan een project, in de vorm van een daadwerkelijk onderzoek, wat de link met de praktijk mooi inzichtelijk maakte. In de praktijk

is het werk meer opgesplitst tussen de uitruk en de vervolgonderzoeken in het lab. Het is natuurlijk een hbo-opleiding, zodat de nadruk gelegd wordt op de theorie achter verschillende methodes en de onderzoeken in het lab. In het lab zal een afgestudeerde dan ook vrijwel direct op vlieghoogte zijn, maar op de plaats delict moet je echt nog ervaring opdoen om mee te kunnen draaien. Uiteraard helpt de kennis die je tijdens de opleiding hebt opgedaan daar wel enorm bij.

In mijn werk zijn de competenties **onderzoeken**, **ontwikkelen** en **experimenteren** belangrijk. Een plaats delict is in feite een grote complexe puzzel die jij door middel van onderzoek probeert op te lossen. Het werk ontwikkelt zich constant – denk bijvoorbeeld aan nieuwe technieken om sporen aan te treffen en/of veilig te stellen. Je moet dan ook steeds nieuwsgierig blijven én je ergens in kunnen vastbijten. **Zelfsturing** is belangrijk; de politie is een grote organisatie waarbinnen veel mogelijk is, maar je moet wel assertief zijn en je mannetje kunnen staan.

De komende jaren wil ik veel ervaring opdoen in het werkveld, dat is heel belangrijk in dit werk. Mijn huidige functie past daar momenteel het beste bij, dus denk ik vooralsnog niet aan iets anders. Het klinkt misschien niet zo ambitieus, maar eigenlijk is dit gewoon mijn droombaan! ■

Naam: Jurgen van Eldik

Leeftijd: 27

Studie: Forensisch onderzoek

Werkplek: Nationale Politie, Forensische opsporing, eenheid Oost-Nederland

Functie en verantwoordelijkheden: Operationeel specialist A

Technische naturkunde

The background of the image is a dark, abstract composition. It features numerous thin, vertical lines that resemble fiber optic cables, some of which are illuminated from below, creating a bright, glowing effect. Interspersed among these lines are many out-of-focus circular light spots, or bokeh, in shades of teal, blue, and magenta. The overall effect is one of dynamic energy and technological sophistication.

De hbo-studie **TECHNISCHE NATUURKUNDE** leidt op tot technisch natuurkundige. Deze bachelor vergaart door onderzoek en experimenteren kennis en informatie die bijdragen aan oplossingen voor technologische vraagstukken, en mogelijkheden bieden voor nieuwe technologische ontwikkelingen.

Het is kenmerkend voor de werkwijze van een technisch natuurkundige dat hij opereert op het grensvlak tussen theorie, modelberekening en experiment. Hij tracht daarbij

Instellingen die de opleiding aanbieden

- Fontys Hogeschool Toegepaste Natuurwetenschappen, Eindhoven
- De Haagse Hogeschool, Delft
- Saxion Enschede

een koppeling te maken tussen de resultaten van deze benaderingen. Daarbij worden theorieën door middel van experimenten zoveel mogelijk geverifieerd. Technische natuurkunde als vakgebied is voortdurend in ontwikkeling. Om als technisch natuurkundige in het werkveld te kunnen opereren, is een gedegen kennis van en inzicht in de theorie van de basisvakgebieden binnen de natuurkunde noodzakelijk. Een technisch natuurkundige heeft inzicht in fysische sleutelconcepten en kan deze in praktijksituaties hanteren. De belangrijkste vaardigheden van een technisch natuurkundige zijn onderzoeken, modelberekeningen maken en experimenten opzetten, voorbereiden en uitvoeren. Natuurkundige vraagstukken doen zich in uiteenlopende werkgebieden voor; daarbij valt te denken aan sensortechnologie, fotonica, nanotechnologie, duurzame energie en medische technologie.

Landelijk opleidingsprofiel

	Competentie							
	onderzoeken	experimenteren	ontwikkelen	beheren	adviseren	instrueren	leidinggeven	zelfsturing
Minimum landelijk vastgesteld eindniveau van de opleiding	III	III	II	I	II	I	I	II

WERKVELDILLUSTRATIE

Beroepen, functies en rollen van de bachelor zijn met name in de volgende beroepsdomeinen te vinden (zie voor een volledige omschrijving van de beroepsdomeinen Hoofdstuk 2). Per domein zijn enkele voorbeelden gegeven.

Research en development

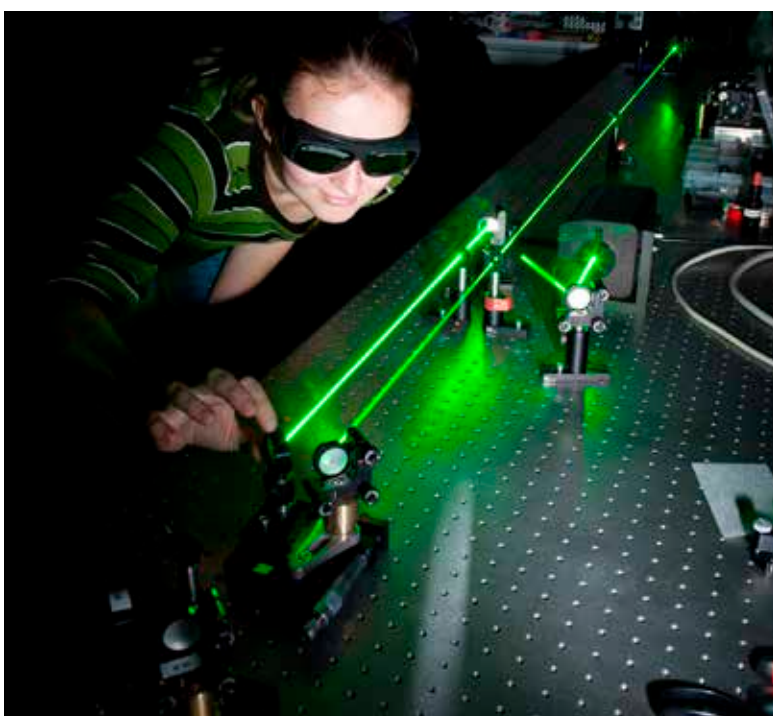
- Natuurkundig onderzoeker
- Project- of development engineer
- Natuurkundig ontwerper
- Fotonicus
- Meetspecialist

Engineering en fabricage

- Meettechnicus/test-engineer
- Productontwikkelaar
- Process-engineer
- Quality engineer

Commercie, service en dienstverlening

- Medisch fysicus
- Service engineer
- Bouwfysicus
- Stralingsdeskundige
- Audioloog
- Meteoroloog
- Energietechnicus
- Adviseur/consultant



KNOWLEDGE

- Natuurkunde**
- Klassieke mechanica
 - Elektromagnetisme
 - Kwantummechanica
 - Thermodynamica
 - Golven en trillingen
 - Optica
 - Eigenschappen van de materie: elementaire bestanddelen en hun wisselwerkingen
 - Atoomfysica
 - Kern- en deeltjesfysica
 - Akoestiek
 - Materialen
 - Stromingsleer

- Wiskunde**
- Calculus: elementaire analyse en (lineaire) algebra
 - Laplace en Fourier-transformaties
 - Statistiek en kansrekening

- Engineering**
- Meet- en regeltechniek
 - Vacuümtechniek
 - Energietechniek
 - Elektronica en signaalbewerking
 - Micro- en nanotechnologie
 - Lasertechniek
 - Programmeren en data-acquisitie

SKILLS

- **Algemene vaardigheden:** communiceren en samenwerken, projectmatig werken, systematische probleemaanpak
- **Vaardigheden behorende bij de experimentele benadering:** bouwen en beheren van meet-opstellingen en meetsystemen, data-acquisitie bij een meetsysteem realiseren, programmeren, software als Labview, Excel, Matlab, programmeertalen
- **Vaardigheden behorende bij de modelmatige benadering:** gebruikmaken van reken- en simulatiesoftware, ontwerpen van een reken- of simulatieprogramma, programmeren, software als Matlab/Simulink, Maple, Comsol Multiphysics, Ansys

De Body of Knowledge and Skills geeft de gemeenschappelijke basis van de opleiding bij de verschillende hogescholen weer. Studenten leren deze kennis en vaardigheden in de eerste twee jaar van hun opleiding. In de laatste twee jaar specialiseren zij zich.

Een uitgebreidere beschrijving van dit landelijk opleidingsprofiel is beschikbaar. Zie referentie 1, bladzijde 75.

KENMERKENDE STUDIEBOEKEN

- *Physics for Scientists and Engineers with Modern Physic*, D.C. Giancoli
- *Optics*, E. Hecht
- *Warmteleer voor technici*, A.J.M. van Kimmenaede
- *Regeltechniek voor HTO*, J. Schrage, H. van Daal
- *Applied Statistics and Probability for Engineers*, D. C. Montgomery, G.C. Runger
- *Polymeren, van keten tot kunststof*, A.K. van der Vegt, L.E. Govaert
- *Multiphysics Modeling Using COMSOL 4*, R.W. Pryor
- *OPTO-electronics: An introduction*, J. Wilson, J.F.B. Hawkes
- *Introductory Digital Signal Processing with Computer Applications*, P.A. Lynn, W. Fuerst
- *Fundamentals of Thermal Fluid Sciences*, Y.A. Cengel, R.H. Turner e.a.

De lijst met kenmerkende studieboeken dient ter illustratie om een indruk te geven van het niveau waarop binnen de opleiding wordt gewerkt.

Operationeel coördinator Hans Beckers: ‘De opleiding geeft je technische bagage mee’

Naam: Hans Beckers
Leeftijd: 41
Studie: Technische natuurkunde
Werkplek: ASML Veldhoven
Functie: Operational Coordinator First Line Support NXE

‘M et mijn vwo-diploma koos ik er aanvankelijk voor om Technische natuurkunde op de TU Eindhoven te gaan studeren. Ik had een breed vakkenpakket, de exacte vakken lagen me wel en ik vond het leuk om met complexe vraagstukken bezig te zijn. Out of the box-denken – dat sprak mij aan. Na driekwart jaar kwam ik er echter achter dat er eigenlijk te weinig ruimte was voor de praktijk, de huis-tuin-en-keukenfysica. Ik heb toen de overstap gemaakt naar de hbo-opleiding Technische natuurkunde en die bleek veel beter aan te sluiten bij mijn behoefte aan alledaagse natuurkunde. Tijdens de opleiding kwam de toepassing van techniek in de medische wereld aan bod. Dat sprak mij aan en daarom ben ik stage gaan lopen bij Instituut Verbeeten in Tilburg, een specialistisch ziekenhuis waar topklinische zorg wordt verleend op het gebied van oncologie en nucleaire geneeskunde. De keuze voor mijn specialisatie richting

was snel gemaakt: Toegepaste natuurkunde. Mijn afstudeerplek vond ik via mijn eigen netwerk bij Philips, waar ik me bezighield met ‘modelberekening aan optische groeven’. Mijn werk heeft ertoe bijgedragen dat de dvd is zoals we hem nu kennen.

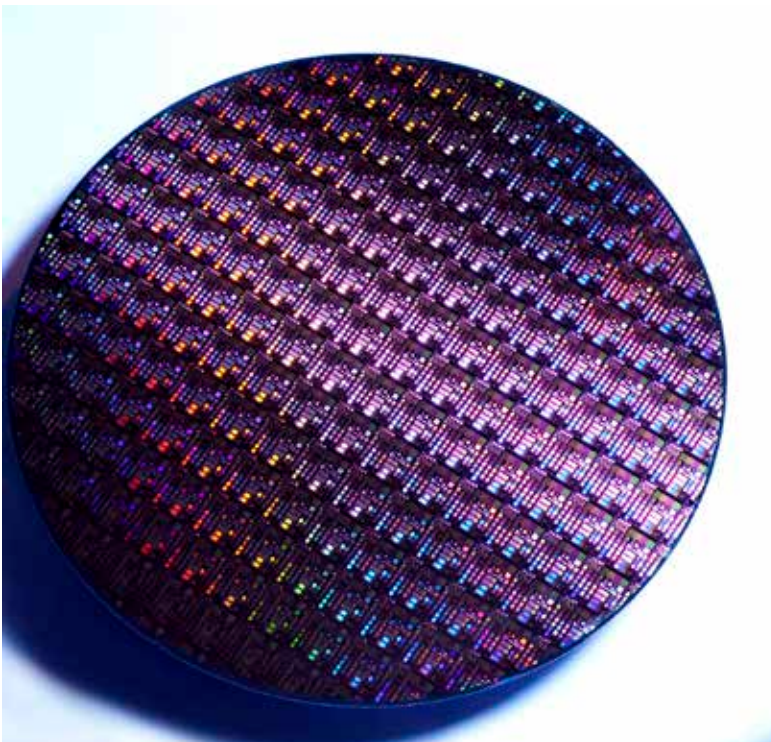
Bij ASML maken we lithografiemachines met een heel hoge precisie voor de chipindustrie. In mijn huidige functie ben ik verantwoordelijk voor het managen van alle verstoringen binnen een deel van het productieproces van ASML's meest geavanceerde machines. Ik zorg ervoor dat de problemen naar tevredenheid van de (interne) klant worden opgelost binnen de daarvoor geldende tijd.

Commercieel denken

Na enige jaren in de ‘techniek’ te hebben gezeten, ben ik nu meer bezig met het aansturen/coachen van mensen, vaardigheden die ik door middel van aanvullende opleidingen heb verkregen. Een ander onderdeel van mijn functie is het opzetten en standaardiseren van processen. Dat vereist een meer projectmatige aanpak. **Coördineren | coachen | begeleiden** zijn zaken die ik nog dagelijks toepas. Waar mijns inziens te weinig aandacht aan werd besteed, is commercieel werken en denken. Je kunt de mooiste experimenten of onderzoeken verzinnen, maar het moet wel in het tijd- en kostenplaatje van de klant passen.

De opleiding TN geeft je een bepaalde technische bagage mee, en vanuit die basis ga je je binnen het bedrijf op bepaalde onderwerpen specialiseren. Dat is bijna niet in de opleiding te leren, dat zou te specifiek zijn. Structureel denken, analyseren van data en het overbrengen van kennis zijn zaken waaraan in de opleiding aandacht werd besteed en die bij elk bedrijf toe te passen zijn.

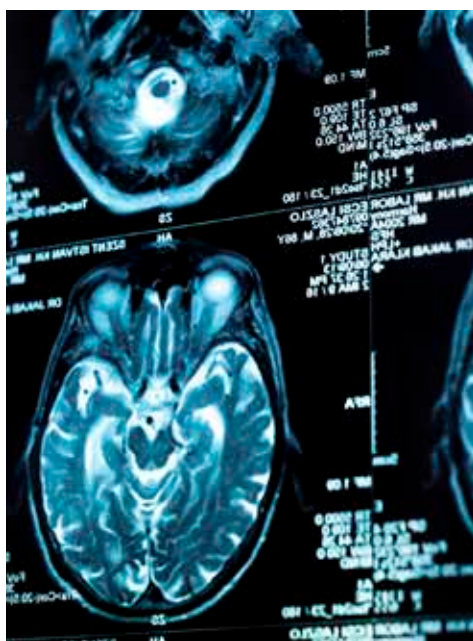
Binnen ASML is veel mogelijk, het is een groot en divers bedrijf. Het zwaartepunt van mijn functie zal de komende tijd iets verder verschuiven naar het projectmatig opleveren van processen, maar mijn ambitie op het gebied van people management blijft.’ ■



Klinisch-fysisch medewerker Ruud Cools: 'Ik zoek antwoord op mijn vragen'

Toen ik op de middelbare school voor het eerst natuurkunde kreeg, merkte ik dat ik dat heel erg interessant vond. Toch bleef ik vragen houden en daarom besloot ik een studie te kiezen waar ik mogelijk antwoorden kon vinden op mijn vragen. Aangezien mijn interesses zo breed zijn, was een brede opleiding een vereiste. Mijn natuurkundeleraar wees me op de opleiding Technische natuurkunde en nadat ik informatie had opgevraagd, was de keuze snel gemaakt. De vragen die ik op de middelbare school had, werden natuurlijk beantwoord. Gelukkig kwamen daar meer vragen voor terug. Tijdens mijn opleiding leerde ik naast antwoorden ook technieken om mijn vragen zelf te kunnen beantwoorden. Onderzoek doen vond ik zo geweldig dat ik probeerde om voor mijn afstuderen een onderwerp te vinden waar ik onderzoek naar kon doen. Ik vond licht altijd al fascinerend en daarom koos ik een onderwerp binnen de fotonica (fysisch onderwerp dat zich richt op interactie tussen fotonen en elektronen).

Momenteel werk ik op de afdeling radiotherapie van het Erasmus MC, waar mensen worden bestraald die kanker hebben. De kwaliteit van hun behandeling is heel belangrijk, en als KFM'er speel je daarin een belangrijke rol. De werkzaamheden zijn erg divers. Zo doen we bijvoorbeeld metingen aan de versnellers om te kunnen garanderen dat ze nog goed werken. Soms moet je om metingen te kunnen verrichten, nieuwe meet- en analysemethodes ontwikkelen. Daarnaast wordt in de radiotherapie erg veel geïnnoveerd. Die innovaties moeten eerst gecontroleerd en getest worden voordat wij ze in de kliniek gebruiken. Het zijn soms softwareoplossingen om bijvoorbeeld de optimale bestraling te kunnen geven, soms zijn het ook hardwareoplossingen. Samen met je collega's moet je dan testen verzinnen om te kunnen garanderen dat alles naar behoren functioneert. Ook is er ruimte om zelf aan onderzoek en innovatie te werken. Op dit moment ben ik bijvoorbeeld bezig om een softwareapplicatie te maken waarmee we de werking van de versneller kunnen controleren



Naam: Ruud Cools
Leeftijd: 26
Studie: Technische natuurkunde
Werkplek: Erasmus MC
Functie: Klinisch-fysisch medewerker

wanneer deze een zeer complexe bestraling aan het uitvoeren is.

Eerst natuurkunde leren

De analysetechniek en de manier van denken die ik op mijn opleiding heb geleerd, heb ik hier dagelijks nodig. Al doe je op school ook wel technische kennis op die ik niet of slechts sporadisch nodig heb, hoor. Mijn persoonlijke mening is dat naast de competentie **ontwikkelen** er eigenlijk zo min mogelijk nadruk moet worden gelegd op andere competenties. Dat klinkt misschien hard, maar het is vooral van belang dat studenten opgeleid worden tot goede natuurkundigen. Wanneer iemand interesse heeft om zich in andere competenties verder te ontwikkelen, dan zal hij die interesse zelf wel nastreven. Daarnaast is het bedrijfsleven voor deze 'secundaire' competenties een zeer goede leerschool, maar dan moet je absoluut eerst over voldoende vakinhoudelijke kennis beschikken. Dus eerst natuurkunde leren – de andere competenties volgen wel.' ■

Milieukunde



De hbo-studie **MILIEUKUNDE** leidt op tot milieukundig ingenieur. Centraal staat het op duurzame wijze verbeteren van de leefomgeving, variërend van schone lucht, bodem en water, tot bijvoorbeeld het hergebruiken van afvalstoffen. Dit gebeurt vanuit een natuurwetenschappelijke basis, met oog voor wat maatschappelijk haalbaar is.



Milieukundig ingenieurs komen onder meer te werken bij advies- en ingenieursbureaus, waar ze verantwoordelijk zijn voor het uitvoeren van deelonderzoek. Ze verzamelen gegevens (uit veldwerk, literatuur, laboratoriumonderzoek), analyseren en interpreteren deze data en dragen bij aan het formuleren en ontwerpen van oplossingen. Daarbij is klantgericht en projectmatig werken van groot belang. Vergelijkbare adviesfuncties kunnen ook binnen het industriële domein worden vervuld, als medewerker van een stafafdeling die zich richt op de verbetering van de duurzaamheid, milieu en veiligheid van het bedrijf. Vanwege de interactie

met stakeholders zijn communicatieve vaardigheden essentieel.

In de functie van milieutechnoloog ligt grotere nadruk op het verbeteren van technologieën (bijvoorbeeld van een waterzuiveringsinstallatie); als (assistent)onderzoeker verzamelt en interpreteert de bachelor gegevens over milieukwaliteit. Bij overheden, zoals omgevingsdiensten, vervult de milieukundig ingenieur de functie van handhaver, vergunningverlener of beleidsmedewerker.

WERKVELDILLUSTRATIE

Beroepen, functies en rollen van de bachelor zijn met name in de volgende beroepsdomeinen te vinden (zie voor een volledige omschrijving van de beroepsdomeinen Hoofdstuk 2). Per domein zijn enkele voorbeelden gegeven.

Research en development

- Milieuonderzoeker (bij onderzoeksinstituten)

Engineering en fabricage

- Milieutechnoloog (optimaliseren van milieutechnologie)

Commercie, service en dienstverlening

- Milieuadviseur
- Duurzaamheids (CSR/MVO)adviseur
- Milieu (veiligheids/Arbo)-coördinator
- Inspecteur of handhaver
- Vergunningverlener
- Beleidsmedewerker

Instelling die de opleiding aanbiedt

- Avans Hogeschool Breda

Opleidingsprofiel

	Competentie							
	onderzoeken	experimenteren	ontwikkelen	beheren	adviseren	instrueren	leidinggeven	zelfsturing
Minimum landelijk vastgesteld eindniveau van de opleiding	III	I	I	II	III	I	I	III

KNOWLEDGE

- **Duurzame ontwikkeling:** people, planet, prosperity, afwenteling in ruimte en tijd, MVO, systeemgericht denken
- **Leefomgeving:** omgevingskwaliteit, duurzaam inrichten en ontwerpen, effecten op de leefomgeving
- **Bodem, water, lucht, geluid:** bronnen van verontreiniging, gedrag van stoffen, onderzoek, normstelling, effecten, maatregelen, beheer
- **Natuur/ecologie:** natuurlijke basisprincipes (ecologie), ecosystemen, biodiversiteit, landschapstypen, cultuurhistorische waarden
- **Klimaatverandering:** oorzaken, effecten, maatregelen
- **Afval en grondstoffen:** cradle-to-cradle, circulaire economie (biobased en technisch)
- **Energie:** bronnen, duurzaam energiebeheer
- **Veiligheid:** bronnen, normen, risicobeoordeling, maatregelen, beheer
- **Wetgeving en milieubeleid:** ruimtelijke ordening, flora/fauna, omgevingsrecht, MER, milieubeleid (Europees, nationaal, internationaal, water, bodem), beleidsinstrumenten
- **Economie en management:** financiële haalbaarheid, MKBA, kwaliteitsmanagement/ Deming circle, KAM
- **Ethiek:** morele dilemma's in de beroepspraktijk

SKILLS

- **Onderzoeksvaardigheden:** probleemanalyse, vraagarticulatie, opstellen van onderzoeksvragen, onderzoeksplanning, inventarisatie, analyse, literatuuronderzoek, statistische methoden, uitvoeren van multicriteria-analyses
- **Adviesvaardigheden:** intake- en adviesgesprekken voeren, offertes opstellen, stakeholder-analyses uitvoeren, stakeholders betrekken bij uitvoering opdracht (omgevingsbewustzijn, politiek-bestuurlijke sensitiviteit), effectief samenwerken met andere disciplines, adviezen presenteren
- **Specifieke ICT-vaardigheden:** werken met geografische informatiesystemen, verspreidings- en duurzaamheidsmodellen
- **Algemene laboratoriumvaardigheden:** analyses bodem, water, lucht aan de hand van protocol
- **Veldwerkvaardigheden:** bodem, water, flora/fauna, gebied

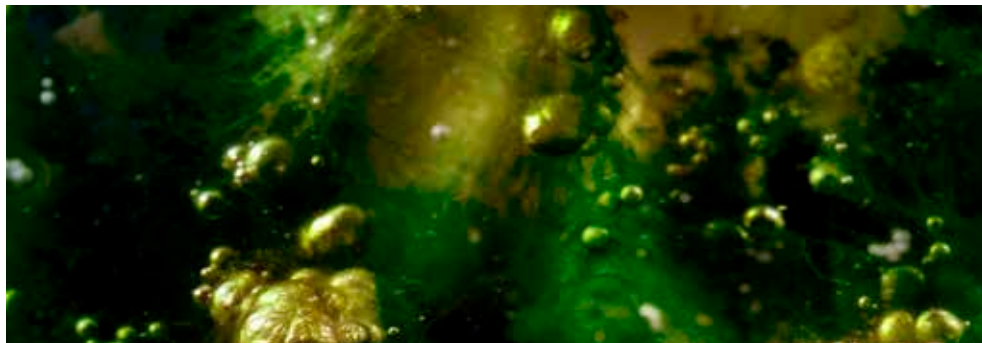
De Body of Knowledge and Skills geeft de gemeenschappelijke basis van de opleiding bij de verschillende hogescholen weer. Studenten leren deze kennis en vaardigheden in de eerste twee jaar van hun opleiding. In de laatste twee jaar specialiseren zij zich.

De Body of Knowledge & Skills Milieukunde is vastgesteld in het landelijk overleg van alle hbo-opleidingen Milieukunde. De andere opleidingen Milieukunde vallen niet binnen het domein Applied Science en zijn hier niet gepresenteerd. Voor meer informatie is een uitgebreid landelijk document beschikbaar, zie referentie 2 op bladzijde 75.

KENMERKENDE STUDIEBOEKEN

- *Environmental Science, A Global Concern*, W.P. Cunningham, M. Cunningham
- *Introduction to Environmental Engineering and Science*, G.M. Masters, W.P. Ela
- *Campbell Biology*, L.A. Urry, M.L. Cain e.a.
- *Chemistry the Central Science*, T.E. Brown, H.E. LeMay e.a.
- *Brock Biology of Microorganisms*, M.T. Madigan, K.S. Bender e.a.
- *Foundations Maths*, A. Croft, R. Davison
- *Managing your competencies*, R. Grit
- *Projectmanagement*, R. Grit
- *Praktisch Omgevingsrecht*, H.M. Liedekerken

De lijst met kenmerkende studieboeken dient ter illustratie om een indruk te geven van het niveau waarop binnen de opleiding wordt gewerkt.



Process engineer Geert van Lith: **‘Het uitdagendst zijn de projecten in het buitenland’**

Naam: Geert van Lith

Leeftijd: 25

Studie: Milieukunde

Werkplek: Maris Projects

Functie: Process-engineer

‘Ik heb destijds voor deze opleiding gekozen, omdat hij goed bij mijn vooropleiding paste: ik had al de mbo-opleiding Land, water en milieu-techniek gedaan. Daardoor wist ik dat ik iets met milieu wilde doen. De breedte van mijn studie biedt genoeg mogelijkheden. Uiteindelijk ben ik via mijn opleiding bij Maris Projects beland, waar ik me heb ontwikkeld van milieutechnoloog naar process-engineer. De praktische manier van werken bij dit bedrijf past goed bij mij, ook door mijn vooropleiding.

Mijn baan is moeilijk in een paar zinnen te omschrijven. Ik houd me enerzijds bezig met de verkoop van nieuwe en tweedehands proces-apparatuur. Dit zijn machines of onderdelen op het gebied van malen, breken, pompen, extraheren, etcetera. Daarbij ondersteun ik mijn baas bij het inkopen, verkopen, offren, aansturen van de werkplaats, e.d. Anderzijds ben ik projectmatig bezig: we ontwikkelen technieken, machines en installaties om nuttig gebruik te maken van reststoffen (algen kweken, biomassa vergisten, restproducten drogen, bijvoorbeeld). Daarbij gebruiken we alleen fysische, thermische of biologische behandelingen. Ik (bege)leid de projecten van begin tot eind. Vaak begint dit op het laboratorium, waar we de eigenschappen van de reststoffen bepalen. Wanneer de mogelijkheden duidelijk zijn, bouwen we een schaalmodel (van tweedehands machines) waarmee we ons idee testen. Daarna ontwerp of ontwikkel ik mee in de uiteindelijke oplossing. Na geslaagde testen worden de instal-

laties in het groot gebouwd. Hierbij stuur ik mede de werkplaats aan, help mee de installaties te optimaliseren en op te starten bij de klant. Bij de projecten komt nog meer kijken, zoals subsidie- en financieringstrajecten, waarbij ik bijvoorbeeld aanvragen, rapportages en businessplannen maak. En er zijn praktische dingen, als transport naar het buitenland organiseren, die ik op school nooit heb geleerd, maar die wel gedaan moeten worden.

Internationaal

Het uitdagendst aan mijn werk zijn de projecten in het buitenland. Aangezien we nieuwe technieken ontwikkelen en in ontwikkelingslanden vaak de meeste afvalstromen (reststromen) aanwezig zijn, is het gemakkelijker om bepaalde projecten in het buitenland uit te voeren. Zelf ben ik een aantal keren in India geweest om een installatie mee op te bouwen waarmee van (afval)vleesresten uit de leerindustrie olie gewonnen wordt.

De competenties **onderzoeken** en **experimenteren** zijn heel belangrijk in mijn werkveld. De manier waarop ik ze nu gebruik, is wel anders dan wij op school hebben gehad.

Mijn groeimogelijkheden zie ik zeker binnen het bedrijf, al is dat natuurlijk ook afhankelijk van de groei van het bedrijf. Er liggen grote kansen in binnen- en buitenland, en vooral in het buitenland kan ik me zeker ontwikkelen. Vooralsnog leer ik nog bijna elke dag zo veel in de praktijk, daar kan geen school tegenop!’ ■

Projectmedewerker Bianca Peeters: 'Ik kan me nu op bepaalde competenties focussen'

Vlak voor het afronden van mijn mbo-opleiding deed ik een beroepskeuzetest. Daaruit bleek dat mijn interesse uitging naar milieu, maatschappij en techniek. Na een bezoek aan een Open dag bij de opleiding Milieukunde werd ik helemaal enthousiast: het leek me een leuke en interessante opleiding met voldoende uitdaging en keuze in het werkveld.

Mijn opleiding was breed opgezet en bevatte een combinatie van verschillende milieuonderwerpen, zoals water, bodem, lucht en geluid, ecologie, klimaatverandering, duurzame energie, duurzame ontwikkeling en wet- en regelgeving. De stof werd aangeboden in de vorm van cursussen, trainingen en projectmatig werken. In het derde en vierde leerjaar heb ik twee keer stage gelopen en enige praktijkervaring opgedaan. Tijdens mijn afstuderen heb ik onderzoek gedaan naar een voorstel voor een nieuwe Wet Natuurbescherming en de wijzigingen ten opzichte van de huidige natuurwetgeving. Vanuit de afdeling Omgevingsrecht en vergunningen van Witteveen+Bos kwam de vraag of ik daar onderzoek naar wilde doen, aangezien zij veel te maken hebben met natuurwetgeving en mijn interesse uitgaat naar natuur.

Ik ben hier nu negen maanden werkzaam bij de afdeling Omgevingsrecht en vergunningen. Als projectmedewerker onderzoek ik voor diverse projecten welke vergunningen benodigd zijn, stel ik vergunningaanvragen op, geef opdracht voor het uitvoeren van (milieu-)onderzoeken behorend bij de vergunningaanvragen en dien deze in bij de bevoegde bestuursorganen.

Breed opgezet

Ik ben van mening dat mijn studie goed aansloot op mijn huidige werk, dankzij de brede opzet van de opleiding. Tijdens het werken met vergunningen merk ik nu dat ik van uiteenlopende milieuonderwerpen kennis heb. Ook sluit het projectmatig werken dat ik tijdens mijn opleiding heb geleerd, goed aan op mijn werk. Dit komt mede doordat Witteveen+Bos regelmatig met studenten

milieukunde samenwerkt in de begeleiding en uitvoering van allerlei projecten. Ik was er in het derde jaar van mijn opleiding zelf een van!

Door het competentiegericht studeren tijdens mijn opleiding heb ik geleerd welke competenties ik goed en minder goed beheers. Daardoor kan ik me op bepaalde competenties, zoals **instrueren** en **managen**, nu extra focussen om mijzelf verder te ontwikkelen. Mijn ambitie is om allereerst een ervaren adviseur op het gebied van vergunningen te worden. Later zou ik projectleider willen worden, om het vergunningenproces en bijbehorende zaken voor een project in goede banen te leiden. Uiteindelijk lijkt het mij leuk om als leidinggevende of manager van een afdeling werkzaam te zijn. Maar dat is een ambitie voor op de lange termijn! ■

Naam: Bianca Peeters
Leeftijd: 24
Studie: Milieukunde
Werkplek: Advies- en ingenieursbureau Witteveen+Bos
Functie: Projectmedewerker omgevingsrecht en vergunningen



Hoofdstuk 6

Referenties / met dank aan

Referenties

1. Landelijk Opleidingsprofiel hbo-bachelor Technische natuurkunde, december 2016
2. Opleidingsprofiel Milieukundig Ingenieur (hbo), januari 2014
3. Opleidingseisen t.b.v. een erkenning ex artikel 6 biotechnicus op hbo-niveau

Deze documenten zijn te vinden op de website van DAS: www.appliedscience.nl

Met dank aan

Jannie Braber - van den Broek, MSc
dr. Charlotte Creusen
drs. Jan Heijenga
dr.ir. Bart de Jong
ir. Reineke Klein Entink
dr. Niek Persoon
drs. Esther Ras
ing. Ed Schreuter
Anneke Seelen
dr. Gerrit van der Steege
ir. Hub Wedershoven

en alle vertegenwoordigers van de volgende Landelijke Opleidingsoverleggen.



Bijlage I

Definities

Bachelor | graad die aangeeft dat een student succesvol een opleiding heeft voltooid aan een hogeschool.

BoKS | Body of Knowledge and Skills, een overzicht van basiskennis en -vaardigheden van afgestudeerden; dit overzicht is opgesteld door de hbo-opleidingen in overleg met het werkveld.

Beroepenveld | zie Werkveld.

Beroepsbeeld | de verzameling van mogelijke beroepen, functies en bijbehorende competenties van de Bachelor of Science in het domein Applied Science.

Beroepsdomein | een verzameling van soortgelijke beroepen.

BSc | Bachelor of Science.

Competentie | een combinatie van kennis, vaardigheden en houding, die nodig is voor het uitvoeren van een bepaalde beroepstaak in een bepaalde context. Competenties kunnen worden gemeten en getoetst, en met training en ontwikkeling verbeterd.

Competentieprofiel | de gemeenschappelijke competenties van beginnende beroepsbeoefenaars binnen het domein waarvoor de bachelorgraad opleidt.

Context | de (toegepaste) natuurwetenschappelijke omgeving waarin de bedrijven en laboratoria werken.

CROHO | Centraal Register Opleidingen Hoger Onderwijs van het ministerie van Onderwijs, Cultuur en Wetenschap.

Domein | een groep van opleidingen die qua inhoud en beroepsmogelijkheden verwant zijn; de beroepscontext binnen het domein Applied Science is veelal een laboratorium, test- of productieomgeving of pilot plant.

Domeincompetenties | het geheel van competenties waarover een beroepsbeoefenaar dient te



beschikken om zijn beroep/functie adequaat te kunnen uitoefenen. Opleidingen dienen deze competenties bij studenten te ontwikkelen tot het niveau van een beginnende beroepsbeoefenaar.

Dublin-descriptoren | algemene beschrijvingen voor het eindniveau van bachelor- en masterstudies aan Europese hogescholen en universiteiten.

ECTS | de eenheid waarin de studiebelasting van een opleiding of onderdeel daarvan wordt uitgedrukt. ECTS staat voor *European Credit Transfer System* en wordt door alle landen binnen de Europese Hoger Onderwijsruimte gehanteerd. Eén ECTS staat gelijk aan 28 studie-uren.

Eindkwalificatie | een competentie met een specifieke niveauaanduiding waar iemand aan het eind van de (hbo-) studie, als beginnend beroepsbeoefenaar, aan moet voldoen.

Functie | een verzameling van activiteiten, uitgevoerd door een of meerdere personen die werkzaam zijn in een bepaalde context om een bijdrage te leveren aan een product of dienst, waarbij van bepaalde competenties gebruik wordt gemaakt.

Handelingsindicator | instrument om competenties concreetiseerbaar te maken; een student laat zien dat hij over een specifieke competentie beschikt door op een bepaalde manier te handelen.

Kwalificatie | een competentie die van een niveauaanduiding is voorzien en waaraan iemand op een bepaald moment moet voldoen.

Werkveld | (ook wel beroepenveld genoemd) een verzameling van alle beroepen/functies waarin afgestudeerde Bachelors of Science in het domein Applied Science werkzaam zijn.

Competenties, competentiegericht onderwijs en de relatie met de Body of Knowledge & Skills

Er bestaan uiteenlopende definities van het begrip **competentie**. In een document van de Onderwijsraad* worden er meerdere gegeven. Het begrip competentie zoals dat door de Applied Science-opleidingen wordt gebruikt, duidt op het **vermogen om in een kenmerkende context van de Applied Science-beroepsomgeving taken te kunnen verrichten**. Dit worden beroepscompetenties genoemd, en de professionele omgeving stelt deze als eis aan zijn werknemers. De competenties zijn vertaald in handelingsindicatoren.

Beroepscompetenties vereisen bepaalde kennis en vaardigheden die onmisbaar zijn in de correcte uitvoering van de beroepstaak. Welke kennis en vaardigheden specifiek gevraagd zijn, wordt vrijwel altijd bepaald door de context. Het werkveld van het domein Applied Science is heel breed, en daarmee is dus ook die context heel breed. De grote verscheidenheid en zeer uiteenlopende beroepstaken zullen dan ook heel uiteenlopende kennis en vaardigheden vergen.

Door middel van het definiëren van de Body of Knowledge & Skills naast de set aan beroepscompetenties, wordt de context van die beroepscompetenties expliciet zichtbaar gemaakt. De opleidingsdoelen bestaan – naast de beroepscompetenties – dus ook uit elementen uit de BoKS.

De handelingsindicatoren die per niveau voor elke beroepscompetentie geformuleerd zijn, kunnen binnen de opleiding ook worden gebruikt als beoordelingscriteria. Tevens is het mogelijk sommige handelingsindicatoren geïsoleerd als complexe vaardigheid te ontwikkelen. Ter illustratie: de handelingsindicator 'inhoudelijk met de opdrachtgever over de opdracht communiceren' zal in de praktijk louter als beoordelingscriterium worden gebruikt. Maar 'mondeling en/of schriftelijk volgens aangegeven richtlijnen over de opdracht rapporteren' kan binnen een opleiding als apart studieonderdeel 'verslagleggen' bestaan.

Met vaardigheden wordt overigens niet bedoeld op *hand*vaardigheden. Het gaat om complexe vaardigheden waar ook kennis voor gevraagd is. Veilig werken in een laboratorium, samenwerken, een GC-analyse uitvoeren, programmeren of het schrijven van een onderzoeksverslag zijn voorbeelden van dergelijke complexe vaardigheden. Het toepassen van opgedane kennis is binnen een competentiegericht opleiding essentieel en zou een cognitieve vaardigheid genoemd kunnen worden. Desondanks hebben we voor de duidelijkheid ervoor gekozen dat toch met kennis aan te duiden.

Naast het begrip competentie verdient ook het begrip **competentiegericht onderwijs** een toelichting. In het reeds genoemde stuk van de Onderwijsraad wordt uiteengezet waar die term op zou kunnen duiden. De verschillende invullingen blijken in de praktijk behoorlijk uiteen te lopen, van didactische innovatie tot versterking van de relatie met de arbeidsmarkt. Binnen het domein Applied Science geeft elke instelling op eigen wijze invulling aan het begrip, maar het houdt voor alle instellingen ten minste een versterking van de relatie met de beroepspraktijk in.

Voorop staat dat alle instellingen die opleiden tot de graad Bachelor of Science de beroepscompetenties als onderwijsdoelen hanteren. Met de invoering van de beroepscompetenties als opleidingsdoelen hebben alle instellingen een innovatieproces in de didactiek moeten inzetten. Hoe ver het huidige onderwijs van de traditionele onderwijspraktijk af is komen te staan, verschilt erg per instelling. Voor alle instellingen geldt echter dat door de invoering van de beroepscompetenties, de relatie met de arbeidsmarkt is versterkt. Ook het invoeren van de Body of Knowledge & Skills en het initiatief om als instellingen gezamenlijk en in overleg met de topsectoren te werken aan een landelijk aanbod van specialisaties dat afgestemd is op de behoeften van het werkveld, dragen daaraan bij.

**Studie van complicaties tot compromis. Over schuifjes en begrenzers, J.J.G. van Merriënboer e.a., Onderwijsraad, Den Haag, 2002*

Bijlage III



Competentietabellen

In 2008 heeft het Domein Applied Science in overleg met het landelijk werkveld een gezamenlijke competentiegerichte profielbeschrijving van de Bachelor of Science (toen nog Bachelor of Applied Science) opgesteld. In dit competentieprofiel zijn de competenties en handelingsindicatoren beschreven voor een beroepsoefenaar met vijf jaar werkervaring na het afstuderen aan een van de opleidingen van het domein Applied Science (niveau IV).

In 2010 is deze profielbeschrijving op een aantal punten herzien en opnieuw uitgegeven. In deze versie zijn de domeincompetenties aangevuld met een uitwerking van de tussenniveaus (niveau I t/m III), bedoeld om het werkveld inzicht te geven in de mogelijke niveauopbouw binnen de opleidingen. Deze uitwerking kwam tot stand na een uitwisseling met en vergelijking van uitwerkingen van de diverse hogescholen. De uitwerking per opleiding kan binnen de verschillende hogescholen variëren, op basis van de eigen profilering van de opleiding en de toepassing van de competenties binnen de opleiding, zoals die zijn geformuleerd in eigen opleidingsbeleid en opleidingscompetentieprofielen.

Tussen 2016 en 2019 zijn de competenties Onderzoeken, Experimenteren en Ontwikkelen volledig herzien. De beschrijvingen van de indicatoren zijn consistenter en duidelijker gemaakt en beter toegepast op de onderwijspraktijk. Het werkveld heeft ingestemd met de doorgevoerde wijzigingen.

De niveauopbouw is cumulatief: elk opvolgend niveau omvat ook de onderliggende niveaus.

1. COMPETENTIE ONDERZOEKEN

De Bachelor of Science doet binnen het domein Applied Science onderzoek dat ofwel bijdraagt aan de oplossing van een probleem of de ontwikkeling van een methode, ofwel leidt tot groter inzicht in een onderwerp binnen de eigen werkomgeving.

	Niveau I	Niveau II	Niveau III	Niveau IV
	De student voert een eenvoudig onderzoek uit n.a.v. een aangereikte vraagstelling en opzet. Hij laat dat zien door:	De student levert een belangrijke bijdrage aan een aangereikte onderzoeksstrategie en voert het onderzoek uit. Hij laat dat zien door:	De student vertaalt een aangereikt probleem naar een onderzoeksstrategie en voert het onderzoek uit. Hij laat dat zien door:	Ervaren beroepsbeoefenaar ontwikkelt of verbetert zelfstandig, waarbij de situatie complex is of transfer vanuit een ander vakgebied een rol speelt. Hij laat dat zien door:
a. doelstelling van de onderzoeksopdracht formuleren	Inhoudelijk met de opdrachtgever te communiceren over het probleem en de doelstelling van het onderzoek.	In samenspraak en afstemming met de opdrachtgever een probleem te analyseren en te vertalen naar de doelstellingen van de onderzoeksopdracht.	Zelfstandig een aangereikt probleem te analyseren en te vertalen naar de doelstelling van de onderzoeksopdracht.	Zelfstandig een probleem te analyseren en te vertalen naar de doelstelling van de onderzoeksopdracht.
b. literatuur of bronnen gebruiken	Inzicht in de vakinhoudelijke aspecten van het onderzoek te verkrijgen door het bestuderen van aangeboden literatuur of bronnen.	Inzicht in het probleem en de vakinhoudelijke aspecten van het onderzoek te verkrijgen door het bestuderen van zelf gekozen literatuur of bronnen.	Zelfstandig (wetenschappelijke) literatuur of bronnen te selecteren en te verkrijgen om zich verder in het probleem te verdiepen, daarbij de betrouwbaarheid van de verschillende informatiebronnen correct inschattend.	Zelfstandig (wetenschappelijke) literatuur en/of bronnen te selecteren en te verkrijgen om zich volledig in het probleem te verdiepen, daarbij de betrouwbaarheid van de verschillende informatiebronnen correct inschattend.
c. onderzoeksopzet bepalen	De relatie tussen de aangereikte onderzoeksvraag, deelvragen en onderzoeksactiviteiten toe te lichten en uit te leggen.	Onder begeleiding deelvragen en onderzoeksactiviteiten van het uit te voeren onderzoek te formuleren.	Zelfstandig deelvragen en onderzoeksactiviteiten van het uit te voeren onderzoek te formuleren.	Zelfstandig deelvragen en onderzoeksactiviteiten van het uit te voeren onderzoek te formuleren.
d. opstellen werkplan onderzoek	De aanpak voor het uitvoeren van de onderzoeksactiviteiten van een eenvoudig onderzoek uit te werken volgens een aangereikt format met daarbij de planning van de werkzaamheden.	In overleg met de opdrachtgever een werkplan te maken, zelfstandig de planning op te stellen, rekening houdend met randvoorwaarden.	Zelfstandig een werkplan op te stellen, rekening houdend met de onderlinge afhankelijkheden van diverse onderzoeksactiviteiten en randvoorwaarden.	Methodisch een werkplan te maken, waarbij rekening wordt gehouden met evaluatie- en bijstellingsmomenten, randvoorwaarden en onzekerheden.
e. uitvoeren van de onderzoeksactiviteiten en verkrijgen van de onderzoeksresultaten	Bij uitvoering van de opdracht te werken conform het werkplan en effectief bezig te zijn de beoogde resultaten te verwerven. Basiskennis of vaardigheden toe te passen.	Bij uitvoering van de opdracht te werken conform werkplan. Het werkplan effectief en efficiënt uit te voeren en op basis van tussenresultaten te bepalen of tussentijds aanpassen nodig is. Relevante kennis of vaardigheden toe te passen.	Een complex werkplan effectief en efficiënt uit te voeren en zo nodig tussentijds aan te passen. Relevante kennis te verwerven en toe te passen.	Een complex werkplan effectief en efficiënt uit te voeren en zo nodig met een dynamische planning te werken. Relevante kennis te verwerven en toe te passen.
f. verwerken en controleren gegevens	De gegevens van de onderzoeksactiviteiten samen te vatten, te structureren in het licht van de onderzoeksvraag en overzichtelijk in beeld te brengen. Kritisch te reflecteren op de resultaten om te bepalen of die realistisch zijn.	(Deel)resultaten samen te vatten en te interpreteren in relatie tot de opdracht/onderzoeksvraag. Kritisch te reflecteren op de betrouwbaarheid van de resultaten.	(Deel)resultaten logisch en overzichtelijk te combineren en in relatie tot de onderzoeksvraag te duiden. Een analyse op de betrouwbaarheid van de resultaten uit te voeren.	De resultaten samen te vatten, te structureren en te duiden in relatie tot de onderzoeksvraag. Zorg te dragen voor betrouwbare resultaten.
g. onderzoeksconclusies en aanbevelingen formuleren	Op basis van de onderzoeksresultaten conclusies te formuleren die gerelateerd zijn aan de onderzoeksvraag en zo nodig een voorstel te doen om uitvoering van de opdracht/het onderzoek te verbeteren.	Op basis van de onderzoeksresultaten conclusies te formuleren die gerelateerd zijn aan de onderzoeksvraag en op basis hiervan een voorstel tot vervolgstappen te doen.	Op basis van de onderzoeksresultaten conclusies te formuleren en te duiden die gerelateerd zijn aan de onderzoeksvraag. Op basis hiervan een voorstel te doen voor een vervolg op het onderzoek.	Op basis van de conclusies en overige inzichten voorstellen te doen voor een vervolg op het onderzoek. Vervolg tabel op blz. 80 →

→ COMPETENTIE ONDERZOEKEN (VERVOLG)

h. rapporteren	Mondeling en/of schriftelijk volgens aangegeven richtlijnen over de opdracht te rapporteren.	De resultaten te combineren in één rapportage volgens de geldende richtlijnen/standaard.	Over het onderzoek te rapporteren volgens de in het werkveld geldende standaard.	De opbrengsten van het onderzoek te rapporteren volgens de in het werkveld geldende/valide standaard.
i. samenwerken en communicatie	Actief mee te werken in een team, waarbij de feedback op het geleverde werk verwerkt wordt om tot betere resultaten te komen. Tijdens de voortgang bondig over doelen en resultaten te communiceren.	Te functioneren als volwaardig teamlid in de eigen werkomgeving, waarbij feedback en reflectie leiden tot betere resultaten, beargumenteerde keuzes en goede afstemming in het uitvoeren van het onderzoek. De communicatie over de voortgang af te stemmen op de situatie.	Als volwaardig lid te functioneren en samen te werken in een team waarin ook medewerkers uit andere vakgebied(en) kunnen zitten. Zelfstandig over de relevante inhoudelijke aspecten van de voortgang te communiceren.	Resultaatgericht samen te werken in multidisciplinair verband. Adequaat te communiceren en rapporteren over de voortgang en afstemming.

Begrippenlijst competentie Onderzoeken

- Bij onderzoek wordt gewerkt aan een vraagstuk zoals de oplossing van een probleem, de ontwikkeling van een methode, of groter inzicht in een onderwerp. Waar in de handelingsindicatoren **probleem** staat verwoord, kan dat ook een ander soort vraagstuk betreffen dan het oplossen van een probleem. Het woord vraagstuk is bewust niet gebruikt om geen verwarring te krijgen met de term onderzoeksvraag.
- Aangereikt** duidt aan dat er een opdrachtgever is die eisen stelt aan, of verwachtingen heeft van het resultaat. Dit is een hoger niveau dan een student die zelf een onderzoek uitdenkt en uitvoert waarbij het resultaat of de kwaliteit van het resultaat geen belang heeft.
- Onderzoeksstrategie** betreft de doelstelling, de onderzoeksvraag en de opzet van het onderzoek.
- Randvoorwaarden** betreffen beschikbare middelen (beschikbaarheid van resources in brede zin), kwaliteitszorg (waaronder ook beheersmaatregelen vallen), veiligheid, gezondheid, welzijn, milieu, duurzaamheid en ethiek.
- Werkplan** bevat ten minste de doelstellingen, de opzet, de aanpak, de randvoorwaarden en de planning.
- Complex werkplan** wordt als term gebruikt wanneer er bijvoorbeeld sprake is van een grote omvang in duur, een veelheid aan inhoudelijke aspecten, strenge eisen aan de kwaliteit van de resultaten, meerdere disciplines die beheerst moeten worden, een groot afbreukrisico of veel interactie en communicatie.
- Vervolgstappen** betreffen nieuwe doelstellingen voor het oplossen van het probleem, de ontwikkeling van een methode, het inzicht krijgen in een onderwerp of een ander vervolg op het onderzoek.
- Het vervolg op een onderzoek** kan bijvoorbeeld inhouden: een vervolgonderzoek, het toepassen van een ontwikkelde methode, het gaan ontwikkelen van een product of het beëindigen van het werken aan een ontwikkeling.
- Een **dynamische planning** is een planning die niet van tevoren vaststaat, maar die voortdurend bijgewerkt wordt op basis van verkregen resultaten.
- De **betrouwbaarheid** van de resultaten kan ontleend worden aan statistische berekeningen, maar ook aan andere berekeningen, literatuur of aanvullende experimenteren.

2. COMPETENTIE EXPERIMENTEREN

De Bachelor of Science voert experimenten uit binnen het domein Applied Science, zodat aantoonbaar betrouwbare resultaten worden verkregen.

	Niveau I	Niveau II	Niveau III	Niveau IV
	De student voert een experiment uit volgens aangereikt(e) aanpak/voorschrift en verkrijgt dupliceerbare resultaten. Hij laat dat zien door:	De student kiest een voorschrift/aanpak, past dit zo nodig aan, voert het uit en verkrijgt reproduceerbare en betrouwbare resultaten. Hij laat dat zien door:	De student zet met begeleiding experimenten op, voert deze zelfstandig en systematisch uit en verkrijgt reproduceerbare en betrouwbare resultaten. Hij laat dat zien door:	Ervaren beroepsbeoefenaar ontwikkelt of verbetert zelfstandig, waarbij de situatie complex is of transfer vanuit een ander vakgebied een rol speelt. Hij laat dat zien door:
a. doel en opzet	Uit te leggen wat het doel van het experiment is.	Een aanpak te kiezen en uit te leggen waarom deze geschikt is om het doel te bereiken.	Zelfstandig een aanpak te formuleren waarmee het doel van het experiment bereikt kan worden.	Een onderzoeksvraag te vertalen naar doelen met een adequate experimentele opzet.
b. methoden en technieken (conceptueel)	Het principe van de aangereikte methode en techniek uit te leggen.	Over voldoende kennis en inzicht te beschikken van beschikbare methoden en technieken om deze op geschiktheid te beoordelen en de juiste apparatuur en/of apparaat-instellingen te kiezen.	Geschikte methoden en technieken te kiezen of ontwikkelen, en te anticiperen op mogelijke experimentele problemen.	Zodanige kennis, inzicht en geoefendheid te tonen dat werkzaamheden op een verantwoorde, veilige en kritische wijze worden uitgevoerd met de juiste methoden, technieken en apparatuur.
c. apparatuur/opstellingen/instrumenten/hard- en software* (toepassen)	Zich te bekwalen in de correcte omgang met de apparatuur.	Zich zodanig te bekwalen in de werking van de beschikbare apparatuur, dat het aanpassen van de instellingen leidt tot gewenste effecten.	Zich zelfstandig te bekwalen in de mogelijkheden en beperkingen van de te gebruiken apparatuur om experimentele problemen te herkennen en daarnaar te kunnen handelen.	Zich te bekwalen in de mogelijkheden en beperkingen van apparatuur om naar experimentele problemen te kunnen handelen.
d. voorbereiding en uitvoering	Op basis van een aangereikt voorschrift/aanpak een experiment adequaat voor te bereiden, uit te voeren en binnen de gestelde tijd dupliceerbare resultaten te verkrijgen en hiervan nauwkeurige en overzichtelijke documentatie bij te houden.	Een planning te maken voor uitvoering van een voorschrift/aanpak, het experiment uit te voeren en binnen de gestelde tijd reproduceerbare resultaten te verkrijgen en hiervan nauwkeurige en overzichtelijke documentatie bij te houden.	Een planning te maken voor een aantal experimenten, deze uit te voeren en binnen de gestelde tijd reproduceerbare resultaten te verkrijgen en hiervan nauwkeurige en overzichtelijke documentatie bij te houden.	Werkvoorschriften op te stellen en uit te voeren zodat aantoonbaar betrouwbare en reproduceerbare resultaten worden verkregen en hiervan nauwkeurige en overzichtelijke documentatie bij te houden.
e. veiligheid, gezondheid, milieu (VGM) en duurzaamheid	Te werken volgens VGM-normen en rekening te houden met ethische en duurzaamheidsnormen bij het voorbereiden en uitvoeren van het experiment.	Te beoordelen of de aanpak binnen de VGM-, ethische en duurzaamheidsnormen kan worden uitgevoerd.	De aanpak te beoordelen en eventueel aan te passen volgens VGM-, ethische en duurzaamheidsnormen.	Een aanpak op te stellen volgens VGM-, ethische en duurzaamheidsnormen met verantwoordelijkheid naar de omgeving.
f. betrouwbaarheid resultaten	Meetresultaten adequaat en correct te bewerken en in te schatten of een gevonden uitkomst realistisch is.	De betrouwbaarheid van een resultaat te beoordelen door een aangereikte (bijvoorbeeld statistische) analyse.	Een (statistische) analyse te kiezen om de betrouwbaarheid en validiteit van het gevonden resultaat te beoordelen.	(Statistische) technieken toe te passen om de resultaten te verwerken/valideren en de kwaliteit ervan te borgen.
g. kritische beschouwing	Te motiveren of de aanpak van het experiment correct is gevolgd.	Te motiveren of de aanpak van het experiment verbeteringen behoeft.	Indien nodig voorstellen te doen tot verbetering van de aanpak en voorstellen te doen voor additionele experimenten.	Op basis van de resultaten een beslissing te nemen voor het vervolg.

* Overal waar in de niveaubeschrijvingen 'apparatuur' staat, kan men deze hele opsomming lezen. Zie pagina 82 voor de begrippenlijst bij deze competentie.

Begrippenlijst competentie Experimenteren (blz. 81)

- Waar **documentatie** staat, kan ook worden gelezen: 'labjournaal, logboek, technische handleiding of een ander in het werkveld gehanteerd documentatietype'.
- Waar **experiment** staat kan ook 'analyse' worden gelezen.
- Onder **dupliceerbaarheid** verstaan wij hier dat het experiment dezelfde resultaten oplevert als het onder zo goed mogelijk gelijke condities door dezelfde persoon wordt uitgevoerd.
- Onder **reproduceerbaarheid** verstaan wij hier dat het experiment dezelfde resultaten oplevert als het onder zo goed mogelijk gelijke condities door een ander persoon wordt uitgevoerd.

Begrippenlijst competentie Ontwikkelen (blz. 83)

- **ontwikkelen** kan ook 'ontwerpen', 'verbeteren', 'optimaliseren' of 'up- of downscaling van een proces' zijn.
- we spreken van een **proces** als een 'component' een bewerking ondergaat in een 'apparaat', 'toestel' of ander voorwerp. Bijvoorbeeld een destillatiekolom, een reactor of een warmtewisselaar.
- een **instrument** is een 'apparaat', 'toestel' of ander voorwerp dat een fysische, chemische of biologische functie heeft. Bijvoorbeeld een magneet, een analyse instrument of een versterker.
- een **component** is een materiaal of (tussen)product dat wordt bewerkt in een proces.
- een situatie is **complex** door een grote hoeveelheid concepten, een grote samenhang tussen concepten of een samenhang met een ander vakgebied.
- **of** is de 'inclusive or', dus 'en/of'.
- **vakspecifiek** is een bijvoeglijk naamwoord dat past binnen de context van Applied Science. Bijvoorbeeld chemisch, fysisch, biologisch, technisch.
- een **vakspecifiek concept** is een onderwerp uit het vakgebied waarvoor theorie of modellen zijn beschreven. Bijvoorbeeld reactiekinetiek (chemisch), destillatie (fysisch), groei van biomassa (biologisch) of elektromagnetisme (technisch).
- een **vakspecifiek model** is een model van een (combinatie van) vakspecifiek(e) concept(en).
- de **vakspecifieke haalbaarheid** is de chemische, fysische, biologische of technische haalbaarheid, maar niet de economische haalbaarheid. De economische haalbaarheid staat apart vermeld.
- het **resultaat** is het ontwikkelde product, proces, instrument of materiaal of het geschaalde proces.
- de **ontwikkeling** is het hele proces om tot het resultaat te komen.

3. COMPETENTIE ONTWIKKELEN

De Bachelor of Science ontwikkelt of verbetert een proces, instrument, product of materiaal of schaaft een proces op of terug in het domein Applied Science.

	Niveau I	Niveau II	Niveau III	Niveau IV
	De student ontwikkelt of verbetert volgens een aangereikte aanpak. Hij laat dat zien door:	De student ontwikkelt of verbetert door een aanpak te selecteren of aan te passen. Hij laat dat zien door:	De student ontwikkelt of verbetert door zelfstandig een aanpak op te stellen. Hij laat dat zien door:	De ervaren beroepsbeoefenaar ontwikkelt of verbetert zelfstandig, waarbij de situatie complex is of transfer vanuit een ander vakgebied een rol speelt. Hij laat dat zien door:
a. criteria programma van eisen (PvE)	De criteria, waaraan het product, proces, instrument of materiaal moet voldoen (PvE), te gebruiken.	Waar nodig, de criteria aan te passen, waaraan het product, proces, instrument of materiaal moet voldoen (PvE).	De criteria op te stellen, waaraan het product, proces, instrument of materiaal moet voldoen vanuit eisen of wensen van de opdrachtgever (PvE).	De criteria op te stellen waaraan het product, proces, instrument of materiaal moet voldoen in een complexe situatie, vanuit eisen of wensen van de opdrachtgever (PvE).
b. concepten	Aangereikte vakspecifieke concepten te identificeren (beoordelen of en waar ze herkenbaar zijn) in het programma van eisen.	Uit een aangereikte verzameling van vakspecifieke concepten een keuze te maken bij de identificatie van die concepten in het programma van eisen.	Zelfstandig vakspecifieke concepten te identificeren in het programma van eisen.	In een complexe situatie zelfstandig vakspecifieke concepten te identificeren in het programma van eisen.
c. parameters	Aangereikte vakspecifieke ontwerpparameters te selecteren waarmee het proces, product, instrument of materiaal beïnvloed kan worden.	Uit aangereikte vakspecifieke ontwerpparameters de meest geschikte te selecteren, waarmee het proces, product, instrument of materiaal beïnvloed kan worden.	De meest geschikte vakspecifieke ontwerpparameters te selecteren waarmee het proces, product, instrument of materiaal beïnvloed kan worden.	In een complexe situatie de meest geschikte vakspecifieke ontwerpparameters te selecteren, waarmee het proces, product, instrument of materiaal beïnvloed kan worden.
d. modellen	Van aangereikte vakspecifieke modellen te controleren of ze in overeenstemming zijn met het PvE, ze toe te passen en ze te valideren.	Uit aangereikte vakspecifieke modellen de geschikte te selecteren, te controleren of ze in overeenstemming zijn met het PvE, ze toe te passen en ze te valideren.	Zelfstandig geschikte vakspecifieke modellen te kiezen, te controleren of ze in overeenstemming zijn met het PvE, toe te passen en te valideren.	In een complexe situatie geschikte vakspecifieke modellen te selecteren, te controleren of ze in overeenstemming zijn met het PvE, toe te passen en te valideren.
e. haalbaarheid, duurzaamheid	Met een aangereikte methode de vakspecifieke haalbaarheid van het resultaat te onderzoeken.	De vakspecifieke haalbaarheid en duurzaamheid van het resultaat te onderzoeken.	De vakspecifieke en economische haalbaarheid en duurzaamheid van het resultaat te onderzoeken.	In een complexe situatie de vakspecifieke en economische haalbaarheid en duurzaamheid van het resultaat te onderzoeken.
f. grondstoffen en unit operations	Van de aangereikte grondstoffen de hoeveelheid te bepalen en – zo nodig – van de unit operations de dimensies.	Uit aangereikte grondstoffen en unit operations de meest geschikte te selecteren, zowel kwalitatief (welke) als kwantitatief (hoeveelheid, dimensies).	Zelfstandig de meest geschikte grondstoffen en unit operations te selecteren, zowel kwalitatief (welke) als kwantitatief (hoeveelheid, dimensies).	In een complexe situatie de meest geschikte grondstoffen en unit operations te selecteren, zowel kwalitatief (welke) als kwantitatief (hoeveelheid, dimensies).
g. documentatie	De documentatie van de ontwikkeling en het resultaat op te stellen in een aangereikt format.	De documentatie van de ontwikkeling en het resultaat op te stellen volgens gedetailleerde richtlijnen.	De documentatie van de ontwikkeling en het resultaat op te stellen volgens de in het werkveld geldende standaard.	De documentatie van de ontwikkeling en het resultaat op te stellen volgens de in het werkveld geldende standaard voor een complexe situatie.

4. COMPETENTIE BEHEREN

De Bachelor of Science zorgt voor de inrichting, implementatie en het onderhoud van een beheersysteem of onderdelen daarvan, zodat het systeem voldoet aan de betreffende wet- en regelgeving, kwaliteitseisen en de cultuur van de organisatie.

	Niveau I	Niveau II	Niveau III	Niveau IV
	De student handelt binnen de gegeven kaders en procedures beschreven in relevante beheersystemen. Hij laat dat zien door:	De student toetst werkzaamheden van zichzelf of anderen aan procedures omschreven in relevante beheersystemen. Hij laat dat zien door:	De student evalueert en onderhoudt een beheersysteem. Hij laat dat zien door:	De ervaren beroepsbeoefenaar ontwikkelt of verbetert zelfstandig, waarbij de situatie complex is of transfer vanuit een ander vakgebied een rol speelt. Hij laat dat zien door:
a. context	blijk te geven van globale kennis over de context waarbinnen relevante beheersystemen zijn ingericht.	de relevantie van procedures volgend uit het beheersysteem te verklaren binnen de context.	de relevantie van veranderingen in context voor de organisatie in te schatten.	veranderingen in de context te vertalen naar een advies over het aanpassen van een beheersysteem.
b. inrichting en inhoud van het systeem	de richtlijnen van relevante beheersystemen na te leven door passend te handelen bij de uitvoering van de eigen werkzaamheden.	te zorgen voor naleving van de richtlijnen van relevante beheersystemen.	een beheersysteem te evalueren, suggesties te doen voor verbetering en deze uit te (laten) voeren.	activiteiten te coördineren met betrekking tot de inrichting, implementatie en het onderhoud van het beheersysteem of onderdelen daarvan.
c. communicatie en rapportage	te communiceren over (de naleving van) de richtlijnen van de relevante beheersystemen bij uitvoering van zijn werkzaamheden.	te rapporteren over (de naleving van) de richtlijnen van de relevante beheersystemen.	te rapporteren over de bruikbaarheid van het beheersysteem.	adequaat te communiceren over onderhoud, ontwikkeling en implementatie van beheersystemen.

Begrippenlijst competentie Beheren

- Een **beheersysteem** is het geheel van middelen, afspraken, procedures en data met als doel informatie beschikbaar te maken waarmee de zorg voor een bepaald thema gegarandeerd wordt. Voorbeelden van beheersystemen zijn KAM (Kwaliteit, Arbo en Milieu), VGM (Veiligheid, Gezondheid en Milieu), LIM (Laboratorium Informatie Management), databaseer, voorraadbeheer en het beheer van programmeercode.
- **Context** duidt op factoren binnen en buiten de organisatie die invloed hebben op het type beheersysteem dat wordt gebruikt en de inrichting ervan. Bijvoorbeeld relevante wetgeving en regelgeving en de organisatiecultuur.

5. COMPETENTIE ADVISEREN

De Bachelor of Science geeft vanuit eigen expertise goed onderbouwde adviezen over het ontwerpen, verbeteren of toepassen van producten, processen en methoden binnen het domein Applied Science, rekening houdend met technische, economische en maatschappelijke randvoorwaarden, en draagt zo bij aan technische en economische oplossingen aangaande goederen of diensten binnen het domein Applied Science.

	Niveau I	Niveau II	Niveau III	Niveau IV
	De student verdiept zich in de problemen en/of wensen van de opdrachtgever. Levert een bijdrage aan een advies volgens een aangereikte werkwijze. Hij laat dat zien door:	De student draagt bij aan het oplossen van een technisch probleem van de opdrachtgever. Levert zelfstandig een advies in een niet-complexe situatie. Hij laat dat zien door:	De student geeft een concreet advies op een specifieke vraag. Levert zelfstandig een advies in een complexe situatie. Hij laat dat zien door:	De ervaren beroepsbeoefenaar ontwikkelt of verbetert zelfstandig, waarbij de situatie complex is of transfer vanuit een ander vakgebied een rol speelt. Hij laat dat zien door:
a. verhelderen vraagstelling	te luisteren naar de opdrachtgever en de vraag te herhalen in eigen woorden.	actief te luisteren en relevante vragen te stellen om de behoefte van de opdrachtgever in kaart te brengen.	actief te luisteren en relevante vragen te stellen om de behoefte van de opdrachtgever samen te vatten in een concrete vraag.	actief te luisteren, relevante vragen te stellen en eigen expertise in te brengen om de behoefte van de opdrachtgever samen te vatten in een concrete vraag.
b. inzicht in context	aangereikte informatie over de context te beschrijven.	aangereikte informatie over de context te analyseren en de impact hiervan te beschrijven.	zelfstandig informatie te verzamelen over de context en de impact hiervan te evalueren.	zelfstandig informatie te verzamelen over de context en deze informatie te evalueren, gebruik makend van ervaring en expertise.
c. aandragen van een selectie van mogelijke oplossingen	aangereikte technische kennis te gebruiken voor het aandragen van een mogelijke oplossing.	aangereikte technische, economische en maatschappelijke kennis te gebruiken voor het aandragen van mogelijke oplossingen.	zelfstandig vergaarde technische, economische en maatschappelijke kennis te gebruiken voor het aandragen van mogelijke oplossingen.	zelfstandig vergaarde technische, economische en maatschappelijke kennis en expertise te gebruiken voor het aandragen van mogelijke oplossingen.
d. onderbouwen van een advies	de gekozen oplossing voor de vraagstelling te motiveren.	het advies voor mogelijke oplossingen te onderbouwen.	het advies te onderbouwen en de opdrachtgever te informeren welke aangedragen oplossingen de voorkeur verdienen.	het advies te onderbouwen en vanuit zijn expertise de opdrachtgever te overtuigen welke aangedragen oplossingen de voorkeur verdienen.

Begrippenlijst competentie Adviseren

- Waar **opdrachtgever** staat kan ook gelezen worden: 'klant' of 'gebruiker'.
- Onder **context** verstaan wij hier bijvoorbeeld marktonderzoek, stakeholders analyse, maatschappelijke ontwikkelingen, randvoorwaarden.
- Voor **analyseren** hanteren wij de definitie volgens de Taxonomie van Bloom: Informatie in stukken opdelen om de verbanden en relaties te onderzoeken.
- Voor **evalueren** hanteren wij de definitie volgens de Taxonomie van Bloom: Het geven van een beargumenteerd oordeel of standpunt.
- Een situatie is **complex** door een grote hoeveelheid concepten, een grote samenhang tussen concepten, meerdere partijen of een samenhang met een ander vakgebied.

6. COMPETENTIE INSTRUEREN | BEGELEIDEN | DOCEREN | COACHEN

De Bachelor of Science instrueert en begeleidt medewerkers en klanten bij het aanleren van nieuwe kennis en vaardigheden binnen het domein Applied Science.

	Niveau I	Niveau II	Niveau III	Niveau IV
	De student: <i>geeft op verzoek eigen kennis en vaardigheden door aan medewerkers (door demonstreren en toelichten).</i>	De student: <i>neemt initiatief tot instructie van medewerkers met een tekort aan kennis en vaardigheden.</i>	De student: <i>brenkt kennis en vaardigheden op didactisch verantwoorde wijze over aan medewerkers.</i>	Ervaren beroepsbeoefenaar (zie beschrijving competentie hierboven).
	Hij laat dat zien door:	Hij laat dat zien door:	Hij laat dat zien door:	Hij laat dat zien door:
a	Een bijdrage te leveren aan de instructie/demonstratie aan collega-medewerkers, -studenten of leerlingen inzake een praktijkproef, etcetera.	Het verzorgen van een instructie/demonstratie aan collega-medewerkers, -studenten of leerlingen inzake een praktijkproef, etcetera.	Het zelfstandig verzorgen van een theoretische inleiding met instructie/demonstratie aan collega-medewerkers, -studenten, leerlingen of cursisten inzake praktijkproeven, etcetera.	Het zelfstandig verzorgen van theoretische inleidingen, instructies en demonstraties aan medewerkers, leerlingen, studenten of cursisten inzake praktische experimenten, het gebruik van apparaten, materialen en dergelijke.
b	Een bijdrage te leveren aan de begeleiding van medewerkers, leerlingen, studenten of cursisten inzake te gebruiken methodes en apparatuur, etcetera.	Mee te werken aan de begeleiding van medewerkers, leerlingen, studenten of cursisten inzake te gebruiken methodes en apparatuur, etcetera.	Een deel van de begeleiding te verzorgen van medewerkers, leerlingen, studenten of cursisten inzake te gebruiken methodes en apparatuur, etcetera.	Het begeleiden van medewerkers, leerlingen, studenten of cursisten inzake te gebruiken methodes en apparatuur, alsmede bij het verrichten van literatuuronderzoek, bij (praktijk)opdrachten.
c	Zaken helder uiteen te zetten.	Informatie over te brengen, rekening houdend met de doelgroep.	Complexe informatie over te brengen, rekening houdend met de doelgroep.	In diverse onderwijssituaties didactische vaardigheden toe te passen.
d	Zich bewust te zijn van het belang van voortdurende deskundigheidsontwikkeling.	Activiteiten te ontplooiën t.a.v. de eigen deskundigheidsontwikkeling en die van anderen.	Op basis van eigen ervaringen een bijdrage te leveren aan het coachen van medewerkers.	Het coachen van medewerkers en teams bij de ontwikkeling van deskundigheid.
e	Op verzoek feedback te geven op de evaluatie/beoordeling van de resultaten van instructies, etcetera.	Een beargumenteerde beoordeling/evaluatie te geven van de resultaten van instructies, etcetera.	Een bijdrage te leveren aan het opstellen van beoordelingscriteria en suggesties te doen voor verdere ontwikkeling.	Het evalueren en beoordelen van de resultaten van instructies, training en/of scholing.

7. COMPETENTIE LEIDINGGEVEN | MANAGEN

De Bachelor of Science geeft richting en sturing aan organisatieprocessen en de daarbij betrokken medewerkers, teneinde de doelen te realiseren van het organisatieonderdeel of project waar hij leiding aan geeft.

	Niveau I	Niveau II	Niveau III	Niveau IV
	De student verleent assistentie en geeft richting aan medewerkers wanneer daar om wordt gevraagd. Hij laat dat zien door:	De student verleent assistentie en geeft richting aan medewerkers om prestaties te verbeteren. Hij laat dat zien door:	De student: zorgt dat doelen en rollen van leden van een team gedefinieerd zijn en ondersteunt het functioneren van de leden in het realiseren van de teamdoelen. Hij laat dat zien door:	Ervaren beroepsbeoefenaar (zie beschrijving competentie hierboven). Hij laat dat zien door:
a	Blijk te geven van begrip van plaats en functie van zijn organisatie-onderdeel (stage-/afstudeerplek).	Eigen kennis en inzichten in te brengen bij het aanpakken van (nieuwe) activiteiten in de organisatie.	Ervoor te zorgen dat medewerkers duidelijk weten wat hun rol is in het bereiken van organisatiedoelen en hen hierbij te begeleiden.	Een visie te hebben betreffende het organisatieonderdeel en deze uit te dragen.
b	Mede voor taak- en werkverdeling te zorgen.	Assistentie te verlenen bij het oplossen van knelpunten in de planning en prioriteitstelling van werkzaamheden.	Bij het plannen van werkzaamheden een taakverdeling aan te geven, alsmede tijdspad, prioriteitstelling en andere randvoorwaarden in termen van tijd, geld, kwaliteit, informatie en organisatie.	Project- en planmatig te werken.
c	Aanspreekbaar en bereikbaar te zijn voor medewerkers, medestudenten en docenten.	Medewerkers te motiveren door hen aan te spreken op hun kwaliteiten.	Taken te delegeren aan medewerkers overeenkomstig hun functie en kwaliteiten.	Medewerkers te coachen door te inspireren, te overtuigen, te motiveren, respect te tonen, samenwerking te stimuleren en te delegeren.
d	Eerlijk en betrouwbaar te handelen naar medewerkers, medestudenten en docenten.	Medewerkers aan te spreken op hun omgang met collega's.	Open en helder te zijn over de eigen positie en conflicten helpen op te lossen.	Zelf het voorbeeld naar medewerkers te geven.
e	Anderen te steunen in hun initiatieven.	Medewerkers te stimuleren om zelf nieuwe initiatieven te ontplooiën.	Medewerkers te helpen bij het uitwerken van hun initiatieven.	Medewerkers een gevoel van gedeelde verantwoordelijkheid te geven.
f	Vanuit zijn eigen werkzaamheden bij te dragen aan vergaderingen en werkoverleggen.	In vergaderingen en werkoverleggen mee te denken met andere medewerkers en initiatief te nemen tot het oplossen van knelpunten.	De deelnemers aan de vergadering een doelgerichte bijdrage te laten leveren vanuit hun rol in het team.	Het voorzitten van vergaderingen en werkoverleg.
g	Heldere en eenduidige uitleg of instructies te geven over een te verrichten taak.	Met andere medewerkers te overleggen om een gezamenlijk einddoel te bereiken.	Medewerkers op voortgang te sturen om de gestelde doelen te halen.	Taak- en procesgericht te communiceren.
h	Medewerkers inzicht te geven in het belang van de randvoorwaarden van het project.	In overleg een gemaakte planning bij te stellen om binnen gestelde randvoorwaarden te blijven.	De taken aan de deelnemers van het project zodanig toe te delen dat de randvoorwaarden optimaal kunnen worden gerealiseerd.	Een project te beheersen in termen van tijd, geld, kwaliteit, informatie en organisatie.

8. COMPETENTIE ZELFSTURING

De Bachelor of Science stuurt zichzelf in zijn functioneren en in zijn ontwikkeling en zorgt dat hij qua kennis en vaardigheden op de hoogte is van de nieuwste ontwikkelingen, ook in relatie tot ethische dilemma's en maatschappelijk geaccepteerde normen en waarden.

	Niveau I	Niveau II	Niveau III	Niveau IV
	De student reflecteert op eigen functioneren. Hij laat dat zien door:	De student reflecteert op eigen functioneren en ontwikkeling. Hij laat dat zien door:	De student stuurt zichzelf in eigen functioneren. Hij laat dat zien door:	Ervaren beroepsbeoefenaar (zie beschrijving competentie hierboven). Hij laat dat zien door:
a	Naar een vastgesteld leerdoel toe te werken. De leerstrategie en de daaruit voortvloeiende resultaten te bespreken; zich bewust te zijn van de functie van een leerdoel en hoe hij dat gebruikt in zijn leerstrategie.	In overleg/zelfstandig eigen leerdoel en leerstrategie te bepalen en op het resultaat te reflecteren.	Een loopbaanontwikkelingsplan te maken en zelf nieuwe leerdoelen te bepalen.	Op zelfstandige wijze een leerdoel en een leerstrategie te bepalen en uit te voeren en het resultaat terug te koppelen naar het leerdoel.
b	De eventuele noodzaak tot aanpassing van het eigen functioneren te benoemen in de studieomgeving.	Feedback op eigen functioneren te gebruiken voor aanpassing aan de werkomgeving.	Zijn functioneren aan te passen aan de eisen van de verschillende werkomgevingen.	Zich snel aan te passen aan veranderende werkomgevingen.
c	Over beroepsmatige en ethische dilemma's met anderen te communiceren en beroepsmatige of ethische dilemma's te benoemen.	Eventuele beroepsmatige en ethische dilemma's te constateren en daarover zijn mening te geven.	Aan de hand van maatschappelijk geaccepteerde beroepsmatige en ethische normen en waarden zijn standpunt te bepalen.	Bij beroepsmatige en ethische dilemma's een afweging te maken en een besluit te nemen, rekening houdend met maatschappelijk geaccepteerde normen en waarden.
d	Informatie te zoeken om eigen functioneren te verbeteren.	Kritiek op geleverd werk te verwerken en eigen functioneren met collega's te bespreken.	Eigen functioneren op grond van ervaringen aan te passen.	Feedback te geven en te ontvangen.
e	Eigen handelen en denken kritisch te evalueren. Bewust te zijn van het effect van de eigen werkhouding op anderen, zoals groepsleden bij een project.	Voor zichzelf inzake eigen handelen conclusies te trekken en die zo nodig ook naar anderen te verwoorden.	Eigen handelen naar anderen te verantwoorden en te maken keuzen te motiveren.	Eigen denken en handelen kritisch te evalueren en verantwoording af te leggen en te verwerken.

Bijlage IV

Relatie tussen opleidingsprofielen en het Nederlandse hbo-bachelor kwalificatieraamwerk

De volgende tekst is ontleend aan documenten van het NVAO*, het accreditatieorgaan voor het hoger onderwijs.

*www.nvao.net

Het Nederlandse Kwalificatieraamwerk Hoger Onderwijs in het kort

Het Nederlandse raamwerk bestaat uit drie niveaus die afgesloten worden met de graden Bachelor, Master en Doctor. Deze niveaus corresponderen met de cycli van het overkoepelend raamwerk voor de Europese hogeronderwijsruimte. Daarnaast bestaat er een zogenaamde korte cyclus in de eerste cyclus, die wordt afgesloten met de graad Associate degree. Het eindniveau per cyclus wordt beschreven door de **Dublin-descriptoren**, beschrijvingen die in Nederland worden gebruikt als referentiepunten voor de drie niveaus.

Het niveau dat overeenkomt met het eind van de eerste cyclus wordt afgesloten met een bachelorgraad, die toegang geeft tot de arbeidsmarkt en vervolgonderwijs in de tweede cyclus. Nederland kent binnen de ordening naar niveaus een onderscheid naar oriëntatie. Dat staat bekend als het binaire systeem van onderwijsaanbod via hogescholen en universiteiten (hbo en wo). Het hbo leidt in beginsel op voor een beroep; het wo leidt in beginsel op tot een academische oriëntatie in een bepaald vakgebied. De graden zijn van hetzelfde niveau, maar anders van oriëntatie.

Dit verschil in oriëntatie brengt met zich mee dat bezitters van een hbo-bachelor in het

overgrote deel van de gevallen niet rechtstreeks toegelaten worden tot wo-masteropleidingen.

De eindkwalificaties van de opleiding dienen aan te sluiten bij algemene, internationaal geaccepteerde beschrijvingen van de kwalificaties van een bachelor. Deze staan bekend als de Dublin-descriptoren en zijn voor het eindniveau van de bachelor het referentiepunt. De Dublin-descriptoren bestaan per cyclus uit de volgende onderdelen:

- Kennis en inzicht
- Toepassen kennis en inzicht
- Oordeelsvorming
- Communicatie
- Leervaardigheden

Het Kwalificatieraamwerk voor de Europese Hogeronderwijsruimte waarnaar het Nationaal Kwalificatieraamwerk hoger onderwijs verwijst, is in 2005 aanvaard door 46 Europese landen. Inmiddels is in EU-verband (25 landen) het Europese Kwalificatieraamwerk Levenlang Leren (EQFLLL) ontwikkeld voor alle onderwijsniveaus. De niveaus van de korte cyclus (Associate degree) en van de eerste, tweede en derde cyclus zijn in het Europees Kwalificatieraamwerk Levenlang Leren gedefinieerd als respectievelijk niveaus 5, 6, 7 en 8.

Informatie over de **Dublin-descriptoren** is te vinden op de site van de NVAO (zie www.nvao.net).

De Vereniging Hogescholen heeft in overleg met haar leden en groeperingen in het afnemend beroepenveld op het niveau van de opleiding landelijke opleidingsprofielen opgesteld (waaronder deze profielbeschrijving).

De in het opleidingsprofiel beschreven beroepscompetenties dienen het hbo-niveau zoals beschreven door de Dublin-descriptoren te specificeren en afgesproken is dat de opleidingen deze profielen volgen.*

*www.vereniginghogescholen.nl/opleidingsprofielen

In het verleden is per opleidingsprofiel de aansluiting bij de Dublin-descriptoren vastgesteld. Door het uitschrijven van de tussenniveaus van de beroepscompetenties I t/m III in 2011 waren deze analyses niet meer actueel.

Voor deze herziening van de profielbeschrijving is een generieke koppeling vastgesteld van de beroepscompetenties van de BSc in het domein en de Dublin-descriptoren van het hbo-bachelor-

niveau. Hiervoor zijn de Dublin-descriptoren van de Associate degree (Ad, niveau 5) vergeleken met die van de bachelor (niveau 6). Per combinatie van Dublin-descriptor en beroepscompetentie is bekeken op welk punt de bachelor zich onderscheidt van de Ad en vervolgens of en vanaf welk tussenniveau de vaardigheid terugkomt in de indicatoren van de competentie. Onderstaande tabel laat de vergelijking tussen de Dublin-descriptoren van de Associate degree en de Bachelor zien.

Dublin-descriptoren	Associate degree	Bachelor
	<i>De kandidaat:</i>	<i>De kandidaat:</i>
<i>Kennis en inzicht</i>	heeft aantoonbare kennis en inzicht van een vakgebied waarbij wordt voortgebouwd op algemeen voortgezet onderwijs, functioneert doorgaans op het niveau dat aansluit bij gevorderde leerboeken, heeft een kennisondergrond voor een beroepenveld of een beroep, voor persoonlijke ontwikkeling en voor verdere studie om de eerste cyclus (bachelor) af te ronden;	heeft aantoonbare kennis en inzicht van een vakgebied, waarbij wordt voortgebouwd op het niveau bereikt in het voortgezet onderwijs en dit wordt overtroffen, functioneert doorgaans op een niveau waarop met ondersteuning van gespecialiseerde handboeken, enige aspecten voorkomen waarvoor kennis van de laatste ontwikkelingen in het vakgebied vereist is;
<i>Toepassen kennis en inzicht</i>	is in staat om kennis en inzicht in beroepsmatige contexten toe te passen;	is in staat om zijn/haar kennis en inzicht op dusdanige wijze toe te passen dat dit een professionele benadering van zijn/haar werk of beroep laat zien, en beschikt verder over competenties voor het opstellen en verdiepen van argumentaties en voor het oplossen van problemen op het vakgebied;
<i>Oordeelsvorming</i>	heeft de vaardigheid om gegevens te identificeren en te gebruiken, teneinde een respons te bepalen met betrekking tot duidelijk gedefinieerde, concrete en abstracte problemen;	is in staat om relevante gegevens te verzamelen en interpreteren (meestal op het vakgebied) met het doel een oordeel te vormen dat mede gebaseerd is op het afwegen van relevante sociaal-maatschappelijke, wetenschappelijke of ethische aspecten;
<i>Communicatie</i>	kan communiceren met gelijken, leidinggevend en cliënten over begrip, vaardigheden en werkzaamheden;	is in staat om informatie, ideeën en oplossingen over te brengen op een publiek bestaande uit specialisten of niet-specialisten;
<i>Leervaardigheden</i>	bezit de leervaardigheden om een vervolgopleiding die een zekere mate van autonomie vraagt, aan te gaan.	bezit de leervaardigheden die noodzakelijk zijn om een vervolgstudie die een hoog niveau van autonomie veronderstelt aan te gaan.

De resulterende koppeling is weergegeven in de tabel op bladzijde 89. Voor elke combinatie van Dublin-descriptor en DAS-competentie geeft het cijfer aan vanaf welk tussenniveau de competentie voldoet aan het bachelorniveau van de Dublin-descriptoren. Daar waar een liggend streepje staat, is geconcludeerd dat de competentie niet

bijdraagt aan het bachelorniveau van de betreffende descriptor.

Met deze matrix is per opleidingsprofiel gecontroleerd of met het eindniveau van de competenties alle Dublin-descriptoren op bachelorniveau zijn afgerond. Dit is voor alle in deze profielbeschrijving opgenomen opleidingsprofielen het geval,

behalve voor de opleiding Biologie en medisch laboratoriumonderzoek.

De oorzaak hiervan is een verschil in profilering tussen de opleiding bij verschillende hogescholen, waardoor twee verschillende opleidingsprofielen gehanteerd worden. Het resulterende landelijke opleidingsprofiel geeft een lager eindniveau weer dan de opleidingsprofielen van de individuele opleidingen. Alle individueel gehanteerde opleidingsprofielen voldoen wel aan het bachelorniveau van

de Dublin-descriptoren en zijn op te vragen bij de hogescholen die de opleiding aanbieden.

Naast niveau dient ook de oriëntatie tot uiting te komen in de eindkwalificatie. De oriëntatie van het programma dient de ontwikkeling van vaardigheden op het gebied van de beroepspraktijk te waarborgen. Ter explicatie van deze kern van de hbo-bachelor dient de hbo-standaard.

Dublin-descriptoren Bachelor	DAS-beroepscompetenties met het minimum competentieniveau waarop een indicator bijdraagt aan het Dublin-bachelorniveau							
	onderzoeken	experimenteren	ontwikkelen	beheren coördineren	adviseren verkopen	instrueren	leidinggeven managen	zelfsturing
kennis en inzicht*:	II	II	II	II	II	II	-	-
toepassen kennis en inzicht:	III	III	III	III	III	III	-	-
oordeelsvorming:	II	II	II	III	II	III	-	II
communicatie:	III	-	III	III	II	III	-	III
leervaardigheden:	-	-	-	-	-	-	-	II

* Naast de beroepscompetenties draagt de Body of Knowledge and Skills in belangrijke mate bij aan het op bachelorniveau opdoen van kennis en inzicht.

Kwaliteit als opdracht

De hogescholen hebben in het document *Kwaliteit als opdracht** de hbo-standaard voor hun bacheloropleidingen geformuleerd. Deze standaard houdt in dat een opleiding er zorg voor dient te dragen dat – gevat in een zowel nationale als internationale context – studenten:

1. een gedegen theoretische basis verkrijgen;
2. het onderzoekend vermogen verwerven dat hen in staat stelt bij te kunnen dragen aan de ontwikkeling van het beroep;
3. over voldoende professioneel vakmanschap beschikken;
4. de beroepsethiek en maatschappelijke oriëntatie ontwikkelen die passen bij een verantwoordelijke professional.

**Kwaliteit als opdracht*,
Uitgave HBO-Raad,
www.hbo-raad.nl,
augustus 2009

De standaard vormt het richtpunt voor de ontwikkeling van landelijke opleidingsprofielen en vervolgens voor de invulling daarvan in de curricula van de afzonderlijke opleidingen.

De toevoeging van de BoKS aan de opleidingsprofielen bij de vorige herziening van deze profielbeschrijving heeft expliciet inhoud gegeven aan

het eerste kenmerk van de hbo-standaard. Aan de overige drie kenmerken was reeds door de beroepscompetenties invulling gegeven.

Bijlage V

Raadpleging en validatie door het werkveld

Deze nieuwe versie van de Competentiegerichte profielbeschrijving van de bachelor in het domein Applied Science bouwt voort op de profielbeschrijvingen die in 2013 en 2016 zijn verschenen. De eerste profielbeschrijving van 2013 werd op- en vastgesteld na uitgebreid overleg met het betrokken werkveld. Met elke nieuwe editie is de inhoud van de profielbeschrijving geactualiseerd en uitgebreid.

De Competentiegerichte profielbeschrijving is opgezet als een dynamisch document. De raadpleging van en validatie door het werkveld was dan ook geen eenmalige actie. Op regelmatige basis leggen hogescholen, in overleg met hun regionale werkveldadviescommissies, hun curriculum naast de profielbeschrijving. Tevens wordt op landelijk niveau jaarlijks met een aantal vertegenwoordigers uit deze regionale werkveldadviescommissies en met het georganiseerd werkveld uit de sector besproken of het competentieprofiel aangepast of geactualiseerd moet worden. Verbeteringen en nieuwe gegevens worden indien nodig gepubliceerd in een addendum bij de huidige versie van de profielbeschrijving.

Algemene raadpleging Landelijk Werkveldoverleg

Na verschijning van de eerste versie van de profielbeschrijving in 2008 heeft de raadpleging van het Landelijk Werkveldoverleg in 2010 al geresulteerd in een gevalideerde uitwerking van de handelingsindicatoren in tussenniveaus. Tot dan toe waren de competenties en handelingsindicatoren beschreven voor een beroepsbeoefenaar met vijf jaar werkervaring. Met de uitwerking kregen de werkveldvertegenwoordigers meer inzicht in de niveauopbouw tijdens de opleiding en op het moment van afstuderen. De uitwerking is voor het eerst gepubliceerd in 2011 en vanaf 2013 als Bijlage III opgenomen in deze profielbeschrijving.

Het tweede verzoek van het Landelijk Werkveldoverleg was om bij een volgende actualisatie de kenniscomponent van een opleiding inzichtelijk te maken en daarbij ook een illustratieve literatuurlijst te publiceren om een indicatie van het niveau van de lesstof te geven. Hiermee werd een start

gemaakt in 2010 en het heeft erin geresulteerd dat alle opleidingen die binnen het domein vallen, een eigen Body of Knowledge & Skills (BoKS) hebben ontwikkeld. Het werkveld is geraadpleegd bij de invulling en opzet van de BoKS.

In 2012 heeft het Landelijk Werkveldoverleg bevestigd en gevalideerd dat het competentieprofiel en de bijbehorende niveaus nog steeds als een goede basis worden gezien voor de invulling van de opleidingen binnen het domein. Hierop is in juni 2013 een geheel vernieuwde competentiegerichte profielbeschrijving voor de Bachelor of Applied Science gepubliceerd, met de uitwerking van de competentieniveaus en de toevoeging van de Body of Knowledge and Skills per opleiding. Deze versie is goedgekeurd en gevalideerd door het Landelijk Werkveldoverleg.

In de periode na deze publicatie zorgde de planningsneutrale conversie van de CROHO's in het techniekdomein voor enkele wijzigingen in de opleidingen die onder het domein Applied Science vallen. Ook is met het werkveld een discussie gevoerd over het nut van het afsluiten van competenties op niveau 1. Daarin is de gezamenlijke conclusie getrokken dat een competentie die afgesloten is op niveau 1 weliswaar niet bijdraagt aan het hbo-bachelorniveau, maar dat deze competentie de student wel de mogelijkheid biedt zich te profileren en terecht te komen in andere beroepsdomeinen dan waar de opleiding primair voor opleidt. De opleidingen zijn daarnaast van mening dat de volledige competentieset de breedte van het domein goed weergeeft. Daarop is besloten de volledige competentieset te handhaven en in het competentieprofiel van elke opleiding alle acht competenties weer te geven, ook als deze niet allemaal aan de orde komen. De vernieuwde competentieprofielen zijn goedgekeurd door het Landelijk Werkveldoverleg. Deze wijzigingen zijn, na tussentijdse publicatie in een addendum, opgenomen in de profielbeschrijving van september 2016. De wijzigingen die gepubliceerd zijn in deze versie, zijn op voorhand goedgekeurd door het Landelijk Werkveldoverleg.

De periode erna kenmerkte zich door activiteit van de opleidingen. Zo is het Landelijk Opleidingsprofiel Forensisch onderzoek afgestemd en hebben de opleidingen Bio-informatica en Chemische technologie hun BoKS herzien. Al deze wijzigingen zijn goedgekeurd door de regionale werkveldoverleggen van de betrokken hogescholen en vervolgens gevalideerd door het Landelijk Werkveldoverleg. Daarnaast zijn op landelijk niveau de competenties Onderzoeken en Experimenteren herzien. De herziene versies zijn goedgekeurd door het Landelijk Werkveldoverleg. Eventuele wijzigingen en correcties zullen ook in de toekomst in overleg met het werkveld worden gepubliceerd in een addendum.

De vertegenwoordigers in het landelijk overleg komen uit uiteenlopende organisaties en hebben diverse achtergronden en functies die passen bij de verschillende opleidingen binnen het domein. In de periode 2016-2020 bestond het Landelijk Werkveldoverleg uit vertegenwoordigers van:

BASF
Bayer Crop Science
BEJO Zaden
Byondis
Charles River Laboratories
COAST
Delft Solids Solutions
Dow Benelux
ECN-TNO
HAS Den Bosch
Huwicon
IBOTA-Innologic
Interscience
Intertek
Leiden Universitair Medisch Centrum
Mercachem
Micareos
Nyrstar
Philips
QPS
Sensus
Synthon

Validatie Body of Knowledge & Skills per opleiding

Om binnen het werkveld voor de Body of Knowledge & Skills een zo breed mogelijk draagvlak te creëren, zijn de BoKS met bijbehorende literatuurlijst voor de publicatie van versie 1.0 van deze profielbeschrijving in 2013 gevalideerd door de werkveldvertegenwoordigers in de regionale werkveldadviescommissies van alle hogescholen die de

opleiding aanbieden. Bij de opleidingen die nieuw in het profiel zijn opgenomen, is ook het competentieprofiel gevalideerd.

APPLIED SCIENCE

ASML
Chemelot Innovation and Learning Labs (CHILL)
DSM
Huijbregts Groep
IAE
Intervet International
Intertek
Jeroen Bosch Ziekenhuis
Kamer van Koophandel
Leids Universitair Medisch Centrum
Maastricht Universitair Medisch Centrum
Maastricht University
Océ Technologies
Philips
Radboud UMC
Summa College Eindhoven
SABIC
St. Annaziekenhuis
TNO
TU Eindhoven
Vlisco

BIO-INFORMATICA

BaseClear
Centre for Molecular and Biomolecular Informatics
Keygene
Leids Universitair Medisch Centrum
Universitair Medisch Centrum Groningen
UMC St. Radboud, afdeling humane genetica

BIOLOGIE EN MEDISCH LABORATORIUMONDERZOEK

Amsterdam Medical Center (AMC)
Antoni van Leeuwenhoek Ziekenhuis – Nederlands Kanker Instituut
Canisius-Wilhelmina Ziekenhuis
DSM, Geleen
DSM Food Specialties
Erasmus Medisch Centrum
Groningen Biomolecular Sciences and Biotechnology Institute
HZPC Holland BV
IMenz Bioengineering
Klinisch Chemisch Laboratorium Leeuwarden
Laboratorium Microbiologie

Twente-Achterhoek
 Laboratorium voor Infectieziekten
 Leids Universitair Medisch Centrum
 Maastricht Universitair Medisch Centrum
 Meander Medisch Centrum
 Medial
 Mercachem
 OctoPlus
 Onze Lieve Vrouwe Gasthuis Amsterdam
 Orbis Medisch Centrum
 Organon/MSD
 PathoFinder
 Patholoog (zelfstandige)
 Radboud Universiteit Nijmegen
 Rijksuniversiteit Groningen
 Sanquin Bloedvoorziening
 St. Antonius Ziekenhuis Nieuwegein
 Synthon
 TNO
 Trombosedienst Oostelijk Zuid-Limburg
 Unilever Foods R & D
 Universitair Medisch Centrum St. Radboud
 Universitair Medisch Centrum Utrecht
 Universitair Medisch Centrum Groningen
 Universiteit Maastricht (Pathologie / Genetica
 en Celbiologie)
 Universiteit Twente (Biomedische technologie)
 Universiteit van Amsterdam
 VU Medisch Centrum
 Ziekenhuisgroep Twente

BIOTECHNOLOGIE

Bejo Zaden
 HZPC Holland BV R&D
 International Security Partners
 IZORE Centrum Infectieziekten Friesland
 Monsanto
 Seedvalley
 Universitair Medisch Centrum Groningen
 (Reumatologie)
 Universiteit Leiden (Industriële Biotechnologie)
 Universiteit van Amsterdam (Moleculaire
 Plantenpathologie)
 Van Haeringen Laboratorium
 Wageningen UR Food & Biobased Research

CHEMIE

Agilent Technologies
 API Institute Emmen
 BaseClear
 BASF
 Capilix

COAST
 Cosun
 Danieli Corus
 DCMR Milieudienst Rijnmond
 Dow Benelux
 DSM Innovative Synthesis
 DSM Neoresins
 DSM Pharmaceutical Products
 DSM Resolve
 ECN
 Emmtec Services Emmen
 Erasmus Medisch Centrum
 Europese Commissie
 FrieslandCampina
 Givaudan
 Imtech
 INEOS Styrenics
 Inspectie Leefomgeving en Transport
 Intertek
 Leveste Emmen
 Lipid Nutrition BV
 Leids Universitair Medisch Centrum
 MercaChem
 Nuplex Industries
 Océ Technologies
 OctoPlus
 Organon/MSD
 Provincie Noord-Brabant
 Proxy Laboratories BV
 Purac
 Quaker Chemical
 Radboud Universiteit Nijmegen
 REDstack
 Rijkswaterstaat
 Royal Haskoning
 SABIC, Geleen
 SABIC Innovative Plastics, Bergen op Zoom
 SGS Environmental Services
 Shell Global Solutions
 Spark Holland B.V. Emmen
 Synbra
 Tata Steel
 Teijin Aramid BV
 TNO
 Unilever Research Centre
 Universiteit Maastricht
 Universiteit van Amsterdam
 VU
 Waternet

CHEMISCHE TECHNOLOGIE

Albemarle Catalysts Company B.V.
 BaseClear

BASF
 Capilix
 Cosun
 Danieli Corus
 DCMR Milieudienst Rijnmond
 DSM Neoresins
 DSM Pharmaceutical Products
 DSM Resolve
 ECN
 Europese Commissie
 FrieslandCampina
 Givaudan
 Imtech
 INEOS Styrenics
 Inspectie Leefomgeving en Transport
 Intertek
 Leap Frog Technology Management
 Nuplex
 Organon / MSD
 Océ Technologies
 Provincie Noord-Brabant
 Proxy Laboratories BV
 Purac
 Quaker Chemical
 REDstack
 Rijkswaterstaat
 Royal Haskoning
 SABIC
 Sensus Roosendaal
 Shell Global Solutions
 Solanic
 Synbra
 Teijin Aramid BV
 TNO Innovation for life
 Unilever Research Centre
 Universiteit Maastricht
 Universiteit van Amsterdam
 Waternet

FORENSISCH ONDERZOEK

Deze opleiding is voor het eerst in het profiel van de Bachelor of Science in het domein Applied Science opgenomen. Niet alleen de Body of Knowledge & Skills maar ook het competentieprofiel is gevalideerd door onderstaande werkveldvertegenwoordigers:

Delta Lloyd
 Dienst Nationale Recherche
 Kenniscentrum Brandweer Twente
 Lectoraat Advanced Forensic Technology
 Ministerie SZW, directoraat Major Hazard Control

Nationale Politie
 Nationale Politie, Expertisecentrum
 Forensische Opsporing
 Nederlands Forensisch Instituut
 Nederlandse Voedsel- en Warenautoriteit
 Onderzoeksbureau EMN-expertise
 Onderzoeksraad voor Veiligheid
 Politieacademie
 Regionale Eenheid Oost-Nederland
 Vrije Universiteit Amsterdam

TECHNISCHE NATUURKUNDE

Aalto University, Finland
 EKO Instruments Europe B.V.
 Erasmus Medisch Centrum
 FME-CWM
 Ocean Optics
 Océ Technologies
 Philips Research Laboratories
 RISO
 Sensata Technologies
 Singulus Mastering
 Syntens
 Thales
 TNO Industrie en Techniek
 VanderHoekPhotonics
 XTREME technologies GmbH, Aken

MILIEUKUNDE

De opleiding Milieukunde kent een landelijk opleidingsprofiel dat is opgesteld in samenwerking met alle milieukundeopleidingen die aan de hogescholen in Nederland worden gegeven. Alleen de opleiding van Avans Hogeschool valt binnen het Domein Applied Science. Het landelijk opleidingsprofiel met daarin de Body of Knowledge & Skills is opgesteld en gevalideerd door werkveldvertegenwoordigers van alle milieukundeopleidingen (zie referentie 3, bladzijde 75) en heeft daarmee een breed draagvlak bij het betrokken werkveld. Aanvullend daarop is de aansluiting van de opleiding van Avans Hogeschool bij het competentieprofiel van een Bachelor of Science in het domein Applied Science gevalideerd door werkveldvertegenwoordigers van onderstaande bedrijven en organisaties:

DCMR Milieudienst Rijnmond
 Europese Commissie,
 Directoraat-Generaal Milieu
 Inspectie Leefomgeving en Transport
 Provincie Noord-Brabant
 Witteveen+Bos

Bijlage VI

Domein Applied Science

*Een overzicht van de deelnemende hogescholen, opleidingen en lectoraten is te vinden op bladzijde 98 en 99.

Stichting Domein Applied Science (DAS) is het landelijk samenwerkingsverband van hbo-opleidingen die een Bachelor of Science-diploma in de toegepaste natuurwetenschappen afgeven. Medio 2020 omvat het Domein vijftien hogescholen met negen verschillende opleidingen*, waaraan bijna 13.000 studenten studeren. Tevens zijn binnen het Domein 44 lectoraten actief op het gebied van toegepast onderzoek en worden vier masteropleidingen aangeboden.

DAS zet zich in voor een samenhangend aanbod van kwalitatief hoogstaand onderwijs en onderzoek, dat is afgestemd op de behoeften van het werkveld en met oog op maatschappelijk ontwikkelingen. Het belang van de (aankomende) professional die wordt opgeleid staat daarbij centraal. Samenwerking binnen het Domein ondersteunt de opleidingsdirecteuren bij het richting geven aan hun beleid op dit gebied. Ervaringen uitwisselen is een belangrijk element van de samenwerking. Daarnaast ontplooit het Domein gezamenlijke activiteiten die uitstijgen boven de mogelijkheden van de individuele hogescholen. Speerpunten daarbij zijn onderwijs, onderzoek, kwaliteitszorg en voorlichting over de opleidingen. Andere belangrijke actuele thema's zijn de positionering van de opleidingen, internationalisering en communicatie. Jaarlijks wordt een grote conferentie georganiseerd waar medewerkers van de hogescholen elkaar ontmoeten op het gebied van onderwijs, onderzoek en voorlichting.

Voorbeelden van activiteiten binnen de speerpunten zijn:

Onderwijsaanbod

- Een gezamenlijk competentieprofiel en Body of Knowledge & Skills voor alle Applied Science-opleidingen (gevalideerd door het werkveld).
- Uitwisseling en ondersteuning voor het onderwijs gericht op 'datavaardige professionals'.
- Afstemming aansluiting en doorstroming mbo-hbo-wo met landelijke organisaties.
- Het in kaart brengen van ontwikkelingen in het voortgezet onderwijs om de aansluiting met het hbo te bevorderen.

Onderzoek

- Halfjaarlijkse bijeenkomsten voor lectoren, kenniskringleden, docenten en studenten die werkzaam zijn bij de lectoraten.
- PR en communicatie bij werkveld en overheid over Applied Science-onderzoek.
- Opzetten gezamenlijke onderzoeksprojecten en subsidieaanvragen.

Voorlichting over de opleidingen

- Voorlichtingsactiviteiten om de bekendheid van de opleidingen onder scholieren te vergroten en om hen te laten ontdekken of een opleiding in de Applied Sciences bij hen past met behulp van een app, foldermateriaal, website: www.proef.info, lesmateriaal en workshops bij congressen van vo-docenten en decanen.
- Een smartphone-app die scholieren ondersteunt bij het maken van een studiekeuze voor een opleiding in de Applied Science.
- Lesmateriaal voor de onderbouw van het voortgezet onderwijs over beroepen in de Applied Science.
- Realistisch voorlichtingsmateriaal over hbo-opleiding voor mbo'ers.
- Deelname landelijk project 'Exact wat je zoekt', een samenwerking van mbo-, hbo- en wo-opleidingen en het bedrijfsleven.
- Bij de voorlichtingsactiviteiten werkt het domein samen met Stichting C3, het communicatiecentrum voor de promotie van science onder jongeren.

Afstemming werkveld

Een belangrijk onderdeel van de samenwerking binnen DAS is het landelijk afstemmen van de ontwikkelingen rond de speerpunten en thema's met het werkveld. Dit gebeurt op verschillende niveaus.

Regionale werkveldadviescommissies

Alle aan DAS deelnemende hogescholen en opleidingen werken samen met regionale werkveldadviescommissies om de invulling van de individuele opleidingen af te stemmen op de beroepsuitoefening. Deze commissies worden gevormd door vertegenwoordigers uit het werkveld, vaak uit de directe regio van de hogeschool. Onderwerpen zijn onder andere het curriculum van de opleidingen inclusief minoren en afstudeer-

richtingen, stage- en afstudeerplaatsen, gast-docentschappen, stages voor docenten en real life-onderzoeksprojecten voor studenten, docenten en lectoraten. Tevens worden het landelijk afgestemde competentieprofiel en de Body of Knowledge & Skills met deze werkveldadviescommissies gevalideerd en vertaald naar de individuele opleidingen.

Landelijke Werkveldadviescommissie

DAS legt door het organiseren van het Landelijk WAC-overleg de verbinding tussen de regionale ontwikkelingen enerzijds en de input van de individuele werkveldadviescommissies anderzijds. Dit overleg wordt gevormd door vertegenwoordigers van de regionale werkveldadviescommissies van de deelnemende hogescholen. De werkveld-vertegenwoordigers kunnen over de grenzen van de individuele opleiding en hogeschool heen kijken en trends binnen de branche overzien. Onderwerpen en thema's die binnen dit Landelijk WAC-overleg aan bod komen, zijn onder andere beroepsontwikkeling en trends in het vakgebied, landelijke afstemming van de competentiegerichte profielbeschrijvingen, ontwikkelingen op de arbeidsmarkt, uitwisseling best practices regionale werkveldadviescommissies en projecten met het werkveld die regio-overstijgend zijn.

Raad van Advies Applied Science

Met een aantal topsectoren en brancheorganisaties wordt structureel overleg gevoerd om het aanbod van het Applied Science onderwijs en onderzoek af te stemmen op de behoefte van het werkveld en daarbij de beschikbare middelen effectief en efficiënt in te zetten.

De Raad van Advies bestaat uit vertegenwoordigers van de volgende organisaties:

- FENELAB, Vereniging van Nederlandse Laboratoria, Kalibratie- en Inspectie-instellingen
- Vereniging Innovatieve Geneesmiddelen
- NIBI, Nederlands Instituut voor Biologie
- NRK, Federatie Nederlandse Rubber- en Kunststofindustrie
- NVML, Nederlandse Vereniging van bioMedisch Laboratoriummedewerkers
- Platform Werkveld Medisch Laboratorium-onderwijs
- Topsector Chemie
- Topsector Life Sciences & Health (LSH)
- VNCI, Vereniging van de Nederlandse Chemische Industrie.

WAC: Werkveldadviescommissie.

VNO-NCW / MKB Nederland wordt op de hoogte gehouden van de ontwikkelingen en indien relevant betrokken en/of geraadpleegd.

Organisatie DAS

DAS kenmerkt zich door een hoge organisatiegraad met een uitgebreid intern en extern netwerk. Alle deelnemende hogescholen hebben een rol of functie in het bestuur en in de verschillende werkgroepen die actief zijn binnen het domein. Niet alleen alle opleidingsdirecteuren maar ook een groot aantal opleidingscoördinatoren, pr-coördinatoren en docenten van de deelnemende hogescholen hebben een functie bij werkgroepen, landelijke opleidingsoverleggen en/of projectgroepen. DAS heeft eigen kantoorfaciliteiten en wordt ondersteund door beleidsadviseurs.

Opleidingen en lectoraten van deelnemende hogescholen

Hieronder treft u een geactualiseerde versie van het overzicht van bachelor- en masteropleidingen en lectoraten van deelnemende hogescholen.

OPLEIDINGEN EN LECTORATEN VAN DEELNEMENDE HOGESCHOLEN

Hogeschool	Opleiding (CROHO)	Lectoraten en masteropleidingen
Avans Hogeschool Breda	Biologie en medisch laboratoriumonderzoek	■ Analysetechnieken in de Life Sciences ■ Biobased bouwen ■ Biobased Building Blocks & Products ■ Biobased Energy ■ Marine Biobased Specialties ■ Nieuwe materialen en hun toepassingen
	Chemie	
	Chemische technologie	
	Milieukunde	
Avans Hogeschool Den Bosch	Chemie	
Fontys Hogeschool Toegepaste Natuurwetenschappen, Eindhoven	Applied science	■ Applied Natural Sciences
	Technische natuurkunde	
De Haagse Hogeschool, Delft	Technische natuurkunde	■ Energy in transition ■ Smart Sensor Systems ■ Stedelijk metabolisme ■ Technologie voor Gezondheid
De Haagse Hogeschool, Den Haag	Chemische technologie	
Hanzehogeschool Groningen	Bio-informatica	■ Biobased Chemie ■ Biobased Ingredients and Materials ■ Biorefinery ■ Duurzame Energie
	Biologie en medisch laboratoriumonderzoek	
	Chemie	
	Chemische technologie	
Hogeschool Inholland, Amsterdam	Biologie en medisch laboratoriumonderzoek	■ Duurzame bestuiving van gewassen ■ Green Biotechnology
	Biotechnologie	
	Chemie	
Hogeschool Leiden	Bio-informatica	■ Biodiversiteit ■ Bio-informatica ■ Genome-based Health ■ Innovatieve moleculaire diagnostiek ■ Metabolomics
	Biologie en medisch laboratoriumonderzoek	
	Chemie	

OPLEIDINGEN EN LECTORATEN VAN DEELNEMENDE HOGESCHOLEN

Hogeschool	Opleiding (CROHO)	Lectoraten en masteropleidingen
Hogeschool Rotterdam	Biologie en medisch laboratoriumonderzoek	■ Duurzame (bio)chemische innovatie ■ Labinnovatie en Point-of-Care Testing ■ Procesoptimalisatie en -intensificatie
	Chemie	
	Chemische technologie	
Hogeschool Utrecht	Biologie en medisch laboratoriumonderzoek	■ Innovative Testing in Life Science & Chemistry
	Chemie	
	Chemische technologie	
Hogeschool van Amsterdam	Forensisch onderzoek	■ Forensisch onderzoek
Hogeschool van Arnhem en Nijmegen, Nijmegen	Bio-informatica	■ Biodiscovery ■ Molecular Life Sciences (master)
	Biologie en medisch laboratoriumonderzoek	
	Chemie	
HZ University of Applied Sciences, Vlissingen	Chemie	■ Marine Biobased Specialties
NHL Stenden Hogeschool Hogeschool Van Hall Larenstein, Leeuwarden	Biologie en medisch laboratoriumonderzoek	■ Biobased Proteins ■ Biomimicry ■ Circular Plastics ■ Food, Health & Safety ■ Food Physics ■ Gezonde en duurzame voeding & welvaartsziekten ■ Sustainable Watersystems ■ Watertechnologie ■ Zuivelprocestechnologie
	Biotechnologie	
	Chemie	
	Chemische technologie	
Hogeschool Saxion Deventer	Biologie en medisch laboratoriumonderzoek	■ Advanced Forensic Technology ■ Applied Nanotechnology (master) ■ Duurzame energievoorziening ■ International Watertechnology ■ NanoBioInterface ■ NanoPhysicsInterface
	Chemie	
Hogeschool Saxion Enschede	Biologie en medisch laboratoriumonderzoek	
	Chemie	
	Chemische technologie	
	Forensisch onderzoek	
	Technische natuurkunde	
NHL Stenden Hogeschool, Emmen	Biologie en medisch laboratoriumonderzoek	■ Duurzame kunststoffen ■ Polymer Engineering (master)
	Chemie	
Zuyd Hogeschool, Heerlen	Applied Science	■ Material Sciences ■ Nanostructured Materials

