

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	zelfsturing
Minimum landelijk vastgesteld eindniveau van de opleiding	III	II	–**	I	I	I	I	III

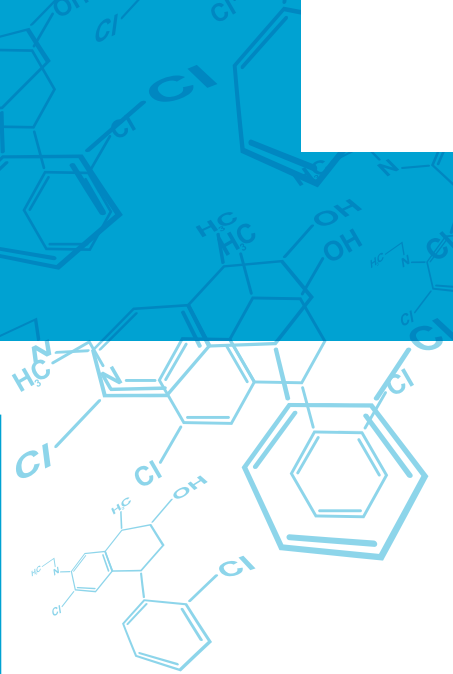
** Studenten kunnen ervoor kiezen om het niveau van deze competenties op te hogen door bepaalde keuzes te maken in hun vakkenpakket, stage en afstuderen tijdens de laatste twee jaar van hun studie

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

‘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 groepswerk 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, apparatuurbedrijf en innovaties. Ook probeer ik nieuwe apparatuur, kweekmethodes en media uit, en houd 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.

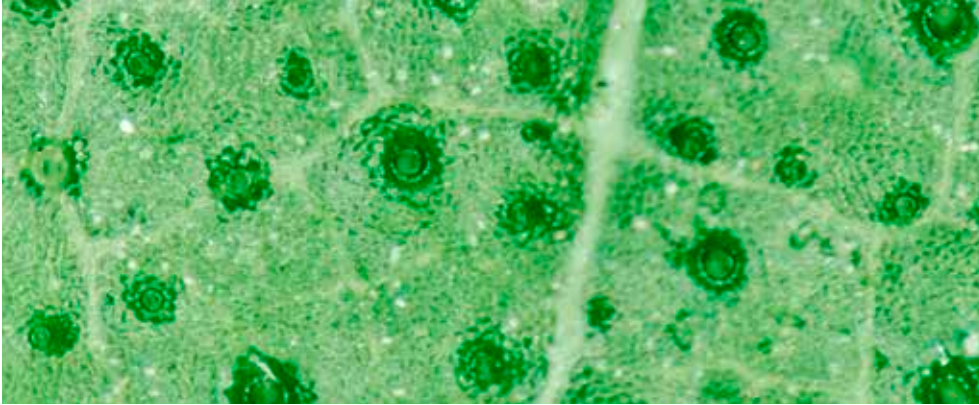
Weten wat bij je past

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. ■



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



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 stades 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 | coördineren** 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

