

Technische naturkunde



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

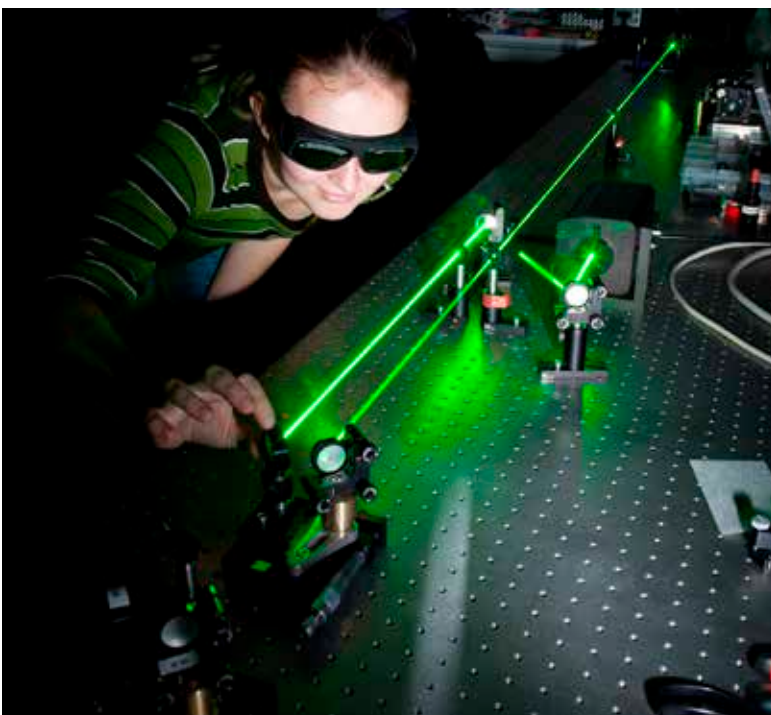
- Natuurkundig onderzoeker
- Project- of development engineer
- Natuurkundig ontwerper
- Fotonicus
- Meetspecialist

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 meetopstellingen en meetsystemen, data-acquisitie bij een meetstelsel 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

'Met 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 specialisatierichting

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.

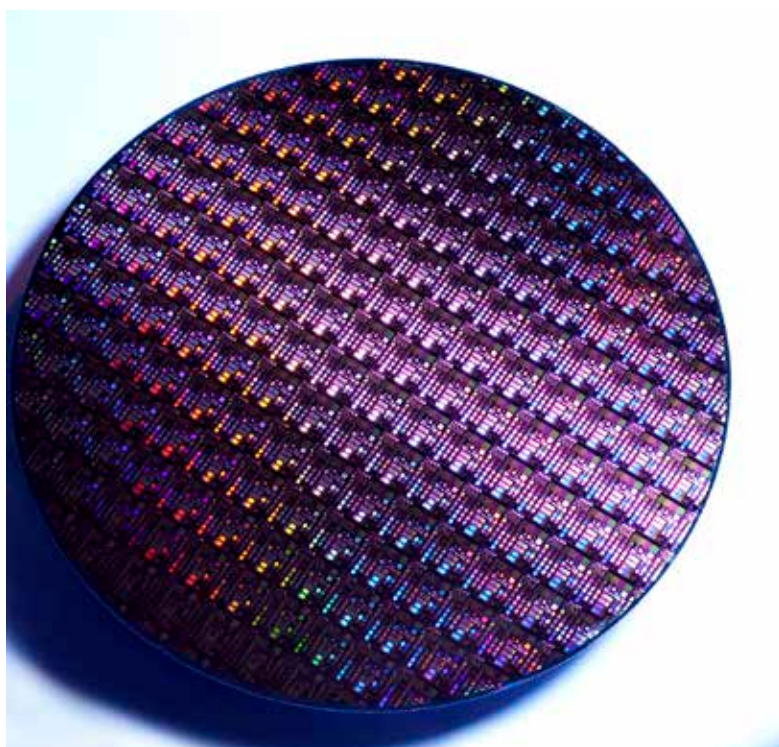
Bij ASML maken we lithografiemachines met een heel hoge precisie voor de chipindustrie. In mijn huidige functie ben ik verantwoordelijk voor het managen van alle verstoringen binnen een deel van het productieproces van ASML's meest geavanceerde machines. Ik zorg ervoor dat de problemen naar tevredenheid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

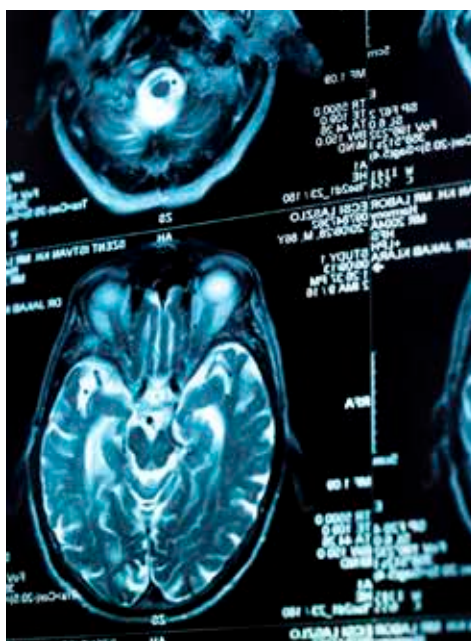


Klinisch-fysisch medewerker Ruud Cools: 'Ik zoek antwoord op mijn vragen'

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.' ■

