

HET FIZIER GERICHT OP...

WISKUNDE IN HET TECHNISCH HBO

Arthur Bakker
Nathalie van der Wal

In Flzier belichten medewerkers van het Freudenthal Instituut een thema uit hun werk en slaan hiermee een brug naar de dagelijkse onderwijspraktijk. In deze aflevering schrijven Nathalie van der Wal en Arthur Bakker over de specifieke rol van wiskunde in het hoger technisch beroepsonderwijs.



Door de komst van computers is er in de laatste decennia veel veranderd in de beroepspraktijk van hbo-ingenieurs. Berekeningen worden uitgevoerd met *softwaretools* en nauwelijks meer met de hand. Vooral *Excel* wordt veel gebruikt als *calculatietool*. De veranderingen in de technische beroepspraktijk vragen om nieuwe vaardigheden die *techno-mathematical literacies (TmL)* worden genoemd. TmL zijn een combinatie van wiskundige kennis, ict, beroepsspecifieke en communicatieve vaardigheden. Onderdelen hiervan zijn bijvoorbeeld gevoel voor getallen hebben (*number sense*) en het inschatten of getallen zouden kunnen kloppen (*sense of error*). Ook grafische informatie moet op de juiste manier geïnterpreteerd worden.^[1]

Binnen het technisch hbo is er sprake van een brede discussie over de vraag welke wiskunde nodig is. Het aantal uren voor wiskunde in het curriculum is bij de meeste opleidingen gedaald, maar de aanpak is daarentegen nog veelal hetzelfde: er wordt met pen en papier gerekend en de inhoud is meestal zonder context. De opgaven zijn abstract met af en toe wat kleine toepassingen. Ook voor de eerder genoemde *number sense*, de *sense of error* en het kunnen schatten bijvoorbeeld, zien we weinig aandacht in de curricula. Het gebruik van in de beroepspraktijk gangbare ict is zeer beperkt, bijvoorbeeld bij het berekenen van de standaarddeviatie. Studenten leren deze met de hand te berekenen, maar het is tegenwoordig belangrijker om te kunnen bepalen welke van de vijf soorten standaarddeviaties in *Excel* gebruikt moet worden en voor welk doel.^[2]

Welke TmL worden door hbo-ingenieurs in de beroepspraktijk gebruikt en welke aanbevelingen levert dit op voor het wiskundecurriculum? De eerste vraag heeft geleid tot een beroepenveldonderzoek in het gehele technische domein. Vanuit vijftien opleidingen van *Applied Science*, ict, *Built Environment* en *Engineering* is een hbo-ingenieur gezocht en vervolgens op de werkplek uitgebreid geïnterviewd. Er is onder andere gevraagd naar de wiskundige en technische vaardigheden en naar demonstraties van kenmerkende beroepstaken. Wat hbo-ingenieurs in hun werk heel vaak gebruiken,

is specifieke beroepssoftware. Verder gebruikt vrijwel iedereen *Excel* als plannings- of calculatietool. Soms is de calculatietool een *black box*; er worden waarden ingevoerd en er komen waarden uit, maar wat er precies tussenin gebeurt, is onbekend voor de gebruiker. Een voorbeeld van een *black box*-situatie: een hbo-ingenieur Chemie die vijftien jaar in het vak zit, vertelt over een specifieke softwaretool voor spectrometrie:

Interviewer: Voor jou is dit dus een *black box*, deze wiskunde die hier achter zit?

Chemicus: Ja.

Interviewer: Is dat een probleem voor de interpretatie van je antwoorden?

Chemicus: Nee. De eiwitten die we gewoon gekocht hebben, daarvan weten we dat het RNAse is, we weten welke massa die heeft. We weten ongeveer hoe het spectrum er uitziet dus als we dat er gewoon doorheen gooien dan krijgen we de exacte massa eruit. Ja, doordat je vergelijkbare dingen met zekerheid weet kun je de interpretatie van dit daar gewoon mee vergelijken en ook al weet je de wiskunde niet, denken van: nou ja dat moet kunnen kloppen. Bovendien wat die hier uitspuugt kunnen we ook weer toetsen met dat liniaaltje.

De chemicus laat hier, waarschijnlijk door zijn jarenlange ervaring, *number sense* en *sense of error* zien. Hij checkt vergelijkbare spectra en ook controle met een *old school*-methode zoals een liniaaltje helpt met de interpretatie. De TmL die in de beroepspraktijk gevonden werden zijn gegroepeerd in categorieën. Ze bestaan uit de volgende vaardigheden: omgaan met beroepssoftware, het hebben van *number sense* (kunnen omgaan met cijfers, algebra en formules), een *sense of error* (hier hoort bijvoorbeeld kunnen schatten bij), ruimtelijk inzicht (omgaan met technische tekeningen) en wiskundig-technisch kunnen communiceren (ook kunnen versimpelen: *Nijntje-taal* spreken). Deze vaardigheden zouden wat ons betreft dus ook aandacht moeten krijgen in het hbo-curriculum.

Noten

- [1] Hoyles, C., Noss, R., Kent, P. & Bakker, A. (2010). *Improving Mathematics at Work: The Need for Techno-Mathematical Literacies*. London: Routledge.
- [2] Bakker, A. (2014). *Implications of technology on what students need to know about statistics*. In Wassong, T., Frischmeier, D., Fischer, P.R., Hochmuth, R., Bender, P. (Eds.). *Mit Werkzeugen Mathematik und Stochastik lernen – Using Tools for Learning Mathematics and Statistics* (pp. 143-152). Wiesbaden: Springer.

Over de auteurs

Arthur Bakker is universitair hoofddocent aan het Freudenthal Instituut, Universiteit Utrecht. Hij heeft aan de University of London onderzoek gedaan naar *Techno-mathematical Literacies* in de beroepspraktijk (2004-2007), en in Nederland onderzocht hoe mbo'ers beroepsgerichte wiskundige kennis kunnen ontwikkelen (2007-2011). E-mailadres: A.Bakker4@uu.nl

Nathalie van der Wal is docent wiskunde bij Avans Hogeschool in het technische domein en buitenpromovendus bij het Freudenthal Instituut. Haar promotieonderzoek heeft als vraag hoe het wiskundeonderwijs voor het technisch hbo ingericht kan worden zodat het aankomende ingenieurs helpt de techno-mathematical Literacies te ontwikkelen die nodig zijn in de beroepspraktijk. E-mailadres: n.j.vanderwal@uu.nl

RECTIFICATIE

HOE ONEIGENLIJK IS 'ONEIGENLIJK'?

Bij het artikel van Martin Kindt in *Euclides* nummer 4 zijn abusievelijk een aantal formules verkeerd afgedrukt.

- Op pagina 18 onder figuur 8 had moeten staan:
 $0 \leq x \leq a$ en $0 \leq y \leq x^3$
- Op pagina 19 in de linkerkolom had moeten staan: Spiegeling van de kromme $y = x^k$ in de lijn $y = x$ leert dat de oppervlakte onder de grafiek van op het interval $[0, 1]$ gelijk zal zijn aan

$$1 - \frac{1}{k+1} = \frac{k}{k+1} = \frac{1}{\frac{1}{k} + 1}$$

DIGITAAL EXAMEN BASISBEROEPSGERICHT

Ruud Jongeling

Op donderdag 19 november 2015 heeft het College voor Toetsing en Examens (CvTE) een evaluatiemiddag gehouden voor de digitale examens voor de basisberoepsgerichte (BB) en kaderberoepsgerichte (KB) leerweg van het vmbo met leden van de vaststellingscommissie, deskundigen van het CITO en wiskundedocenten die lesgeven in de BB en KB leerwegen. Een goed initiatief van het CvTE dat leidde tot een zinvolle bijeenkomst waarover Ebrina Smallegange al eerder in *Euclides* berichtte. Als voorbereiding op de bijeenkomst was de deelnemers gevraagd naar de digitale oefenexamens op <http://oefenen.facet.nl> te kijken. Ruud Jongeling bespreekt de opgaven van het oefenexamen voor BB dat eerder als eindexamen in 2015 is afgenomen als variant h1.

Ik heb het examen met belangstelling bekeken en om maar met de deur in huis te vallen: het viel me niet mee. In het examen zag ik een aantal onvolkomenheden die naar mijn mening niet in een examen thuishoren. Daarnaast zag ik dat de digitale vorm van het examen nog steeds beperkingen geeft voor de leerling bij het oplossen van de opgave. In dit artikel zal ik een paar van deze onvolkomenheden en beperkingen noemen. Ik zal aangeven hoe het naar mijn mening mogelijk is dat een examen met dergelijke onvolkomenheden en beperkingen toch wordt afgenomen en nu als proefexamen voor leerlingen wordt gepresenteerd. Ten slotte zal ik aangeven hoe ik denk dat we tot verbeteringen kunnen komen.

Onvolkomenheden

De eerste onvolkomenheid kom ik tegen in de opgave *Kaarsen*, zie figuur 1. Het betreft een opgave met een wortelverband waarin de leerling moet laten zien dat bij een brandtijd van 10 uur de lengte van een kaars 7,4 cm is. Het wortelteken is voor de leerling echter niet beschikbaar. De leerling krijgt hiervoor het advies de letter V of het woord 'wortel' te gebruiken. De letter V is voor de leerlingen in de sector techniek het symbool voor elektrische spanning en het woord 'wortel' is een woordvariabele in een formule. Door een beperking van