



Het Flzier gericht op... Nieuwe wiskundecursus voor het technisch hbo

Hoe kunnen we toekomstige hbo-ingenieurs voorbereiden op de wiskundige vaardigheden die ze nodig hebben in hun werk? Wat is de update die dit wiskundeonderwijs nodig heeft? In deze Flzier bespreken we een nieuwe cursus toegepaste wiskunde die we hebben ontworpen.

Inleiding

Door automatisering en digitalisering in de afgelopen decennia is het werk van de hbo-ingenieur veranderd. Computers nemen berekeningen over en de onderliggende wiskunde wordt minder zichtbaar. Het wiskundeonderwijs in het technisch hbo is echter weinig veranderd. Het wordt meestal abstract aangeboden met beperkte ruimte voor toepassingen en is voornamelijk gericht op procedures en berekeningen. Studenten herkennen hierdoor vaak niet de wiskunde die in hun vakgebied een rol speelt, met als gevolg een lagere motivatie voor wiskunde. Wat zou een oplossing kunnen zijn?

Techno-mathematical Literacies

Voorafgaand aan het ontwerp hebben we een studie uitgevoerd naar het gebruik van wiskunde in het beroepenveld van afgestudeerde hbo-ingenieurs, waarover we in de Flzier van maart 2016 berichtten.^[1] Het centrale begrip is hier *Techno-mathematical Literacies* (TmL): wiskundige vaardigheden voor het digitale tijdperk.^[2] Voorbeelden van TmL zijn: *sense of error*, *technical creativity* en *technical communication*.^[3]

De cursus

In een interviewstudie hebben we zeven categorieën van TmL vastgesteld die door ingenieurs worden gebruikt bij het uitoefenen van hun beroep.^[4] Vervolgens hebben we met een multidisciplinair ontwerpteam een nieuwe cursus toegepaste wiskunde ontwikkeld voor het technisch hbo waarin TmL als leerdoelen centraal staan. De cursus omvat twee leerlijnen. De eerste leerlijn is het oefenen van 'abstracte' basiswiskunde, waarvoor we het softwareprogramma ALEKS^[5] inzetten. Op deze manier kunnen studenten op hun eigen niveau en in hun eigen tempo,

buiten de lessen om, basiswiskunde aanleren. De tweede leerlijn omvat casussen in opleidingsgerichte contexten, waar studenten tijdens de les in twee- of drietallen aan werken en waarin TmL centraal staan. In de casussen wisselen teksten en geleide opdrachten elkaar af om een bepaald probleem wiskundig op te lossen. De eerste casus, voor het domein van de *Life Sciences*, gaat over oplossingen en zuren. Elke deelvraag is gekoppeld aan één of meer TmL. Eerst wordt gerekend aan het lineair verdunnen van een oplossing, tot een bepaalde pH wordt bereikt. In het tweede deel wordt gerekend aan de pH van een zwak zuur, dat een tweedegraads proces is. Bij een bepaalde deelvraag wordt via de evenwichtsvergelijking de H^+ -concentratie berekend. Deze formule wordt in een spreadsheet aan de studenten aangeboden maar bevat een fout die moet worden opgespoord om de TmL *sense of error* te oefenen. Waar zit de fout in figuur 1?

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	Ka	6,30E-05							
2									
3	r	0,010							
4									
5	m	$[H^+]_1$	$[H^+]_2$	pH					
6									
7		$0,00 = \frac{-(-\$B\$3 + \$B\$1) + \text{WORTEL}((\$B\$3 + \$B\$1)^2 + A7 * \$B\$1)}{2}$	-1,01E-02						
8	0,02	3,12E-05	-1,01E-02	4,51					
9	0,04	6,22E-05	-1,01E-02	4,21					
10	0,06	9,30E-05	-1,02E-02	4,03					
11	0,08	1,24E-04	-1,02E-02	3,91					
12	0,10	1,54E-04	-1,02E-02	3,81					
13	0,12	1,84E-04	-1,02E-02	3,73					

figuur 1 Waar zit de wiskundige fout in de formule?

Onderzoekend leren

Voor de casussen-leerlijn is gekozen om met de methode van onderzoekend leren te werken, omdat TmL een onder-

zoekende houding vragen. Onderzoekend leren is een benadering van leren die zich meer richt op het proces dan op het antwoord. Het stimuleert kritisch denken, het formuleren van vragen en het probleemoplossend vermogen. De docent kan het proces ondersteunen met vragen als: hoe pak je zoiets aan, is er een bepaalde systematiek hier of hoe zou je dit op een andere manier kunnen uitleggen?

Voor dit project ziet een les op basis van casussen er als volgt uit. Het eerste uur starten we met een korte instructie. Vervolgens gaan studenten aan het werk met de casussen zonder ondersteuning van de docent. Hierna volgt het feedback-uur. Dit uur kan door de docent op verschillende manieren worden ingevuld. Als eerste mogelijkheid kan een klassikale sessie worden gehouden waarin groepjes studenten hun werk presenteren en de docent door middel van vragen (onderzoekend leren) een groepsdiscussie op gang brengt. Een tweede mogelijkheid is de klas op te delen in kleine groepjes en daarmee de casus te bespreken. In dit feedback-uur tracht de docent een brug te slaan tussen de abstracte wiskunde van de ALEKS-leerlijn en de toegepaste casussen. Een uitgebreide beschrijving van de cursus is te vinden in [6].

Pilot

Met de ontwikkelde cursus is een pilot gehouden met 59 Chemie-studenten van de Academie voor de Technologie van Gezondheid en Milieu van Avans Hogeschool. Hierna zijn een enquête en mini-interviews gehouden onder de studenten. Zowel ALEKS als de casussen werden als leerzaam ervaren door de meeste studenten, maar ze gaven ook aan de teksten in de casussen lastig te vinden. Ook moesten studenten wennen aan het feit dat ze minder instructie kregen. Verder gaven ze aan dat zij door de casussen beter inzagen waar wiskunde voor gebruikt wordt. Een student zei: 'Hier heb ik wat aan!' Na de pilot is de cursus in het curriculum van alle opleidingen van de academie opgenomen en wordt sindsdien door een groot team van docenten aan ruim vijfhonderd studenten per jaar gegeven. Het parallel gebruiken van ALEKS en toegepaste casussen lijkt een goede keuze. Doordat de leerlijn van ALEKS zich grotendeels afspeelt buiten de klas en studenten op hun eigen niveau kunnen werken, is een efficiëntieslag gemaakt waarmee tijd is vrijgekomen voor meer inhoud.

Ben je geïnteresseerd in het gebruik van casussen in (beroepsgericht) onderwijs, neem dan een kijkje bij de gehele casus in ons artikel.^[6]

Noten

- [1] Bakker, A. & Wal, N. van der (2016). Het Flzier gericht op... wiskunde in het technisch hbo. *Euclides*, 91(5), 11-12.
- [2] Bakker, A., Hoyles, C., Kent, P., & Noss, R. (2006). Improving work processes by making the invisible visible. *Journal of Education and Work*, 19(4), 343-361.
- [3] Hoyles, C., Noss, R., Kent, P., & Bakker, A. (2013). Mathematics in the workplace: Issues and challenges. In Damlamian, A., Rodrigues, J. F. & Sträßer, R. (Eds.), *Educational interfaces between mathematics and industry* (pp. 43-50). Londen: Springer.
- [4] Van der Wal, N. J., Bakker, A., & Drijvers, P. (2017). Which Techno-mathematical Literacies are essential for future engineers? *International Journal of Science and Mathematics Education*, 15(1), 87-104. <https://link.springer.com/article/10.1007/s10763-017-9810-x> (open access)
- [5] zie www.aleks.com
- [6] Van der Wal, N. J., Bakker, A., & Drijvers, P. (2019). Teaching strategies to foster techno-mathematical literacies in an innovative mathematics course for future engineers. *ZDM Mathematics Education*, 51(6), 885-897. <https://link.springer.com/article/10.1007/s11858-019-01095-z> (open access)

Over de auteurs

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
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