

# 100 jaar aansluiting tussen voorbereidend en voortgezet technisch onderwijs

## Deel 1 Honderd jaar geleden

In het kader van 100 jaar *Euclides* en 100 jaar NVvW duiken we in het verleden, op zoek naar gebeurtenissen en personen die nu nog relevant zijn, mede aan de hand van publicaties daarover in *Euclides*. In deze tweedelige serie duiken we in de geschiedenis van het technisch onderwijs.



### 'Vroeger was alles anders'

Vroeger was alles anders, maar was het wat betreft het technisch onderwijs ook beter? Rond 1925 gingen veel jongens naar een ambachtsschool, waar ze het begin van een vakopleiding kregen. Sommigen gingen door naar de Middelbare Technische School (mts) voor een middelbare vakopleiding. Als ze 'goed konden leren' en hun ouders voor een algemene opleiding wilden betalen, gingen ze naar de hbs. Die kon gezien worden als theoretische voorbereiding op een studie voor ingenieur aan de Technische Hogeschool (TH) in Delft.

Hoe was 100 jaar geleden wat betreft wiskunde de aansluiting van het voorbereidend onderwijs op het vervolgonderwijs (mts, TH)?

We bespreken in twee artikelen achtereenvolgens de situatie in 1925 en de huidige situatie. In deel 1 komen enkele aspecten van de aansluiting van hbs en TH op elkaar aan bod, evenals de situatie in het lager en middelbaar technisch onderwijs in de eerste decennia van de 20e eeuw. In deel 2 bekijken we de huidige aansluiting voor vwo met de technische universiteiten (de drie TU's, we laten Wageningen buiten beschouwing) en de aansluiting van havo en mbo met de technische hbo-opleidingen.

### Van de hbs naar de Technische Hogeschool

Vanaf het begin, in 1863, was voorbereiding op hoger technisch onderwijs, de ingenieursopleidingen, een belangrijke doelstelling van de hbs. In dat kader was, in ieder geval volgens de wetgever, wiskunde vooral ondersteunend voor natuurkunde. Op de hbs besteedden docenten en leerlingen relatief veel tijd aan wiskunde en natuurkunde. De wiskundeprogramma's van de hbs en de Polytechnische School sloten rond 1870 prima op elkaar aan. Ingenieurs gaven wiskunde op de hbs en hoogleraren van de Polytechnische School waren soms leraar op een hbs geweest. Men kende elkaars systeem en werkwijze.<sup>[1]</sup>

### Langstudeerders

In 1905 kreeg de Polytechnische School promotierecht. Daardoor behoorde de school nu bij het hoger onderwijs (in plaats van middelbaar), op gelijke voet met de universiteiten. De naam werd Technische Hogeschool (TH), vanaf 1986 TU Delft. Op de TH bestond rond 1925 de propedeuse voornamelijk uit wiskundige vakken en natuurkunde, na de propedeuse was er keuze uit zes specialisaties. De officiële studieduur was vijf jaar, maar veel studenten deden langer tot veel langer over hun studie. In een toespraak op 8 januari 1923 besprak de rector-magnificus, prof. L.A. van Royen, de stand van zaken, urgente problemen, oorzaken en mogelijke oplossingen. Als belangrijke problemen noemde Van Royen het uitlopen van de studieduur, het gebrek aan algemene vorming ('beschaving') van studenten en het te grote aantal studenten, van 1100 in 1905 tot ca 2500 in 1920. Als oorzaken noemde Van Royen onder meer: te veel voor de ingenieursstudie ongeschikte studenten en te veel verdieping na de propedeuse, door de vakcollega's tijdens de specialisaties. Als oplossingen voor het te grote aantal studenten stelde hij voor: strengere selectie

op en na de hbs, eerdere en betere selectie op de TH en verhoging van het collegegeld. Om het uitlopen van de studieduur tegen te gaan, stelde hij invoering van een progressief oplopende eigen financiële bijdrage door studenten voor, een vorm van langstudeerboete. Van Royen benadrukte dat het vrij hoge percentage langstudeerders en afhakers op de TH niet aan het onderwijs in de propedeuse kon liggen, dat was uitstekend en moest vooral zo doorgaan.<sup>[2]</sup> Daar was overigens op de TH niet iedereen het mee eens.

## Oorzaken

Hoewel de eisen voor de propedeuse in 1924 verscherpt werden, leverde dat niet de gewenste resultaten op. De oorzaak werd dus gezocht bij de vooropleiding, voornamelijk de hbs. In 1940 gaf prof. H. Bremekamp een lezing tijdens een bijeenkomst van leraren wiskunde, gepubliceerd in *Euclides*.<sup>[3]</sup> Daarin gaf hij ook een aantal voorbeelden van gebrek aan wiskundige basisvaardigheden bij eerstejaars studenten. De problemen werden volgens hoogleraren versterkt door de gebrekkige beheersing van de Nederlandse taal, zoals bleek tijdens de tentamens, die mondeling werden afgenomen. Overigens behoorden in die periode de eerstejaars studenten tot de beste leerlingen van de hbs, met gemiddeld een 7,5 tot 8 voor hun eindexamen wiskunde. Desondanks presteerden ze na een jaar dus slecht tijdens de propedeutische tentamens, vooral bij goniometrie en bij algebra. Bij algebra noemde Bremekamp onder meer als onvoldoende: werken met negatieve en gebroken exponenten, oplossen van stelsels niet-lineaire vergelijkingen en ontbinden in factoren.

In figuur 1 een opgave uit een eindexamen algebra van de hbs, eerste decennia van de 20<sup>e</sup> eeuw, waarin een aantal van deze onderwerpen voorkomen. Er werd dus wel op geëxamineerd. Tijdens de discussie wezen de deelnemers op mogelijke andere oorzaken van de slechte prestaties bij de tentamens. Ze noemden onder meer het repetitorsysteem van de TH en het ook op de hbs opgemerkte transferprobleem: wat geleerd is bij het ene vak wordt niet herkend in een andere context. Maar zou het kunnen dat het wiskundeonderwijs van de hbs niet meer zo goed aansloot op het hoger technisch onderwijs als rond 1870? Was er veel veranderd? Net zoals het aantal studenten op de TH, was het aantal hbs-leerlingen behoorlijk gegroeid, van 7550 verdeeld over 48 scholen in 1905 tot 17660 verdeeld over 102 scholen in 1920. Het gemiddeld aantal leerlingen per school veranderde daardoor dus niet dramatisch, wel waren er meer leraren

4. Los  $x$  en  $y$  op uit de vergelijkingen:

$$\frac{a^{(x+y)^2}}{a^{12(2x+y)}} = a^{-11}$$

en

$$(x+y)^{\log \sqrt[4]{(x+y)}} = \sqrt[4]{10}$$

figuur 1 Opgave examen algebra hbs, eerste decennia 20<sup>e</sup> eeuw

nodig. Er lijkt echter geen tekort aan wiskundeleraren te zijn geweest.

Het programma van de TH had zich verder ontwikkeld, maar de propedeuse bevatte in 1925–1926, net zoals in 1870, nog steeds beschrijvende meetkunde, analytische meetkunde, analyse en stekunde (algebra)<sup>[4]</sup>, zie figuur 2. De inhoud van die vakken was soms wel wat veranderd. Op de hbs was de inhoud van het examenprogramma rond 1925 niet zo heel verschillend van het programma in 1870. Rekenen/stekunde, trigonometrie, vlakke en ruimtemeetkunde en beschrijvende meetkunde waren onderdeel van het eindexamen.

De wijze van examineren was een klein beetje veranderd: tot 1920 werd het mondeling geëxamineerd door provinciale examencommissies, per provincie op één locatie. Voor de examenkandidaten dus onbekende examinatoren in een niet-vertrouwde omgeving. Vanaf 1920 was het mondeling een schoolexamen, dat op de eigen school werd afgenomen door de eigen leraren, met een vakexpert als gecommiteerde. Het lijkt niet waarschijnlijk dat deze verandering veel invloed zou hebben op de resultaten en de uitdrukkingsvaardigheid van studenten tijdens de mondelinge tentamens op de TH, een tot twee jaar later. Al tijdens de eerste decennia van de hbs uitten examinatoren en onderwijsinspecteurs zorgen over de slechte mondelinge uitdrukkingsvaardigheid van de leerlingen, dat was geen nieuw verschijnsel.

## Vormende waarde

Wat betreft wiskunde op de hbs was de vormende waarde, het doen ontwikkelen van een specifieke manier van denken en redeneren, een steeds vaker genoemde doelstelling van wiskundeonderwijs. In 1926 culmineerde het belang dat gehecht werd aan die vormende waarde in de volgende uitspraak door de vernieuwingscommissie Beth-Dijksterhuis 'Hoofddoel van het wiskunde-onderwijs is het bijdragen tot geestelijke vorming en ontwikkeling;

>

| Analyse en stekunde.    |                                                                                                                                                                                                                                                                         |                        |
|-------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|
| JANSSEN VAN<br>RAAY.    | Determinanten. Beginselen der differentiaal-<br>en integraal-rekening.<br>$B_1, T_1, M_1, IJ_1$ .                                                                                                                                                                       | 3 u.                   |
| VAN OS.<br>BREMEKAMP.   | Determinanten. Complexe getallen. Hoogere<br>machtsvergelijkingen. Differentieeren. Onbe-<br>paald integreeren. Reeksen, maxima en mi-<br>nima van functies van één veranderlijke, on-<br>bepaalde vormen.<br>$C_1, E_1$<br>$W_1, S_1$ .                                | 3 u.<br>3 u.           |
| VERSLUYS.<br>VAN OS.    | Onderzoek van vlakke krommen, omhullen-<br>den. Bepaalde integralen. Oppervlakte van<br>vlakke en gebogen figuren; booglengten; in-<br>houden. Bepaling van zwaartepunt, traagheids-<br>momenten. Eerste kromming van ruimte-<br>krommen.<br>$C_2, E_2$<br>$W_2, S_2$ . | 4 u.<br>4 u.           |
| VERSLUYS.<br>VAN VEEN.  | Gewone differentiaalvergelijkingen.<br>$C_2, E_2$<br>$W_2, S_2$ .                                                                                                                                                                                                       | 1 u.<br>1 u.           |
| SCHOUTEN.<br>BREMEKAMP. | Optelling en vermenigvuldiging van vectoren.<br>Vectoren als functies van een skalar.<br>$C_1, E_1$<br>$W_1, S_1$ .                                                                                                                                                     | 1 u. n.K.<br>1 u. n.K. |
| SCHOUTEN.               | Functies van een vector.<br>$E_2$ .                                                                                                                                                                                                                                     | 1 u.                   |
| Analytische meetkunde.  |                                                                                                                                                                                                                                                                         |                        |
| JANSSEN VAN<br>RAAY.    | Beknopte analytische meetkunde van het<br>platte vlak.<br>$B_1, T_1, M_1, IJ_1$ .                                                                                                                                                                                       | 2 u.                   |

figuur 2 TH programma 1925-1926

nevendoel het aanbrengen, van nuttige kennis.<sup>[5]</sup>

Niet zo prettig voor de TH, die tenslotte ingenieurs wilde opleiden. Overigens veranderde het schriftelijk examen niet echt, dus die uitspraak had ook weer niet veel praktische gevolgen. Waarschijnlijk van meer invloed was vanaf 1917 de koppeling van het diploma hbs met het recht op toegang tot universitaire examens. In 1917 waren dat wiskunde en natuurwetenschappen, wat later gevolgd door meer studierichtingen. De TH was niet langer de belangrijkste vervolgopleiding voor de hbs.

We zien dat 100 jaar geleden de TH de problemen met langstudeerders en afhakers voor een deel weet aan manco's in de wiskundige kennis en basisvaardigheden van de eerstejaarsstudenten, de hbs-gediplomeerden. De wiskundeprogramma's en eindexamens waren niet zo veel veranderd, andere factoren, zoals het aantal leerlingen en studenten, opvattingen over de doelen van wiskundeonderwijs op de hbs, de vorm van de examens en de doorstroombmogelijkheden, veranderden wel. Op de TH was overigens ook meer aan de hand. Hoogleraren van enkele specialisaties klaagden in diezelfde periode dat er te veel puur theoretische wiskunde onderwezen werd in de propedeuse, ze wilden graag meer toepassingsgerichte wiskunde en minder wiskunde

vanwege de vormende waarde, zoals beschrijvende meetkunde wel gezien werd door hoogleraren wiskunde. Kortom, het wiskundeprogramma van de propedeuse zou zich meer moeten richten op wat de verschillende ingenieursopleidingen nodig hadden en minder op wiskunde om de wiskunde, of dat nu vanwege de vormende waarde was of om andere redenen.<sup>[6]</sup>

De vormende waarde van wiskunde werd door zowel de wiskundigen van de propedeuse op de TH als wiskundedocenten van de hbs als belangrijk gezien, maar wat daarmee nu precies bedoeld werd, is niet helemaal duidelijk en het streven naar de ontwikkeling daarvan had in ieder geval niet het gewenste resultaat. Het lijkt waarschijnlijk dat wiskundigen van de TH en van de hbs uit elkaar waren gegroeid, zoals ook in de beste relaties voorkomt.

## De ambachtsschool en middelbaar technisch onderwijs

Er bestond rond 1925 nog een vorm van technisch onderwijs, het lager en middelbaar onderwijs. Daar was wiskunde 'gebruikswiskunde', van vormende waarde was geen sprake. Dit onderwijs begon in de 19<sup>e</sup> eeuw met ambachtsscholen, die theoretische en praktische vorming boden, in tegenstelling tot leren op de werkplaats, 'bij een baas'. De eerste ambachtsscholen ontstonden op particulier initiatief, bekostigd door gemeenten en de privésector. Een voorbeeld is de 'Ambachtsschool van de Maatschappij van den werkenden stand', van 1861-1872 in Amsterdam, waar jongens een opleiding konden volgen tot smid, timmerman, schrijnwerker of beeldhouwer. Vanaf ca 1890 subsidieerde het Rijk ook Ambachtsscholen, maar liet de inhoud van het onderwijs over aan de initiatiefnemers. Jongens konden een opleiding volgen tot elektricien, bankwerker, huisschilder, meubelmaker, etc.

## Divers aanbod

In 1919 introduceerde de wet op het Nijverheidsonderwijs lager en middelbaar beroepsonderwijs, de Ambachtsschool en de Middelbare Technische School (mts), met nog steeds grote vrijheid wat betreft de inrichting van het onderwijs. In 1920 waren er 69 Ambachtsscholen, met samen ongeveer 10310 leerlingen en 19 mts-sen met samen 3200 leerlingen. De afstemming van de Ambachtsschool met het bedrijfsleven was tamelijk slecht, tot na de Tweede Wereldoorlog. De aansluiting van de Ambachtsschool met de mts was eveneens matig. Als oplossing voor dat probleem kwam er hier en daar een tussenjaar. Dat tussenjaar ontwikkelde zich geleidelijk tot de Uitgebreide Technische School (uts).<sup>[7]</sup> Rond 1925 was landelijk gezien het aanbod aan lager



figuur 3 De Practische Ambachtsschool Zwolle bestaat 80 jaar in 1962

en middelbaar technisch onderwijs dus heel divers, zowel wat betreft inhoud, als toelatingseisen, studieduur en inrichting van het onderwijs. Het was immers ontstaan uit en borduurde voort op lokale initiatieven en behoeften; landelijke sturing ontbrak bijna geheel.



figuur 4 Mozaïek in gebouw van Ambachtsschool Enschede, bouwjaar 1922

## Clustering

Na de Tweede Wereldoorlog werden de namen Ambachtsschool, uts en mts gewijzigd in respectievelijk lts, mts en hts (Hogere Technische School), de diversiteit tussen de scholen van eenzelfde niveau bleef grotendeels bestaan. Met de ontwikkelingen in technologie breidde ook het aantal opleidingen zich gestaag uit. De vereiste vooropleiding voor de hts was mts, ulo-b of drie jaar hbs, vanaf de jaren '60 werd de eis een diploma hbs-b. Na de invoering van de Mammoetwet werd havo de formele vooropleidingseis voor de hts; studenten met een mts-diploma kregen een ten dele aangepast programma. Vanaf 1986 behoorden alle hbo-instellingen tot het hoger onderwijs, de voormalige hts werd hbo, sector Techniek. Begin jaren '80 vond er clustering plaats van de hbo-instellingen. Iets dergelijks gebeurde wat

later met de mbo-opleidingen, die ontstonden uit de middelbare technische scholen. Hebben de verschillen in ontstaansgeschiedenis van de technische universiteiten (in Delft, Eindhoven en Enschede) en de technische hbo-opleidingen consequenties voor de manier waarop er met aansluitingsproblemen van eerstejaars studenten wordt omgegaan? Dit is een onderwerp voor deel 2.

## Noten

- [1] Krüger, J. (2014). *Actoren en actoren achter het wiskundecurriculum*. Hfdst. IV. <https://dspace.library.uu.nl/handle/1874/301858>
- [2] Royen, L.A. van (1923). *Eenige beschouwingen over de toekomst van ons technisch hoger onderwijs*. <https://resolver.tudelft.nl/uuid:11f2b603-6208-4e5c-b424-e5645cbaea02>
- [3] Bremekamp, H. (1941). *Euclides* 17-4
- [4] NL-HaNA, TH Delft tot 1956, 3.12.08.01, inv.nr. 1110
- [5] *Bijvoegsel van het Nieuw Tijdschrift voor wiskunde*, 2 (4). Te vinden in het archief van *Euclides*.
- [6] Bijl, J. (1966). *Propaedeutisch wiskundeonderwijs en ingenieursopleiding*. <https://repository.tudelft.nl/islandora/object/uuid%3A223469bf-6050-48bc-b7ad-974330a0de09>
- [7] Boekholt, P.Th.F.M. & Booy, E.P. de (1987). *Geschiedenis van de school in Nederland*. [https://www.dbnl.org/tekst/boek009gesc01\\_01/](https://www.dbnl.org/tekst/boek009gesc01_01/)

## Over de auteurs

Jenneke Krüger heeft gewerkt als docent natuurwetenschappen en wiskunde, in onder meer havo en vwo en als onderwijsontwikkelaar in diezelfde vakken. Ze houdt zich nu bezig met de geschiedenis van de verspreiding en het gebruik van wiskundige kennis en met interdisciplinair onderwijs.

E-mailadres: [jenneke.kruger@gmail.com](mailto:jenneke.kruger@gmail.com)

Christiaan Boudri is werktuigbouwkundig ingenieur en eerstegraads wiskundedocent. Hij is werkzaam als docent werktuigbouwkunde aan de Academie Engineering & Automotive van de Hogeschool van Arnhem en Nijmegen. Hij is voorzitter van de NVvW-werkgroep mbo-hbo.

Email-adres: [christiaan.boudri@han.nl](mailto:christiaan.boudri@han.nl)

# 100 jaar aansluiting tussen voorbereidend en voortgezet technisch onderwijs

## Deel 2 Toelatingstoetsen in de huidige situatie

In het kader van 100 jaar *Euclides* en 100 jaar NVvW duiken we in het verleden, op zoek naar gebeurtenissen en personen die nu nog relevant zijn, mede aan de hand van de publicaties daarover in *Euclides*. In deze tweedelige serie duiken we in de geschiedenis van het technisch onderwijs.

### Aansluiting in 2024 versus 1924

In deel 1 van dit artikel (*Euclides* 100-7) is beschreven hoe de technische hbo-opleidingen hun oorsprong vinden in particuliere initiatieven op lokaal en regionaal niveau, met heel lang weinig regulering van bovenaf. Samenwerking lag dan ook lange tijd niet voor de hand. Dit proces verschilt van het ontstaan van de technische universiteiten, in Delft (1905), Eindhoven (1956) en Enschede (1964). Alle drie zijn ze ontstaan vanuit de landelijke overheid als technische hogeschool, met promotierecht. Vanaf 1986 werden ze universiteit genoemd. Tussen deze drie instellingen bestonden daardoor vanaf het begin veel minder verschillen dan tussen de zeer diverse, regionaal georiënteerde, scholen voor middelbaar en hoger technisch onderwijs. Dat komt ook tot uiting in de toelatingseisen voor de studierichtingen op de TU's en de hbo's. Deze zijn, na de invoering van de Tweede Fase in havo en vwo, vastgelegd door het ministerie van Onderwijs, in overleg met het veld. Voor de universitaire technische studierichtingen is dat per studierichting aangegeven, een vwo-diploma met in ieder geval wiskunde B, meestal ook natuurkunde. Elk profiel voldoet.<sup>[1]</sup> Toen begin deze eeuw de drie TU's een probleem signaleerden met de wiskundige kennis en vaardigheden van de eerstejaars studenten, werd daar gezamenlijk, in overleg met het voortgezet onderwijs, een oplossing voor gezocht. Voor de technische studierichtingen in het hbo zijn de landelijke toelatingseisen profielgericht: een havodiploma met een natuurprofiel, en eventueel de eis voor natuurkunde, NLT of O&O.<sup>[2]</sup> Een mbo-4-diploma geeft zonder meer recht op toelating.<sup>[3]</sup> Bij problemen met de kennis en vaardigheden van eerstejaars studenten zijn de instellingen minder geneigd gezamenlijk naar oplossingen te zoeken. Voor zowel universiteit als hbo geldt dat studenten die niet aan de formele toelatingseisen voldoen, een toelatingstoets moeten afleggen. In deel 2 van dit artikel gaan we nader

in op die toelatingstoetsen, in de veronderstelling dat deze het meest accuraat de eisen weergeven die de betreffende instellingen zelf stellen aan aspirant-studenten.

### Toelatingstoetsen TU's in 2024

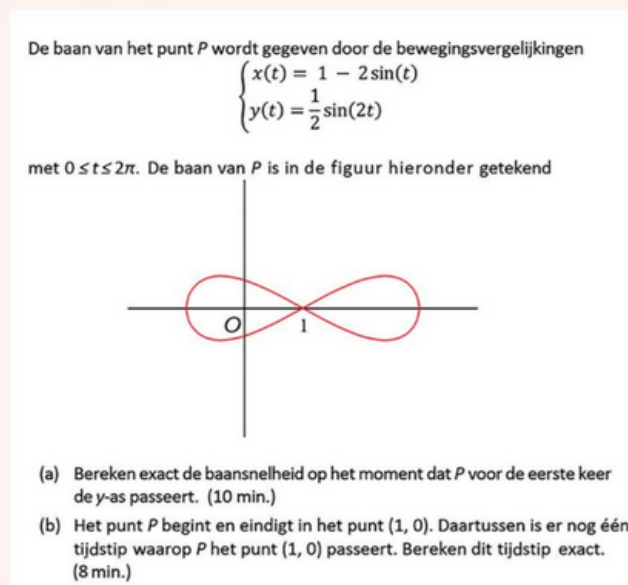
Als een student niet voldoet aan de wettelijke toelatingseisen zullen aspirant-studenten een (deel)certificaat in de betreffende vakken moeten behalen. Dat geldt ook in het geval van instroom vanuit het hbo of elders. De TU's bieden hiertoe niet zelf cursussen aan, maar erkennen naast het staatsexamen de certificaten van verschillende instituten als James Boswell en de Centrale Commissie Voortentamen Wiskunde (CCVX). Enkele verschillen tussen de diverse toetsen zijn zichtbaar gemaakt in tabel 1. In de tabel is aangegeven welke domeinen bij de toetsen van de verschillende instellingen aan bod komen. Opmerkelijk is dat deze examens niet identiek zijn qua hulpmiddelen.

|           |                           | CE | staatsexamen | James Boswell | CCVX | Korteweg - De Vries* |
|-----------|---------------------------|----|--------------|---------------|------|----------------------|
| mondeling | toegestane rekenmachine   | -  | ja           | -             | -    | -                    |
|           | wetenschappelijk grafisch | ja | ja           | ja            | nee  | nee                  |
| domein    | A                         | ja | ja           | ja            | ja   | ja                   |
|           | B                         | ja | ja           | ja            | ja   | ja                   |
|           | C                         | ja | ja           | ja            | ja   | ja                   |
|           | D                         | ja | ja           | ja            | ja   | ja                   |
|           | E                         | ja | ja           | ja            | ja   | ja                   |
|           | F                         | ja | ja           | ja            | ja   | ja                   |

\* Delft accepteert vanaf dit jaar geen certificaten van KdV meer

tabel 1 Vergelijking van enkele voorbeelden van toelatingstoetsen van de 3TU's met het CE vwo Wiskunde B

Zo is bij het Staatsexamen en bij James Boswell een grafische rekenmachine toegestaan, terwijl bij de CCVX alleen een wetenschappelijke rekenmachine is toegestaan en bij het Korteweg-De Vries instituut in het geheel geen. Bovendien vinden we alleen in het Staatsexamen en het CE niet-wiskundige contexten. De overige drie instituten besteden daar geen aandacht aan. Korteweg-De Vries toetst ook geen wiskundige vaardigheden.<sup>[4]</sup> Een voorbeeld van een vraagstuk over het onderwerp parameterkrommen is te zien in figuur 1. Het aantal minuten is verkregen door aan te nemen dat het aantal punten evenredig is met de benodigde tijd.



figuur 1 voorbeeldopgave James Boswell Instituut voor het examen vwo Wiskunde B

## Toelatingseisen technisch hbo in 2024

Het technisch hbo kent een heel andere ontwikkeling dan de TU's. Wel kennen hbo's net als de TU's landelijk vastgestelde toelatingseisen, maar ze stellen elk voor zich vast waaraan een aspirant-student moet voldoen in het geval van een deficiëntie. Eerst die landelijk vastgestelde toelatingseisen. Technische hbo's bevinden zich op dit vlak sinds ongeveer 2005 in een spagaat. Dit heeft wat nadere toelichting nodig. In 2007 zijn de profielgebonden wiskundevakken A1/A12, B1/B12 vervangen door de wiskundevakken A, B, C en D, die echter niet meer strikt profielgebonden zijn. Wiskunde A is de wiskunde voor de profielen EM en NG, wiskunde B voor het profiel NT, en wiskunde D wordt een keuzevak voor verdere profilering. Wiskunde C zou je kunnen zien als de opvolger van wiskunde A1, maar verdwijnt op de havo. In het verlengde van deze vernieuwingen moeten ook de toelatingseisen worden herzien. De complexe situatie leidt tot een onderwijskundig en vakdidactisch gezien ongewenste situatie: de Vereniging Hogescholen (toen nog hbo-raad

geheten) stelt de natuurprofielen (NG en NT) als toelatingseisen, waarschijnlijk zonder te beseffen dat daarmee ook studenten met Wiskunde A toelaatbaar zijn. In de jaren erna leidt deze beslissing tot een spagaat tussen feitelijke en gewenste toelatingseisen, die echter jarenlang kundig wordt genegeerd. Het curriculum wordt niet aangepast ('studeerbaar gemaakt'). Men waarschuwt enkel de aankomende studenten dat ze weliswaar toelaatbaar zijn, maar niet kansrijk, en adviseert ze een voorbereidingscursus te volgen. Dat deze anomalie wordt genegeerd, heeft er mogelijk mee te maken dat in dezelfde periode nog een andere soortgelijke misser wordt gemaakt, ditmaal door het ministerie.

## Doorstroom mbo-studenten

In 2004 verkrijgen alle mbo-4-studenten het recht op doorstroom naar willekeurig welke hbo-opleiding. Hiermee worden de aansluitingsprogramma's, zoals de befaamde Twin-methode van het Freudenthal Instituut, getrokken door Henk van der Kooij, met één zwaardslag onthoofd. Gedurende enkele jaren kan op vrijwel geen mbo nog een doorstroomprogramma worden gevolgd. Na enkele jaren worden op enkele plaatsen aanvullende doorstroomprogramma's ontwikkeld, meestal in samenwerking van een hbo en enkele mbo's. Een mbo-student kan zo'n programma naast zijn opleiding op vrijwillige basis volgen. En sinds 2016 is het door de herziening van de kwalificatiestructuur van mbo's zelfs weer landelijk mogelijk een doorstroomprogramma te volgen, nu 'keuzedelen' geheten. Studenten die dit inderdaad doen, hebben hier doorgaans voordeel van, maar studenten die dit niet doen, zijn evengoed toelaatbaar. Ook de spagaat die hieruit voortkomt wordt, op elke hbo op zijn eigen wijze, kundig genegeerd.

## Toelatingstoetsen technisch hbo in 2024

Wat het technisch hbo eigenlijk zou willen zien bij aankomende studenten, is goed te zien aan de deficiëntietoetsen waarmee studenten die niet aan de feitelijke toelatingseisen voldoen, toch kunnen worden toegelaten. Het is interessant deze te vergelijken. Elke hbo gaat hier zijn eigen weg, maar een aantal hogescholen heeft zich voor wat betreft wiskunde achter de toelatingstoetsen Noord-Nederland geschaard, een samenwerking tussen de Hanzehogeschool, Stenden-NHL en Van Hall. Fontys blijkt dezelfde toets te hanteren. Andere hogescholen, zoals Hogeschool Utrecht, Hogeschool Rotterdam en de Hogeschool van Arnhem en Nijmegen hebben hun eigen toetsen. Hogeschool Utrecht neemt daarnaast nog bij alle studenten een generieke capaciteitentest af. Van een aantal hogescholen zijn voorbeeldtoetsen opgevraagd en deze zijn geanalyseerd op een aantal relevante kenmerken, > onder andere op de overeenkomsten en verschillen met

|                         |                                         |         |     |                      |     |                                           |     |                               |  |                        |  |
|-------------------------|-----------------------------------------|---------|-----|----------------------|-----|-------------------------------------------|-----|-------------------------------|--|------------------------|--|
|                         |                                         | CE 2024 |     | toelatingsexamen HAN |     | toelatingsexamen Noord Nederland + Fontys |     | examen basis wiskunde Fontys* |  | toelatingsonderzoek HU |  |
| toegestane rekenmachine | wetenschappelijk grafisch               | ja      | nee | ja                   | nee | ja                                        | ja  |                               |  |                        |  |
| rekenen                 | rekenen algemeen                        |         |     |                      | 27% |                                           |     |                               |  |                        |  |
| basis algebra           | ontbinden en haakjes                    |         |     |                      | 10% | 11%                                       | 22% |                               |  |                        |  |
|                         | machten en breuken                      |         |     | 13%                  |     | 23%                                       | 6%  |                               |  |                        |  |
| domein                  | A vaardigheden**                        |         | 59% |                      |     |                                           |     |                               |  |                        |  |
|                         | B functies, grafieken en vergelijkingen |         | 50% | 53%                  | 50% | 66%                                       | 67% |                               |  |                        |  |
|                         | C meetkundige berekeningen              |         | 32% | 7%                   | 3%  |                                           | 6%  |                               |  |                        |  |
|                         | D toegepaste analyse                    |         | 18% | 27%                  |     |                                           |     |                               |  |                        |  |

Per examen is aangegeven wel percentage van de punten behaald wordt met opgaven uit het betreffende domein.  
 \*Het examen basiscursus wiskunde is geen toelatingsexamen, maar wordt wel gepresenteerd als een goede voorbereiding op de studie.  
 \*\*In het geval van het domein vaardigheden gaat het met name om profiel-specifieke contexten en om wiskundige denkactiviteiten.

tabel 2 Vergelijking van enkele voorbeelden van toelatingstoetsen tot het technisch hbo met CE havo Wiskunde B

het havo wiskunde B-programma, zie tabel 2. Ter vergelijking is het CE havo Wiskunde B 2024 geanalyseerd op de overeenkomende kenmerken. Te zien is dat de toelatingstoets van Noord-Nederland veel aandacht aan rekenen geeft, hoewel dit geen onderwerp is bij het CE havo Wiskunde B. Ook wordt expliciet aandacht besteed aan onderbouwstof als ontbinden en haakjes wegwerken en rekenen met machten en breuken. Het werken met functies, grafieken en vergelijkingen wordt belangrijk gevonden, maar, heel opvallend, de toepassing ervan niet. Bij geen enkele toelatingstoets spelen wiskundige vaardigheden een rol.<sup>[4]</sup> Deze toelatingstoetsen suggereren dat technische hbo-opleidingen rekenen en de basisvaardigheden in algebra van groot belang achten en daarnaast het technisch kunnen omgaan met functies. Hoewel vanuit het hbo vaak de dienende functie van wiskunde wordt benadrukt, wordt hieraan in de toelatingstoetsen merkwaardigerwijze geen aandacht besteed. Bovenstaande kan worden geïllustreerd met enkele opgaven, zie figuur 2.

## Vorbereiding op de toelatingstoets

Opvallend is de grote kloof tussen de voorbereidingsadviezen op de informatiepagina's van de opleidingssites en de daadwerkelijke toetsing. Op de informatiepagina's wordt bij alle bekeken opleidingen gezegd dat de toets het niveau van havo wiskunde B heeft en kandidaten wordt bovendien geadviseerd te oefenen met centrale examens. Tegelijkertijd wordt als alternatief aangeraden delen van *Basisboek Wiskunde* van Van de Craats te bestuderen. De aangeraden stof hieruit stemt echter niet overeen met het havo Wiskunde B-programma. Onder de gespecificeerde stof in *Basisboek Wiskunde* valt bijvoorbeeld het uitvoeren van staartdelingen op veeltermen en het gebruik van e-macht en natuurlijke logaritme (problematisch hierbij is bovendien dat deze bij Van de Craats niet goed worden geïntroduceerd).

### Opgave 3 (per onderdeel 3 punten)

- Bepaal  $\cos\left(\frac{5}{4}\pi\right)$
- Bepaal alle oplossingen van de vergelijking  $\sin\left(\frac{1}{2}x-1\right) = -\frac{1}{2}$
- In de driehoek met hoekpunten A, B en C is  $\alpha$  de hoek bij hoekpunt A,  $\beta$  de hoek bij hoekpunt B en  $\gamma$  de hoek bij hoekpunt C. Verder is a de zijde BC, b de zijde AC en c de zijde AB. Gegeven is  $a=\sqrt{2}$ ,  $b=\sqrt{6}$  en  $\beta=90^\circ$ . Bepaal c.

### Opgave 4 (per onderdeel 3 punten)

- Schrijf als macht van 3:  $\frac{3^{-2}}{\sqrt[3]{27}}$
- Vereenvoudig de volgende breuk zoveel mogelijk:  $\frac{156}{-390}$
- Werk zoveel mogelijk factoren buiten haakjes:  $a^2b^2c^2 - a^2b^2c^2 + 2a^2b^2c$

### Opgave 5 (onderdeel a: 4 punten, onderdeel b: 5 punten)

- Bepaal de vergelijking van de lijn door de punten (1,6) en (-3,4).
- Bepaal met kwadraatsplitsen de coördinaten van de top van de parabool  $y = 3x^2 - 5x + 2$ .

figuur 2 Enkele vraagstukken uit de toelatingstoets NoordNederland

Wiskundige denkactiviteiten ontbreken echter, terwijl deze in het havo wiskunde-B-programma juist heel belangrijk zijn. Het officiële advies van de technische hbo's stemt dus niet overeen met de inhoud van de toelatingstoetsen. Beter passen de voorbereidende cursussen die de hogescholen zelf organiseren, deze worden meestal gegeven aan de hand van *Basisvaardigheden Wiskunde* (Douwes en Grasmeijer), dat een stuk dichtter ligt bij het niveau en inhoud van de toelatingstoetsen. Door de onduidelijkheid en tegenstrijdigheden op de sites van de hbo-opleidingen kunnen aspirant-studenten echter behoorlijk in de war worden gebracht. Op basis van de gehanteerde toelatingstoetsen kan worden gesteld dat conceptuele basisvaardigheden op het niveau van de onderbouw en daarnaast functie-analyse het meest belangrijk worden geacht voor een succesvolle studie in het technisch hbo. De andere domeinen uit het havo wiskunde-B-programma, zoals meetkunde en toegepaste analyse, komen in de hbo-toelatingstoetsen in elk geval niet aan bod. Ook wiskundige denkactiviteiten worden er niet getoetst. Dit is opvallend, gezien de dienende functie van wiskunde in het technisch hbo. Alsof eisen die te stellen zijn aan wiskundige vaardigheden van aspirant-studenten slechts moeten zijn afgestemd op de wiskundevakken die in het technisch hbo worden gedoceerd. Maar men dient er zich rekenschap van te geven dat toepassingsvakken ook bredere wiskundige inzichten en vaardigheden vergen, ook al bij aanvang van de studie.

## Epiloog: verruiming toelatingseisen technisch hbo

Sinds het begin van het nieuwe millennium worstelt het technisch hbo met een daling van het studierendement. Dit speelt overigens niet alleen in het technisch hbo, maar kenmerkt het hbo als geheel. Deze daling is voor de instroomcohorten 2003-2010 in kaart gebracht door

| opleiding        | havo en vwo |                   |                   |                                        |
|------------------|-------------|-------------------|-------------------|----------------------------------------|
|                  | N&T         | N&G               | E&M               | C&M                                    |
| civiele techniek | ✓           | ✓                 | ✓                 | ✓                                      |
| elektrotechniek  | ✓           | ✓                 | ✓                 | (wis A of wis B)                       |
| werktuigbouw     | ✓           | nat of nlt of o&o | nat of nlt of o&o | (wis A of wis B) & (nat of nlt of o&o) |

tabel 3 Toelatingseisen enkele technische hbo-opleidingen per 1-9-2025

Van Asselt.<sup>[5]</sup> De oorzaken hiervan kunnen alleen worden verondersteld, maar het parallelle verloop met de ontwikkelingen die in bovenstaand artikel zijn geschetst, doet vermoeden dat de verruiming van de toelatingseisen rond 2007 hieraan heeft bijgedragen. Verrassend is dan ook dat komend schooljaar bij de meeste technische hbo-opleidingen per 1-9-2025 wiskunde A, en soms NT of O&O, voldoende zijn om toegelaten te worden.<sup>[6]</sup> Voor sommige opleidingen is dit al rond en voor andere is men hard bezig nog tijdig de formele goedkeuring bij het ministerie van OCW te krijgen. Het is op dit moment niet mogelijk hier een precies overzicht van te geven, omdat het aanvraagproces zich geheel afspeelt tussen de landelijke netwerken van de opleidingen en het ministerie. Als voorbeeld in tabel 3 de toelatingseisen zoals die per 1-9-2025 gaan gelden voor de opleidingen werktuigbouwkunde, elektrotechniek en civiele techniek. Met deze verruiming wordt op het eerste gezicht de ongelukkige misser uit 2007 bevestigd en versterkt. Naast mbo-ers zonder adequate voorbereiding kunnen nu immers ook havisten zonder wiskunde B en natuurkunde instromen. De vraag is niet alleen waarom men hiertoe is overgegaan maar vooral ook welke consequenties dit heeft voor de wiskundevakken in het vo en het curriculum in het technisch hbo. De aanleiding voor de verruiming ligt in de demografische ontwikkelingen van de laatste decennia, waardoor het aantal potentiële studenten zal teruglopen. Ook is het nauwelijks gelukt, ondanks jarenlange pogingen, meer meisjes te interesseren voor een studie techniek. Een aanleiding is echter nog geen reden. Formeel zijn de redenen tweërlei. Enerzijds is er het idee dat ook leerlingen zonder wiskunde B en/of natuurkunde soms toch graag techniek blijken te willen studeren en nu weerhouden worden door het vereiste vakkenpakket. Anderzijds wil het technisch hbo meer ingenieurs opleiden en kan de groep mensen met een deficiëntie in wis- en natuurkunde mogelijk toch een succesvolle ingenieur worden. Ofwel: meer kansen bieden en een grotere uitstroom realiseren. Dit zijn de formele redenen, maar het cynisme ligt dicht onder het oppervlak. Gaat het niet heel eenvoudig om het binnenhalen van studenten en daarmee om het behoud van de opleidingen? Ongetwijfeld speelt dit een rol, en het technisch hbo zal de legitimiteit van deze verruiming moeten waarmaken door een grondige aanpassing van het curriculum. De baten gaan hier echter voor de kosten uit, want deze aanpassingen moeten nog vorm krijgen. De toekomst zal moeten uitwijzen of de verruiming een fatale blunder of een goede zet is geweest.

## Noten

- [1] Zie <https://wetten.overheid.nl/BWBR0035059/2024-09-01#BijlageA>
- [2] Zie voor de nadere toelatingseisen die golden tot en met studiejaar 2023-2024: <https://wetten.overheid.nl/BWBR0035059/2022-09-01#BijlageB>. De laatste jaren zijn grote verschuivingen gaande; hierop gaat de epiloog van dit artikel in.
- [3] Zie <https://wetten.overheid.nl/BWBR0035059/2024-09-01#BijlageC>
- [4] Met vaardigheden wordt bedoeld op profielspecifieke vaardigheden en wiskundige vaardigheden als modelleren, algebraïseren, etc.
- [5] R. van Asselt (2016), Analyse en mogelijke verklaringen van de dalende van de studiesuccessen van mbo'ers en havisten na 5 jaar voltijd hbo-studie, van de uitstroom in 2008 tot de uitstroom in 2015. Te vinden op [www.nvww.nl/werkgroepen/werkgroep-mbo-hbo-2/publicaties-hbo](http://www.nvww.nl/werkgroepen/werkgroep-mbo-hbo-2/publicaties-hbo)
- [6] Voor het gemak vermelden we hier alleen de minimale cognitieve eisen. NLT en O&O zijn weliswaar goede keuzevakken als voorbereiding op een technische studie, maar alleen het vak natuurkunde levert de noodzakelijke brede kennis en inzichten die een technische studie vraagt.

## Over de auteurs

Jenneke Krüger heeft gewerkt als docent natuurwetenschappen en wiskunde, in onder meer havo en vwo en als onderwijsontwikkelaar in diezelfde vakken. Ze houdt zich nu bezig met de geschiedenis van de verspreiding en het gebruik van wiskundige kennis en met interdisciplinair onderwijs. E-mailadres: [jenneke.kruger@gmail.com](mailto:jenneke.kruger@gmail.com)  
Christiaan Boudri is werktuigbouwkundig ingenieur en eerstegraads wiskundedocent. Hij is werkzaam als docent werktuigbouwkunde aan de Academie Engineering & Automotive van de Hogeschool van Arnhem en Nijmegen. Hij is voorzitter van de NVvW-werkgroep mbo-hbo. Email-adres: [christiaan.boudri@han.nl](mailto:christiaan.boudri@han.nl)