

Wiskunde als kritische succesfactor ?

Wiskunde onderscheidt zich als een discipline die vele millenia oud is, en die in samenhang en verwevenheid met de andere wetenschappen en de technologie een onmisbaar onderdeel is van de huidige complexe samenleving. Dit stuk gaat over lopende ontwikkelingen rond het schoolvak wiskunde zoals deze zich in het basis- en voortgezet onderwijs (HAVO-VWO) afspelen. We zullen ingegaan op een aantal misstanden en er wordt een lange termijn toekomstperspectief geschetst. Een eerste punt is het verschijnsel dat scholieren gebrek aan 'mathematical literacy' vertonen, hier bedoeld in een tamelijk technische zin, inclusief algebraïsche en rekenvaardigheden. Dit gebrek, dat zich de laatste jaren in sterk toenemende mate voordoet, wordt niet alleen geconstateerd in de bèta-faculteiten van de universiteiten, maar ook in andere delen van het afnemend veld, waaronder economische, sociale en medische faculteiten. Dit onderwerp heeft het afgelopen halfjaar flink aandacht gekregen in de geschreven pers en op tv, niet in de laatste plaats dankzij de actie 'LieveMaria' van 10.000 bèta-studenten verspreid over het hele land en geïnitieerd door de studentenvereniging 'de Leidsche Flesch', die ernstig klagen over hun achterstand in dit opzicht. Een tweede punt is het feit dat op dit moment de onderlinge verwevenheid van de bèta-vakken en de centrale rol die wiskunde hierin speelt, onvoldoende uit de verf komt. Deze bèta-verwevenheid komt naar voren in de profielwerkstukken en ook in het nieuwe bèta-vak Natuur, Leven & Techniek (NL&T). Mijn stelling is dat de uitdagingen hiervan niet succesvol kunnen worden aangeaan zonder voldoende mathematical literacy.

Wat er zoal mis is

Om welke tekorten gaat het eigenlijk? De meeste vervolgopleidingen vragen van de scholieren een 'voldoende' mate van reken- en formulevaardigheid en enige parate en samenhangende kennis op het gebied van elementaire functies, zoals rationale functies, de exponentiële functie, goniometrische functies en hun inversen. Dit geheel is inclusief het soepel omgaan met grafieken, afgeleiden, etc. Wat hier precies 'voldoende' is, kan afhangen van de vervolgopleiding en dus van het gekozen profiel. Gedeeltelijk kan hier ook een beroep gedaan worden op de (grafische) rekenmachine (GR), hoewel de vaak tamelijk oppervlakkige inzet van de GR ook onderdeel van het probleem vormt.

Maar er is meer ... Wat veel vervolgopleidingen volgens mij eigenlijk zouden wensen is dat de bèta-vakken, in het bijzonder wis- en natuurkunde, in een voldoende mate van onderlinge samenhang aan de orde zijn geweest in het voortgezet onderwijs. Dit betreft zeker de infinitesimaalrekening (de 'calculus' als geïnitieerd door

Newton en Leibniz), tenslotte één van de grootste intellectuele verworvenheden tot nu toe en waarzonder de moderne, van technologie doordrenkte maatschappij volstrekt ondenkbaar zou zijn. Dit geeft een prachtige en inspirerende gelegenheid wiskundige concepten op diepgaande wijze te laten functioneren in een wereld van contexten, hetgeen op uitdagende wijze kan bijdragen aan de vorming van de mathematical literacy. Een voorbeeld hiervan wordt gevormd door het klassieke probleem van de kogelbanen in een constant zwaartekrachtveld, maar er is veel meer. Ook is de samenhang van wiskunde met de schoolvakken biologie, scheikunde en economie op dit moment mondjesmaat. Dit terwijl de grote wetenschappelijke ontwikkelingen zich onder meer afspelen in de biomathematica en -informatica, waaronder biostatistiek, en natuurlijk ook in de mathematische fysica. Hierin toont wiskunde zich als de kritische succesfactor. Biologische voorbeelden zijn onder meer aan te treffen in de gentechnologie (waar veel statistiek nodig is), in de populatiedynamica (dynamische systemen) en in de neurobiologie, waarin grote systemen van interagerende cellen (coupled cell networks) voorkomen, die worden benaderd met wiskundige methoden, gedeeltelijk verwant aan statistische fysica. Dergelijke ontwikkelingen zijn ook van belang voor de profielwerkstukken in het tweede faseonderwijs. Zonder een behoorlijke mathematical literacy blijft hier echter niet veel meer van over dan ‘cut and paste’ van internet. Ook vereist dit alles een grotere samenhang in de bèta-kennis van de scholieren dan nu het geval is, hetgeen meteen ook een grotere vakoverstijgendheid van de leraren veronderstelt. Zolang dit allemaal erg hapert, zal de boodschap van ‘wiskunde als kritische succesfactor’ zeker niet over het voetlicht komen, vandaar het vraagteken in de titel van dit stuk.

Mathematical literacy houdt meer in dan alleen formulevaardigheid en symbol sense, ook redeneren en inzicht speelt een centrale rol. In een vorig nummer van ‘Euclides’ is reeds uitvoerig gesproken over het grote belang van redeneren, argumenteren en bewijzen in het voortgezet onderwijs. Dit geldt zowel binnen de wiskunde als in de aangrenzende disciplines. Hierbij is het onder meer belangrijk dat de scholieren in de omgangstaal scherp kunnen redeneren met termen als ‘want’, ‘dus’, ‘als’, ‘dan’, ‘omdat’, etc.

Hoe dit komt

Zoals gezegd wordt bovenstaand probleem inmiddels als zodanig in bredere kring erkend. Hier gaan we natuurlijk oplossingsgericht mee aan het werk, maar toch is het nuttig even de revue te laten passeren waar deze problemen zoal vandaan komen of mee samenhangen. Voor een deel betreft dit open deuren, waaraan ook de pers recentelijk niet geheel aan voorbij gaat.

Als eerste wil ik noemen de toestand rondom de praktijk van het rekenonderwijs op de basisschool, waar leerlingen het rekenen nogal eens moeten leren van leerkrachten die zelf de aardigheid en vaardigheid erin missen. Dit onderwerp heeft de laatste tijd veel aandacht gekregen, waarbij met name de lage kwaliteit van de bijbehorende lerarenopleiding PABO onder de loupe is genomen en ik begrijp dat er inmiddels verbeteringen op til zijn. Het lijkt overigens nogal evident dat goed en begrijpend rekenen een belangrijke inleiding is op de wiskundige vorming en dat het een onmisbaar onderdeel vormt van bijna alle uitwerkingen van wiskundige problemen.

Een ander probleem is de veelal nogal fragmentarische en geïsoleerde behandeling van belangrijke technieken (zoals vierkantsvergelijkingen of differentiaalrekening in de mechanica) op het HAVO-VWO. De basis hiervan wordt niet stevig genoeg gelegd en er is te weinig tijd en aandacht voor routineverwerving en structureel onderhoud. Hiermee samen hangt het maar al te vaak enigszins klakkeloze gebruik van de grafische rekenmachine (GR), die ten onrechte bij veel leerlingen elementair denkwerk (hoofdrekenen e.d.) is gaan vervangen. In zulke omstandigheden staat de GR inzicht eigenlijk alleen maar in de weg. Een veelgehoorde tegenwerping is dat dit alles extra tijd zou kosten in het toch al zo krappe programma. Mijn stelling is echter, dat als er vanaf het basisonderwijs meer aandacht zou zijn voor een goed onderhouden, groeiend en samenhangend pakket van routinematige algebraïsche en rekenvaardigheden, er wellicht zelfs wel tijd te winnen zou kunnen zijn. (In ieder geval hoeft de GR dan niet meer zo vaak uit de tas gepakt te worden.) Een dergelijk pakket aan basistechnieken is een noodzakelijk apparaat voor de leerlingen om meer diepgaande problemen aan te pakken, zoals ook hierboven betoogd. Gelukkig zijn ook wat betreft het gebruik van de GR verbeteringen op til.

Verder werkt de manier waarop de meeste scholen met het 'studiehuis' omgaan niet erg in het voordeel van het ontwikkelen, instandhouden en verbeteren van zo'n pakket aan vaardigheden. Het lijkt dat door het vaak geringe contact tussen leraar en leerling in deze fase, de in dit opzicht toch al vrij zwakke ontwikkeling bij de meeste leerlingen gedurende langere tijd stilstaat.

Een langere termijn effect is uitgegaan van de loskoppeling van de van de (twee-degrads) lerarenopleiding van de universiteiten in de jaren 1970. Hierdoor is een hoop broodnodig contact, wat daarvoor op institutionele wijze aanwezig was, weggefallen. Dat er recentelijk verbetering is gekomen via de inrichting van nieuwe tweede graads lerarenopleidingen aan de universiteiten ('Bachelors voor de Klas') is uiteraard alleen maar verheugend.

Deze problematiek blijkt veel verder te reiken dan alleen de bèta-sector, zoals ook blijkt uit stukken in de landelijke pers van Cyrille Offermans, Piet de Rooy en vele

anderen. Zo komen allerlei techneuten (waaronder langzamerhand ook medische specialisten) uit verre landen, waar de frustratietolerantie hoger ligt en de kinderen dus (?) beter leren rekenen. Verder is er een tendens gaande om backoffice werk uit te besteden in dergelijke lagelonenlanden (een technische term hiervoor is ‘outsourcing’); een aantal westerlingen wordt hiervan slapend rijk. De vraag wat er gaat gebeuren wanneer die lage lonen vergelijkbaar worden met de onze, is niet zo moeilijk te beantwoorden: het nu nog rijke westen zal een groot nieuw ontwikkelingsland worden. Ondertussen zullen wij hier steeds meer moeite krijgen onze infrastructuur op velerlei gebied (waaronder medisch) in stand te houden. In de VS is deze neergaande spiraal al veel verder ontwikkeld, met alle mogelijke gevolgen vandien. Het is geen wonder dat de evolutietheorie in sommige staten niet langer gangbaar is op scholen.

Uiteraard is het niet gewenst hier te gaan zwarte pietten. Een voorzichtig geformuleerde conclusie is dat het afnemend veld kennelijk andere verwachtingen heeft van de abiturienten dan het voortgezet onderwijs. De discussie over dit onderwerp is recentelijk ontketend. Het staat overigens als een paal boven water dat de universiteiten in dit opzicht boter op hun hoofd hebben: enkele jaren her hebben ze immers, uit angst voor een te lage instroom van eerstejaarsstudenten, de verplichting van het NT-profiel voor de bèta-opleidingen geschrapt. Dit heeft de boel danig op de kop gezet.

Recente ontwikkelingen

Om te beginnen kan gezegd worden dat bovenstaande problematiek tot voor kort nog op geen enkele politieke agenda stond. Daarentegen is per 2007 een nieuw HAVO-VWO programma voorzien met een nieuwe onderverdeling in Wiskunde A, B, C, D en een discipline overstijgend vak Natuur, Leven & Techniek (NL&T). Inhoudelijk worden hiervoor binnen de ministeriële vernieuwingscommissies van de disciplines en in de commissie voor de natuurprofielen voorbereidingen getroffen, waarin vertegenwoordigers van het HAVO-VWO, het HBO en het WO zitting hebben. Het goede nieuws is hier dat er zo op gestructureerde wijze nieuwe en boeiende leerstof bij komt, denk hierbij aan zaken als de ZEBRA-reeks, het bestaan waarvan kennelijk inmiddels ook tot ministeriële kringen is doorgedrongen. Ook kan hierbij een grotere coördinatie binnen en tussen de vakken worden nastreefd, die nu extra van belang wordt. Hierbij zou mijns inziens de onderlinge samenhang van de bèta-vakken, behalve in NL&T en in de profielwerkstukken, ook al vroeger in bepaalde leerlijnen veel meer vorm moeten gaan krijgen: jong geleerd, oud gedaan. Nu is de tendens vaak wiskundig getinte onderwerpen òf slechts oppervlakkig en beschrijvend te behandelen òf ze uit te stellen tot later.

De eerste oplossing is demotiverend voor de betere leerling en de tweede oplossing is mosterd na de maaltijd voor iedereen.

Het slechte nieuws is ondertussen dat over de hele bèta-lijn de urenaantallen drastisch omlaag gaan. Het feit overigens dat er in de recente ontwikkelingen tussen kabinet en tweede kamer op het HAVO-VWO uren ‘bijkomen’ betekent natuurlijk alleen maar dat een klein deel van de geplande urenvermindering ongedaan gemaakt zal worden. De overblijvende reductie van het aantal contacturen blijft nog steeds veel te groot.

Conclusies

Wat kunnen we met z'n allen doen, gegeven de vele beperkingen? We moeten allereerst zorgen dat het probleem van mathematical literacy en de onderlinge verwevenheid van de bèta-vakken de komende tijd niet weer van de politieke agenda verdwijnt! Belangrijke doelstelling lijkt me dat de leerlingen zo worden opgevoed dat ze de samenhang tussen de vakken kennen en daarmee kunnen werken via een goed onderhouden pakket van algebraïsche en rekenvaardigheden. De leraren moeten daarom ook genoeg weten van de belendende vakken. Dat laatste zou op de lerarenopleidingen in de toekomst veel meer aan de orde moeten komen dan nu het geval is (denk hierbij ook aan de brede bacheloropleidingen die de verschillende universiteiten aan het opstarten zijn). Verder moeten bij- en nascholing hier hulp bieden.

Natuurlijk moeten de universiteiten, inclusief alle raden, vakverenigingen en commissies, en onder meer het KWG en de NVvW, de gelegenheid mee te denken over de inhoud en de invulling van het HAVO-VWO met beide handen aangrijpen, daarbij diensten aanbiedend zoveel ze kunnen. Dat gebeurt dan in samenhang met de vernieuwingscommissies, schrijversteams, etc., al is het alleen maar door mentale ondersteuning en facilitatie. Het gaat daarbij om verdieping in wiskunde en verbreding richting de andere disciplines.

Hiertoe zal de bij- en nascholing van leraren een belangrijker plaats moeten gaan innemen dan nu het geval is: leraren moeten zich goed op de hoogte laten houden met betrekking tot de nieuwe ontwikkelingen in de exacte wetenschappen. De instellingen van WO en HBO kunnen, in goed overleg met bijvoorbeeld de NVvW, toeleveraar zijn van modules voor NL&T en Wiskunde D, master classes organiseren voor leraren en leerlingen en zorgdragen voor de bijbehorende bij- en nascholing. Voor zover ik dat kan overzien, is hier van de aanbodzijde enthousiasme aanwezig: veel universiteiten staan klaar met interessant materiaal en hebben de bereidheid tot het leveren van bij- en nascholing. Uiteraard heeft dit ook een financiële kant, waarover bij instanties als het Deltapunt Natuur & Techniek en

NWO aan de bel kan worden getrokken. Hierbij ontmoeten we overigens nòg een bierkaai, namelijk de geldbestedingspatronen van de scholen zelf. In de huidige stand van zaken wordt bij- en nascholing van leraren in financieel opzicht niet erg gefaciliteerd door het management van veel scholen.

Hoewel mathematical literacy nu op allerlei agenda's staat en tijdelijk een hoop aandacht krijgt in de pers, is het goed op te merken dat de hier gesignaleerde problemen geen eenvoudige, korte-termijn oplossingen toelaten: het betreft immers ook de condities op het basisonderwijs, de PABO, de eerste en tweede graads lerarenopleidingen, etc. Wat mijns inziens belangrijk is dat het probleem nu algemeen erkend wordt en dat men een doel 'aan de horizon' wil stellen, waar stapsgewijs en in goed onderling overleg naar kan worden toegewerkt door alle betrokken partijen.

We mogen ondertussen blij zijn met de steun van de LieveMaria studenten. Wellicht is deze adequate reactie een onverhoopt positief gevolg van het studiehuis? De huidige minister van OC&W luisterde tot voor kort eigenlijk nauwelijks naar argumenten 'uit het veld', neemt wel beslissingen en wuift daarna bezwaren weg. Hopelijk wordt dat nu beter met de vernieuwingscommissies. Met de bezwaren van rechtstreekse slachtoffers (in casu de studenten) wordt echter wel enige rekening gehouden. Het zou heel goed zijn als er uit nog meer onverdachte hoeken steun kwam. Ik denk aan fysici, technici, etc., maar vooral: uit het bedrijfsleven. Het zou nuttig zijn als de directeurs van Shell, Philips, AKZO, Unilever, etc., te hoop zouden lopen tegen dit beleid. Dat dit niet gebeurt komt waarschijnlijk omdat ze zich wel redden. Als het tij niet keert, verplaatst men gewoon de laboratoria naar lagelonenlanden, waar bovendien beter gerekend wordt, zie ook bovenstaande opmerkingen over outsourcing. Een drastische toename van mathematical literacy en bèta-verwevenheid zal echter hard nodig zijn om de achterstand in de Nederlandse kennis-economie weer enigszins in te lopen.

Henk Broer is hoogleraar wiskunde aan de RuG,
tevens lid van de vernieuwingscommissie wiskunde cTWO
en van daaruit lid van de stuurgroep NL&T
EMAIL: broer@math.rug.nl
URL: www.math.rug.nl/~broer