

Jan Karel Lenstra

CWI, Amsterdam

jan.karel.lenstra@cwi.nl

Frank Roos

CWI, Amsterdam

faroos@cwi.nl

Nieuws Een visiedocument voor de Nederlandse wiskunde

Formules voor inzicht en innovatie

Op 29 januari 2014 is het visiedocument *Formulas for Insight and Innovation* aangeboden aan Hans van Duijn, de voorzitter van het Platform Wiskunde Nederland (PWN). Het document presenteert de visie en ambitie van de Nederlandse wiskunde op de middellange termijn, en laat een licht schijnen over de ontwikkeling van onderwijs, onderzoek en innovatie. Wiskunde wordt opgevat in ruime zin: het omvat ook statistiek, operations research, computational science en toepassingen van de wiskunde in andere gebieden. Jan Karel Lenstra en Frank Roos geven in dit artikel een samenvatting van het visiedocument.

Het visiedocument *Formulas for Insight and Innovation* [6] is geschreven voor beleidsmakers, zoals het Ministerie van Onderwijs, Cultuur en Wetenschap, het Ministerie van Economische Zaken, NWO, decanen van bètafaculteiten en directeuren van wiskunde-instituten, maar ook voor de wiskundigen zelf. Het document beschrijft ontwikkelingen in maatschappij en wetenschap die voor de wiskunde van belang zijn en formuleert enkele grote wiskundige uitdagingen. Het analyseert de wiskunde in Nederland in termen van sterke punten, zwakke punten, kansen en bedreigingen en sluit af met negen aanbevelingen. Dit artikel geeft een samenvatting van het visiedocument. We verwijzen de lezer ook naar een Amerikaans rapport [4], dat voor ons een bron van inspiratie is geweest.

Wiskunde in de 21ste eeuw

In 2025 leven we in een intelligente en geglobaliseerde wereld. De wiskunde zorgt voor de abstracties, concepten, methoden en technieken die ons helpen die wereld te vormen.

In de afgelopen eeuwen heeft de wiskunde zich ontwikkeld tot het onmisbare, maar vrijwel onzichtbare, fundament van wetenschap, technologie en een groot deel van de maatschappij. Velen zijn zich er niet van bewust dat hun wereld alleen kan bestaan dankzij wiskundig inzicht en gereedschap, en dat vooruitgang te danken is aan wiskundige innovatie. Een recent rapport van Deloitte [7], opgesteld in opdracht van PWN, laat zien dat de wiskunde verantwoordelijk is voor dertig procent van het Nederlands bruto nationaal product en dat een stevige wiskundige basis van wezenlijk belang is voor een moderne economie. In de 21ste eeuw zal de rol van de wiskunde nog groter worden, vooral door de stijgende kracht van computers en algoritmen en de beschikbaarheid van grote dataverzamelingen.

De toegenomen reikwijdte heeft de wiskunde een nieuw gewicht gegeven. Dit heeft gevolgen voor de financiering van onderzoek en voor het onderwijs. De wiskunde kan alleen gezond blijven als deze zich in de kern

kan blijven ontwikkelen, want die kern is de uiteindelijke bron van vernieuwing. Het onderwijs in de wiskunde is aan een kritische heroverweging toe, ook het wiskundeonderwijs aan studenten in andere vakken.

Trends in maatschappij en wetenschap

De volgende ontwikkelingen in maatschappij en wetenschap zullen de wiskunde in de 21ste eeuw beïnvloeden:

- de *globalisering*, die verstrekkende gevolgen heeft voor wetenschap en onderwijs;
- de explosieve groei in *rekenkracht*, die voor een transformatie zorgt van zowel de wiskunde als zijn toepassingsgebieden;
- de beschikbaarheid van *big data*, die, naast rekenkracht, de tweede oorzaak is van de toenemende reikwijdte van de wiskunde;
- *math inside*, wat verwijst naar de steeds hechtere interactie tussen de wiskunde als bron van structuur en inzicht en het zich verbredende veld van toepassingen;
- de toenemende *coherentie* binnen de wiskunde zelf, waarbij deelgebieden naar elkaar toegroeien en doorbraken optreden op hun grensvlakken;
- het groeiende besef bij wiskundigen dat ze aan de maatschappij *rekenkracht* moeten afleggen voor hun werk.

Deze trends bepalen hoe we wiskunde beoe-

Sterke punten	Zwakke punten
<ul style="list-style-type: none"> – open gemeenschap – focus, coherentie en zelforganiserend vermogen – toenemende studentenaantallen – hoge kwaliteit van onderwijs, onderzoek en toepassingen – externe gerichtheid, universeel probleemoplossend vermogen – activiteiten gericht op het brede publiek 	<ul style="list-style-type: none"> – ontoegankelijkheid van het vak, onzichtbaarheid van de resultaten – geringe deelname van vrouwen en minderheden – gebrek aan breedte in de promotieopleiding – erosie van de lerarenopleiding – geen programma's voor uitblinkers in het basisonderwijs
Kansen	Bedreigingen
<ul style="list-style-type: none"> – toenemende reikwijdte en invloed – globalisering en informatierevolutie – rol van universiteiten in de lerarenopleiding – breed publiek goed opgeleid en gefascineerd door wetenschap – verbeterde studiehouding bij studenten – financiering door bedrijfsleven en andere bronnen 	<ul style="list-style-type: none"> – kleine omvang, hoge en toenemende werkdruk – financiering van fundamenteel onderzoek onder druk – financiering van onderzoek <i>top-down</i> en vraaggestuurd – teruglopende reken- en wiskundevaardigheid in basis- en voortgezet onderwijs

Tabel 1 SWOT-analyse van de Nederlandse wiskunde

fenen, welke vragen we onderzoeken, en hoe we onze studenten onderwijzen.

Grote wiskundige uitdagingen

Grote wiskundige uitdagingen worden gesteld door het Langlands-programma, complexe systemen, stochastische modellering, efficiënte berekeningen, en data science. Deze keuze van prominente onderzoeksvragen in de wiskunde sluit in grote lijnen aan bij de Nederlandse wetenschapsagenda van de KNAW [2].

SWOT-analyse

De kern van het visiedocument bestaat uit een SWOT-analyse van de Nederlandse wiskunde op drie dimensies: hoger onderwijs en onderzoek, basis- en voortgezet onderwijs, en maatschappij en innovatie. Deze analyse is samengevat in Tabel 1.

Aanbevelingen

De SWOT-analyse leidt tot negen aanbevelingen die in het komende decennium om aandacht vragen. Sommige van deze aanbevelingen werden al gedaan in de Masterplannen toekomst wiskunde [1, 3]. De aanbevelingen zijn gericht tot beleidsmakers, van ministers tot directeuren van wiskunde-instituten en scholen, maar ook tot PWN en de wiskundigen zelf.

1. *Breng de werklast in evenwicht.* De instroom van studenten wiskunde aan Nederlandse universiteiten is sinds 1988 geleidelijk gedaald maar sinds 2006 sterk gestegen. Over de periode 1988–2013 is de instroom per saldo gegroeid met zestig procent, terwijl de wiskundestaf is gekrompen met veertig procent. De kwaliteit van onderwijs en onderzoek komt in gevaar. *Aanbeveling:* Breid de universitaire wiskundestaf uit met ten minste vijftig pro-

cent, om de balans tussen onderwijs en onderzoek te herstellen en de kwaliteit van beide te waarborgen.

2. *Consolideer dynamische clusters.* Dankzij de nationale wiskundeclusters zijn de focus, kritische massa, kwaliteit en interactie in vier brede gebieden van de wiskunde toegenomen. De financiering van de clusters is tot nu toe ad hoc en op langere termijn onzeker. *Aanbeveling:* Voorzie de vier wiskundeclusters van structurele financiering. De clusters moeten zich blijven aanpassen aan ontwikkelingen binnen het vakgebied en nationale programma's voor onderwijs aan promovendi starten.

3. *Hervorm het universitaire wiskundeonderwijs.* De toenemende reikwijdte van de wiskunde leidt tot een grotere vraag naar wiskundigen, met meer diversiteit in wiskundige vaardigheden en meer nadruk op algemene vaardigheden. *Aanbeveling:* De universiteiten moeten hun wiskundeonderwijs heroverwegen en vernieuwen, gezien de gestegen en meer uiteenlopende vraag naar wiskundigen. Het wiskundeonderwijs aan studenten in andere vakken moet worden verzorgd door wiskundigen.

4. *Voortgezet en hoger onderwijs.* Het voortgezet onderwijs heeft tot taak leerlingen voor te bereiden op de keuzes waarvoor zij gesteld worden en hen te stimuleren optimaal bij te dragen aan de maatschappij. Vanuit dit perspectief is het van wezenlijk belang het academische niveau van leraren te verhogen en de banden tussen voortgezet en hoger onderwijs aan te halen. *Aanbeveling:* De universiteiten moeten hun lerarenopleiding flexibel en aantrekkelijk maken en daarmee hun rol in het opleiden van leraren hernemen. Er moet een plan worden opgesteld voor het creëren van duale aanstellingen in voort-

gezet en hoger onderwijs.

5. *Koester talent.* Het is belangrijk wiskundig talent vroeg te herkennen en begaafde leerlingen en studenten extra te stimuleren. In het basisonderwijs is weinig aandacht voor voorlopers. In het voortgezet onderwijs lijkt de nieuwe opzet van de vakken Wiskunde A–D goed te werken maar staat Wiskunde D onder druk. In het hoger onderwijs is de kleine omvang van de wiskundeafdelingen een belemmering voor een stabiele instroom van getalenteerde staf. *Aanbeveling:* Basisscholen hebben programma's en hulpmiddelen nodig om getalenteerde leerlingen te stimuleren. Middelbare scholen moeten het keuzevak Wiskunde D blijven aanbieden. De universiteiten moeten loopbaanpaden creëren om wiskundig talent aan te trekken en te behouden, in het bijzonder voor vrouwen en minderheden.

6. *Financieringsbronnen.* Het huidige beleid van het gebied Exacte Wetenschappen van NWO en het topsectorenbeleid van de overheid maken het moeilijker voor wiskundigen om kleinschalige individuele projecten te verwerven. De European Research Council lijkt onderbenut als een financieringsbron van Nederlands wiskundig onderzoek. *Aanbeveling:* Het budget van NWO voor het financieren van fundamenteel onderzoek moet worden verhoogd. Wiskundigen moeten daarnaast nieuwe bronnen gaan aanboren: Europese programma's, opkomende toepassingsgebieden, grotere samenwerkingsverbanden en strategische allianties met het bedrijfsleven. PWN moet kansrijke onderwerpen in kaart gaan brengen.

7. *Communicatie.* De communicatie door wiskundigen naar de politiek, naar het brede publiek en naar studenten is sterk verbe-

terd en heeft vruchten afgeworpen. *Aanbeveling*: Wiskundigen moeten, meer nog dan nu, externe partijen inzicht geven in hun werk. PWN kan helpen door de communicatie te professionaliseren.

8. *Visie op de wetenschap*. Het overheidsbeleid om wetenschappelijk onderzoek afhankelijk te maken van de economische behoefte van vandaag is op langere termijn een bedreiging voor de fundamentele wetenschap. Ons pleidooi voor een evenwichtige langetermijnvisie op de wetenschap gaat het belang van de wiskunde te boven en wordt gedeeld door de KNAW [5]. *Aanbeveling*: De overheid moet een langetermijnvisie op de wetenschap formuleren, in het besef dat fundamenteel on-

derzoek aan de basis van innovatie staat. De academische gemeenschap moet zich daarvoor actief inzetten.

9. *Implementatieplan*. De maatschappij heeft de wiskunde nodig, en de wiskunde moet in staat worden gesteld zijn bijdrage te leveren. Onze laatste aanbeveling betreft het realiseren van de hierboven beschreven punten. Zij is primair gericht tot de overheid, maar vraagt ook om concrete inspanningen van de wiskundegemeenschap om initiatieven te nemen en extra structurele financiering veilig te stellen. *Aanbeveling*: De overheid moet een commissie instellen met als opdracht het opstellen van een implementatieplan voor de Nederlandse wiskunde voor de middellan-

ge termijn. Het plan formuleert concrete actie voor de wiskundigen in hoger onderwijs en onderzoek, in basis- en voortgezet onderwijs, en in maatschappij en innovatie. Het stelt meetbare criteria vast, die de overheid in staat stelt het effect van extra financiering te beoordelen en deze financiering na bewezen succes structureel te maken. ↩

Dankwoord

De auteurs zijn veel dank verschuldigd aan Peter Hilderling (CWI) en aan de leden van de schrijfgroep: Jason Frank, Remco van der Hofstad, Jan van Neerven, Wil Schilders, Jasper Stokman en Lenny Taelman.

Referenties

- 1 *Masterplan Toekomst Wiskunde*, NWO, Den Haag, 2008.
- 2 *De Nederlandse Wetenschapsagenda*, KNAW, Amsterdam, 2011.
- 3 *Masterplan Toekomst Wiskunde 2.0*, NWO, Den Haag, 2012.
- 4 *The Mathematical Sciences in 2025*, National Research Council, Washington, 2013.
- 5 *Effecten van Universitaire Profileren en Topsectorenbeleid op de Wetenschap in Nederland; een eerste kritische reflectie*, KNAW, Amsterdam, 2013.
- 6 *Formulas for Insight and Innovation; Mathematical Sciences in the Netherlands*, Platform Wiskunde Nederland, Amsterdam, 2014.
- 7 *The Value of Mathematics for the Dutch Economy*, Deloitte, Amstelveen, 2014.