Masterplan

Toekomst Wiskunde

Deze update van het Masterplan Toekomst Wiskunde is uitgebracht op uitnodiging van het ministerie van Onderwijs, Cultuur en Wetenschap. De Nederlandse Organisatie voor Wetenschappelijk Onderzoek (NWO) en het Platform Wiskunde Nederland (PWN) hebben deze uitnodiging aangenomen om de stand van zaken met betrekking tot het oorspronkelijke Masterplan uit 2008 in kaart te brengen en waar nodig belangrijke aanbevelingen aan te scherpen. Vervolgens heeft de werkgroep Masterplan Toekomst Wiskunde 2.0 na diverse consultaties de inhoud van dit plan verzorgd.

Aan de totstandkoming van dit masterplan hebben velen bijgedragen. Commissie Onderzoek en Onderwijs van PWN zijn geconsulteerd. Voorbereidende en afrondende discussies met verschillende personen zijn gevoerd. Alle gesprekspartners, en in het bijzonder Leon van den Broek, Hans van Duijn, Arjen Doelman, Frank den Hollander, Gerard Jeurnink, Jan Karel Lenstra, Ronald Meester, Wil Schilders, Rob Tijdeman en Henk van der Vorst verdienen onze dank.

Leden werkgroep (redactie)
Remco van der Hofstad (TU/e; voorzitter)
Karen Aardal (TUD)
Gunther Cornelissen (UU)
Jan van Neerven (TUD)
Evgeny Verbitskiy (UL/RUG)
Lex Schrijver (CWI/UvA)
Petra de Bont (NWO; secretaris)

Coördinatie en productie
NWO cluster Chemische & Exacte Wetenschappen, Annemarijke Jolmers en Petra de Bont

Vormgeving
NWO, Christy Renard

Print
Ipskamp Drukkers, Enschede

Redactieadres
NWO cluster Chemische & Exacte Wetenschappen
Petra de Bont
Postbus 93460
2509 AL Den Haag
e-mail: p.debont@nwo.nl

Den Haag, juni 2012

Masterplan

Toekomst Wiskunde 2.0

Inhoudsopgave

Voorwoord 5

Executive Summary 7

1 | Inleiding 8

2 | Kansen en knelpunten 11
2.1 | Verbeterde instroom – scheefgroei student/stafratio 11
2.2 | Landelijke organisatie – wiskundeclusters en PWN 12
2.3 | Wiskunde, maatschappij en innovatie 14
2.4 | Vrij wiskundig onderzoek 19

3 | Conclusies en aanbevelingen 21

Appendix 1| Resultaten Masterplan Toekomst Wiskunde 1.0 (2008) 22

Voorwoord

Leven met wiskunde, Leve de Wiskunde!

Ons levenspad is bezaaid met wiskunde. Al voor de basisschool leren we tellen, daarna volgt het rekenen, en op de middelbare school bekwamen we ons in het logisch redeneren. In ons dagelijks leven wordt wiskunde, al dan niet verborgen, overal gebruikt: als we telefoneren, de computer gebruiken, geld pinnen, het ziekenhuis bezoeken of plannen maken voor ons pensioen. De wiskundige processen die deze dagelijkse handelingen mogelijk maken zijn vaak onzichtbaar, net als de zuurstof die we inademen. Je realiseert je niet dat het er is, maar we hebben het wel nodig. De realiteit is dat wiskunde de basis is voor de maatschappij van de 21ste eeuw.

In de 21e eeuw zal eens temeer blijken dat wij leven in een wereld van toenemende globalisering en concurrentie waarin het verdienvermogen van onze samenleving meer dan ooit op de proef zal worden gesteld. Wij kunnen dit verdienvermogen alleen maar verbeteren door continue innovatie. Nederland heeft daarom hooggekwalificeerde ingenieurs, natuurkundigen, scheikundigen en biologen hard nodig. De toekomst van onze economie, en dus die van ons gehele land, hangt af van hoe competitief we zijn in een snel veranderende, uiterst complexe en constant innoverende markt.

De Nederlandse overheid, bedrijven, universiteiten en kennisinstellingen hebben recent hun krachten gebundeld door plannen te maken voor onderzoek, ontwikkeling en innovatie binnen negen topsectoren. Dit creëert momentum om bij de wereldtop te blijven behoren. Om tot oplossingen van de meeste maatschappelijke problemen te komen, moeten we zeer geavanceerde wiskunde toepassen en zelfs totaal nieuwe wiskunde ontwikkelen.

Al deze inspanningen en investeringen zullen echter nutteloos blijken als we jonge mensen niet kunnen bewegen om voor een bèta- of technische studie te kiezen. Het is dan ook niet verwonderlijk dat wiskunde net een verplicht vak is geworden op de middelbare school. Ik zie een belangrijke rol voor wiskunde als motor achter de noodzakelijke veranderingen. Gelukkig kiezen steeds meer jonge mensen voor een studie wiskunde en geven daarmee aan dat ze het belang, en misschien wel de schoonheid, van wiskunde inzien.

De update van het Masterplan Toekomst Wiskunde die u in handen heeft, beschrijft de noodzakelijke maatregelen om het Nederlandse wiskunde-onderwijs en -onderzoek een stevige impuls te geven. Ik hoop van harte dat de implementatie van het Masterplan de wiskunde zal helpen de uitdagingen van de 21ste eeuw aan te pakken!

Peter Wennink
Executive Vice President and Chief Financial Officer, ASML

Executive Summary

Deze update van het Masterplan Toekomst Wiskunde[1] actualiseert de in het Masterplan geformuleerde aanbevelingen in het licht van een viertal belangrijke ontwikkelingen die hebben plaatsgevonden met betrekking tot de situatie van de Nederlandse wiskunde sedert de verschijning van het plan in december 2008:

a. Dankzij een breed palet aan inspanningen zijn de studentenaantallen in de wiskunde de laatste jaren opmerkelijk gestegen. Het aantal eerstejaars is nagenoeg verdrievoudigd. De omvang van de wiskundestaf is daarentegen vrijwel gelijk gebleven.
b. De toppen van het Nederlandse wiskundelandschap zijn gerepresenteerd in de zogenaamde wiskundeclusters. Een vierde cluster is opgericht in 2009 (het stochastiekcluster STAR). Deze clusters draaien momenteel op een tweejarige overbruggingsfinanciering van NWO.
c. De Nederlandse wiskunde heeft zichzelf georganiseerd in het Platform Wiskunde Nederland (PWN) en de nationale onderzoekschool WONDER.
d. Het Transferpunt Wiskunde & Innovatie is in oprichting. Dit nationale loket voor de industrie, MKB en maatschappelijke partners zal de overdracht van wiskundekennis en de aansluiting bij de Topsectoren faciliteren.

De hoofdaanbeveling van deze update is om het **wiskunde-onderzoek op nationaal niveau te versterken.** Wiskunde is een *enabling technology* en staat aan het begin van de kennisketen. Wiskundige technieken uit de optimalisatie, analyse, stromingsleer en statistiek staan aan de basis van vrijwel alle Nederlandse technologische innovaties. Als zodanig representeert de wiskunde een vitale schakel in de Nederlandse kennisinfrastructuur. Het wiskundig toponderzoek in Nederland levert belangrijke bijdragen aan de internationale wetenschappelijke ontwikkelingen en levert know-how die noodzakelijk is om adequaat te kunnen inspelen op technologische doorbraken. Investeren in wiskunde is investeren in denkkracht die innovatie in de toekomst mogelijk maakt.

Door bezuinigingen in de afgelopen decennia staat de internationale positie van de Nederlandse wiskunde, en daarmee de Nederlandse kennisinfrastructuur, onder druk. De wiskundegemeenschap heeft dit tot dusverre kunnen opvangen door haar krachten te bundelen via de clusters. Het stilvallen van de clusters zodra de huidige overbruggingsfinanciering eindigt zal de wiskunde ernstig verzwakken. Een snelle en langlopende investering in wiskundeonderzoek is dringend gewenst.

Voor de versterking van het wiskundeonderzoek op nationaal niveau zijn onze hoofdaanbevelingen:

1. bestendige financiering voor het wiskundige toponderzoek in wiskundeclusters;
2. verhoging van het NWO wiskundebudget.

De realisatie van deze aanbevelingen zal tevens een flinke impuls geven aan de **impact van wiskunde in de maatschappij.**

1 Masterplan Toekomst Wiskunde. Arjen Doelman et al., Den Haag, 2008.

1 | Inleiding

Hoe betrouwbaar is de versleuteling van een website? Hoe minimaliseren we de bestralingstijd in scanners of het besmettingsgevaar met resistente ziekenhuisbacteriën? Hoe ontwerpen we robuuste electriciteitsnetwerken en energienetwerken die bestand zijn tegen grote variaties in de aanvoer? Hoe benutten we het spoornetwerk optimaal? Dit zijn maar enkele van de vele belangrijke maatschappelijke en technologische problemen die Nederlandse wiskundigen in de afgelopen jaren hebben opgelost.

Raadsel: waar is de wiskunde?

Figuur 1 | **Wiskunde om ons heen**

Eigentijds wiskunde-onderzoek staat aan de basis van vrijwel iedere technologische innovatie. Veel producten om ons heen zouden niet bestaan zonder de wiskundige kennis die hun constructie en functioneren mogelijk maakt. Dagelijks maken we gebruik van geavanceerde wiskundige technologieën zonder daarbij stil te staan: als we internet gebruiken (discrete wiskunde, stochastiek), naar het weerbericht luisteren en autorijden (partiële differentiaalvergelijkingen en numerieke wiskunde), geld opnemen of internet surfen (cryptografie en getaltheorie), en zelfs als we in de supermarkt onze boodschappen doen (optimalisering). Al deze toepassingen zijn onmogelijk zonder efficiënte numerieke algoritmen, moderne coderingstechnieken, veelzijdige simulatietools en geavanceerde optimaliseringsmethoden. Kijk om je heen en streep alles weg dat op wiskunde is gebaseerd, en je wordt ver in de tijd teruggeworpen. Zie Figuur 1 en de trailer "Wiskunde is overal".[2]

Het ontwikkelen van succesvolle toepassingen is onlosmakelijk verbonden met vooruitgang in de wiskunde. Hoe en wanneer abstracte resultaten uit wiskundig onderzoek hun weg vinden naar toepassingen is een onvoorspelbaar en onbestuurbaar proces. Een fraai voorbeeld van een belangrijk toepasbaar resultaat dat is ontdekt door nieuwsgierigheidsgedreven onderzoek is het bekende "LLL-algoritme".[3] Dit algoritme is ontwikkeld door de drie wiskundigen Arjen Lenstra (destijds bij Bell Labs), Hendrik Lenstra en László Lovász (een voormalig onderzoeker van Microsoft), die min of meer toevallig bijeenkwamen vanuit zeer verschillende vraagstellingen.[4] Dit algoritme test nu de veiligheid van elke geldtransactie! Een ander prominent voorbeeld is de ontwikkeling van het ICCG algoritme door Henk van der Vorst en Koos Meijerink in 1977.[5] Tegenwoordig is ICCG een onmisbaar bestanddeel van virtuele ontwerpomgevingen die in de gehele wereld en in alle takken van de industrie gebruikt worden.

In de laatste vijf jaar zien we een opmerkelijke toename van het aantal wiskundestudenten in Nederland. Dit is mede een gevolg van een reeks initiatieven die de wiskunde in de schijnwerpers zetten, variërend van de introductie van Wiskunde D op het vwo tot de bekroonde blog van de Wiskundemeisjes.[6] De jaarlijkse studiegroep "Wiskunde en Industrie"[7], waarin wiskundigen uit het hele land een week lang samenkomen om wiskundige problemen aangedragen door de industrie op te lossen, laat meer dan eens zien dat wiskunde breed toepasbaar is. Ook in de populaire media is wiskunde de laatste jaren goed vertegenwoordigd met de regelmatige optredens van Robbert Dijkgraaf en Ionica Smeets bij *De Wereld Draait Door*, wetenschappelijke lezingen door toonaangevende wiskundigen in Paradiso en bij het Lowlands festival, de televisieserie *Numb3rs*, maar ook initiatieven vanuit de industrie zoals Jet-Net. Daarnaast heeft het Platform Bèta en Techniek een

2 http://www.platformwiskunde.nl/home_pwn_trailer_wiskunde_is_overal.htm.

3 Factoring polynomials with rational coefficients. A.K. Lenstra, H.W. Lenstra, Jr., L. Lovász, Mathematische Annalen, 261, 515-534, 1982.

4 The LLL Algorithm: Survey and Applications. P.Q. Nguyen, B. Vallée (eds.), Springer Verlag, 2010.

5 An iterative solution method for linear equation systems of which the coefficient matrix is a symmetric M-Matrix. J.A. Meijerink and H.A. Van der Vorst, Math. Comp., 31:148-162, 1977.

6 www.wiskundemeisjes.nl.

7 www.win.tue.nl/oowi/.

zeer positieve rol gespeeld in de algemene beeldvorming rond de exacte wetenschappen en de techniek.[8]

De verheugende toename van de studenteninstroom heeft als keerzijde dat de onderwijsdruk bij de stafmedewerkers snel is toegenomen. Het aantal eerstejaars is in vijf jaar bijna verdrievoudigd terwijl de staf vrijwel gelijk is gebleven (zie paragraaf 2.1). In combinatie met recente bezuinigingsronden en vacaturestops aan diverse wiskunde-instituten is een significante krimp in onderzoekscapaciteit het onvermijdelijke gevolg. De eerste tekenen dat de impact van het Nederlandse wiskundig onderzoek achteruitgaat dienen zich reeds aan.[9]

In het Masterplan Toekomst Wiskunde (zie voetnoot 1), dat op 12 december 2008 aan de Minister van OCW is gepresenteerd, zijn aanbevelingen geformuleerd om de kwaliteit van de Nederlandse wiskundebeoefening op de middellange termijn te waarborgen en waar mogelijk te versterken. Dit rapport was een natuurlijke opvolger van het rapport "Nieuwe Dimensies, Ruimer Bereik"[10], waarin de vorming van onderzoeksclusters werd aanbevolen. De belangrijkste aanbevelingen uit het Masterplan zijn de continuering van de toenmalige drie clusters alsmede de oprichting van een vierde cluster op het gebied van de stochastiek, een verhoging van het NWO wiskundebudget via de Vernieuwingsimpuls en Vrije Competitie, het opleiden van hooggekwalificeerde wiskundeleraren, meer aandacht voor de aansluiting tussen het vwo en de universiteiten, en de oprichting van een nationaal platform voor de Nederlandse wiskunde. Zie appendix 1 voor de actuele stand van zaken met betrekking tot de aanbevelingen in het Masterplan.

Enkele van deze aanbevelingen kon zonder financiële bijdragen vanuit de Ministeries van OCW en EL&I worden gerealiseerd. In 2010 is het Platform Wiskunde Nederland opgericht.[11] Omstreeks dezelfde tijd zijn ook de nationale onderzoeksschool WONDER en het stochastiekcluster STAR opgericht. Het cluster is opgericht met financiering van NWO-EW. Helaas wachten de overige aanbevelingen nog steeds op financiering, en derhalve op uitvoering.

Teneinde op de langere termijn innovatief te blijven en onze concurrentiepositie ten opzichte van het buitenland niet te verspelen is het dringend nodig de achterblijvende investeringen op peil te brengen (zie paragraaf 2.2 en 2.3). Wiskunde-onderzoek vereist geen dure apparatuur. De relatief bescheiden vereiste maatregelen leveren een enorme netto winst op.

8 http://www.platformbetatechniek.nl/publicaties.html/publication/27-zekeringen-voor-de-toekomst/show/all.

9 Wetenschap-, Technologie & InnovatieIndicatoren. C.-J. Jager et al., nov. 2011.

10 Nieuwe Dimensies, Ruimer Bereik. OOW-Nota, 2002.

11 http://www.platformwiskunde.nl/.

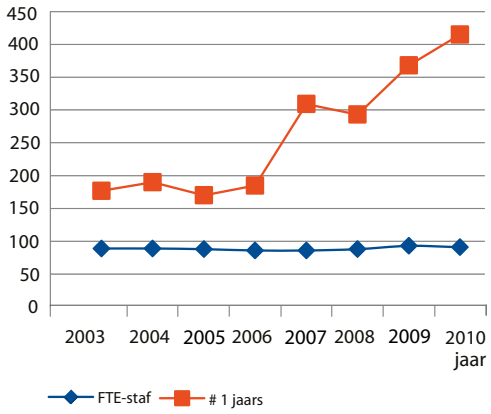
2 | Kansen en knelpunten

2.1 | Verbeterde instroom – scheefgroei student/stafratio

Na een lange periode van gestage terugloop zit de instroom van wiskudestudenten sinds enige jaren enorm in de lift (zie figuur 2).[12] In 2011 begonnen ongeveer 500 eerstejaars aan hun studie wiskunde, hetgeen bijna een verdriedubbeling is ten opzichte van het niveau van 2002. Het totale volume wiskundestudenten (bachelor en master) is eveneens sterk gestegen, van ongeveer 1400 studenten in 2006 naar bijna 2200 studenten in 2010. Dankzij de vele outreach-activiteiten, genoemd in de introductie, is het imago van de wiskunde verbeterd. Het is weer *cool* om wiskunde te studeren! Dit is een uitstekende zaak voor de kenniseconomie, waar al jarenlang een groot tekort aan wiskundigen en wiskundig ingenieurs bestaat.[13]

In reactie op de destijds dalende studenten-aantallen zijn vele universitaire wiskunde-posities in de loop der jaren wegbezuinigd, en is de omvang van de beroepsgroep fors geslonken.[14] De studentenaantallen zijn nu weer terug op het niveau van eind jaren '80, terwijl de omvang van de staf in deze periode gehalveerd is.

Met de financiering van de wiskundeclusters is de gestage daling van de Nederlandse wiskunde onderzoeksstaf weliswaar tijdelijk een halt toegeroepen (zie figuur 2). De clusters hebben een sleutelrol gespeeld bij het behouden en aantrekken van jong toptalent voor Nederland. Dit heeft mede bijgedragen aan de stabilisering van het aantal wiskunde-onderzoeksposities. Het tijdelijke karakter van de financiering van de clusters heeft deze ontwikkeling echter doen haperen. De overbruggingsfinanciering van de clusters in 2011 is met name gebruikt voor promovendi en postdocs, en niet voor de broodnodige uitbreiding van het aantal tenure trackers.



Figuur 2 | **Het totaal aantal eerstejaars wiskunde studenten en de vaste onderzoeks-fte (UD, UHD, HL) aan de Nederlandse universiteiten: UvA, VU, UU, UL, TUD, TU/e, UT, RU en RUG.**[15] [16]

12 Masterplan Toekomst Wiskunde. Arjen Doelman et al., den Haag, 2008, pg. 12.
13 De toekomst van het wiskunde-onderzoek in Nederland, KNAW-ARW verkenning, 1999.
14 Masterplan Toekomst Wiskunde. Arjen Doelman et al., den Haag, 2008, Figuur 2 pg. 13.

15 QANU research review of applied mathematics. QANU, April 2010.
16 Research review of mathematics during 2003-2008 at the six Dutch universities. June 2010.

De stabilisering van de staf is verheugend in het licht van de daaraan voorafgaande periode van krimp, maar zij is niet toereikend om de huidige grote instroom adequaat te kunnen opvangen. Overdracht van wiskundig inzicht is een tijdsintensief proces, en juist dit verkregen inzicht maakt afgestudeerde wiskundigen zo waardevol en universeel inzetbaar. Bij de huidige student/stafratio staat dit kwaliteitsaspect van de opleiding onder druk.

Wiskunde-onderzoekers zijn het stadium van gezonde drukte inmiddels wel gepasseerd. Verhoogde onderwijslast vertaalt zich direct in minder tijd voor onderzoek, en de eerste tekenen van een dalende impact van de Nederlandse wiskunde worden zichtbaar (zie voetnoot 9). Door dalende inkomsten uit onderwijs- en onderzoeksinspanningen en uit promotiepremies is het vooralsnog niet mogelijk gebleken de toenemende studentenaantallen te vertalen in groei van de staf. Bovendien voert het merendeel van de universiteiten op dit moment een zeer terughoudend aannamebeleid of kent een algehele vacaturestop. Dit laatste heeft nog een ander ongewenst effect: jonge talentvolle onderzoekers die een wetenschappelijke carrière ambiëren dreigen buiten de boot te vallen of wijken uit naar het buitenland. Hier werd in het rapport "Nieuwe Dimensies, Ruimer Bereik" uit 2002 (zie voetnoot 10) al voor gewaarschuwd. Internationaal loopt Nederland ver achter bij de investeringen in de wiskunde[17] en het is nu zaak om snel in actie te komen!

17 Masterplan Toekomst Wiskunde. Arjen Doelman et al., den Haag, 2008, Tabel 1, pg. 11.

2.2 | Landelijke organisatie – wiskundeclusters en PWN

2.2.1 | De wiskundegroepen aan de Nederlandse universiteiten zijn betrekkelijk klein. De wiskunde zelf is echter breed en kent vele specialisaties, elk essentieel voor een eigen keur aan toepassingen. In het rapport "Nieuwe Dimensies, Ruimer Bereik" (2002, zie voetnoot 10) is daarom gepleit voor thematische concentratie van het Nederlandse wiskunde-onderzoek. Dit kreeg in 2005 gestalte met de oprichting van de drie wiskundeclusters DIAMANT (discrete en algoritmische wiskunde), GQT (meetkunde en quantumtheorie) en NDNS+ (dynamische systemen). De clusters hebben geleid tot een duidelijke profilering en concentratie in het onderzoek en verbeterde landelijke samenwerking, zowel tussen onderzoekers werkzaam in dezelfde gebieden op verschillende universiteiten, als tussen verschillende disciplines. De thematisch georganiseerde wiskundeclusters vormen de zwaartepunten van het Nederlandse wiskundelandschap en het cement van het wiskunde-onderzoekshuis, en spelen een cruciale rol om kritische massa te geven aan het wiskunde-onderzoek in Nederland.

De Nederlandse wiskunde-clusters zijn zowel nationaal als internationaal een uniek concept dat focus en kritieke massa biedt waarmee de wiskunde haar slagkracht heeft versterkt en duidelijke keuzes heeft gemaakt. Dit landelijk georganiseerde wiskunde-onderzoek moet dan ook rechtstreeks op nationaal niveau worden ondersteund. De continuïteit van alle clusters is momenteel uiterst onzeker. Nadat de basisfinanciering in 2011 ten einde liep, heeft NWO de clusters overeind gehouden met een overbruggingsfinanciering van twee

jaar. Het stilvallen van de clusters door het opdrogen van financiering zou een zware slag zijn voor het Nederlandse wiskunde-onderzoek en het werk van vele jaren ongedaan maken.

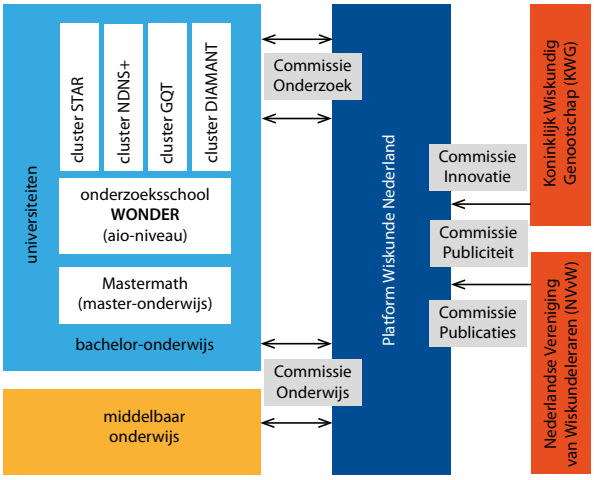
Een lange-termijn investering in de clusters is noodzakelijk om optimaal effect te hebben. Alleen zo kunnen de clusters een sleutelrol spelen in het op peil houden van de onderzoeksstaf. Tenure-trackposities vragen immers een langere financieringshorizon.

De thematische indeling van de clusters is niet uit steen gehouwen. In 2013, als de overbruggingsfinanciering ten einde loopt, bestaan drie van de vier clusters acht jaar. Dit is een goed moment voor een thematische en dynamische heroverweging, bijvoorbeeld door een nieuwe call door NWO te doen uitgaan.

2.2.2 | In navolging van de aanbevelingen van het Masterplan 2008 is de Nederlandse wiskunde ontsnipperd met de oprichting van het Platform Wiskunde Nederland (PWN) en de landelijke onderzoekschool WONDER (zie figuur 3).

Het PWN is opgericht door de beroepsverenigingen op het gebied van de wiskunde, het Koninklijk Wiskundig Genootschap (KWG) en de Nederlandse Vereniging van Wiskundeleraren (NVvW). Hiermee is één landelijk orgaan ontstaan dat de wiskundebeoefening in Nederland ondersteunt, coördineert en stimuleert, de belangen van de wiskunde in de maatschappij behartigt, en als spreekbuis, aanspreekpunt en adviesorgaan voor de wiskunde fungeert.

De centrale actoren binnen PWN zijn een vijftal commissies: Commissie Onderwijs, Commissie Onderzoek, Commissie Innovatie, Commissie Publiciteit en Commissie Publicaties (zie figuur 4). PWN wordt door NWO ondersteund via een meerjaren convenant. Het Platform werkt in interactie met de uitvoerende instellingen op het gebied van de wiskunde: het middelbaar onderwijs, de universiteiten, de onderzoeksinstituten, alsmede met interuniversitaire organen als Mastermath (dat het Masteronderwijs in de wiskunde nationaal organiseert en coördineert), de Wiskunde Onderzoekschool WONDER (die zich richt op het onderwijs aan promovendi), en de vier wiskundeclusters (die zich richten op het onderzoek in de wiskunde). We steunen de recente plannen om WONDER en MasterMath bestuurlijk samen te voegen.

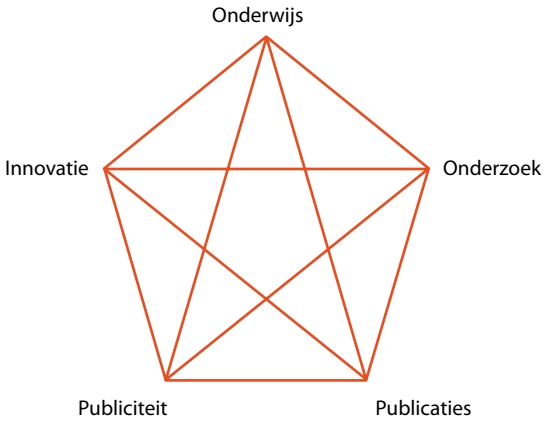


Figuur 3 | **Schematisch overzicht van de huidige organisatie van de wiskunde.**

De aanbeveling uit het Masterplan om een nationaal Transferpunt Wiskunde & Innovatie (TWI) op te richten en onder te brengen in PWN is thans in uitvoering (zie paragraaf 2.3

voor meer details rond het TWI), maar is nog niet gerealiseerd vanwege het gebrek aan financiële middelen.

Met de oprichting van PWN, WONDER en de vier clusters is de wiskundegemeenschap optimaal gepositioneerd om in te springen op nationale en internationale ontwikkelingen. De *best practice* waarbij een relatief kleine discipline als de wiskunde zich nationaal organiseert, zowel in onderzoek als onderwijs, maakt nationale financiering ook een logische vervolgstap.



Figuur 4 | **De vijf commissies van PWN.**

2.3 | Wiskunde, maatschappij en innovatie

Wiskunde is de "spin in het web" van de kenniseconomie. Lastig voor de beeldvorming bij het brede publiek en de overheid is dat de wiskunde vaak "onder de motorkap" verborgen zit. Een twintigtal leiders van grote multinationals (waaronder Allianz, Bayer, Daimler, Deutsche Bahn, Deutsche Bank, IBM, Lufthansa, Shell, Siemens) zette in het recent verschenen boek *Mathematik otor der Wirtschaft*[18] uiteen welke sleutelrol de wiskunde in hun bedrijf vervult. Uit hun bijdragen komt duidelijk naar voren hoezeer wiskundigen een schakel vormen in de keten van innovatie en onderzoek. Het betreft hier vaak toepassingen van ultramoderne wiskundige methoden. Uit het voorwoord van het boek citeren we:

"*Wiskunde levert de sleutel voor baanbrekende innovaties: zij is een belangrijke productie- en concurrentiefactor. Zij maakt vele producten en diensten überhaupt mogelijk, en andere worden door wiskunde beter gemaakt. Geen hightech zonder wiskunde! Daarom hebben we meer wiskundigen, ingenieurs en gekwalificeerde werkers nodig, zodat wiskundige oplossingen kunnen worden omgezet naar producten, methoden en diensten." (vertaling redactie).*

Deze boodschap spreekt eveneens uit recente Nederlandse[19] [20] [21] en Europese[22] publicaties. In een viertal kaders geven we recente voorbeelden van wat wiskunde Nederland heeft opgeleverd. Hierbij overtreft het maatschappelijke effect zelfs vaak het economische. De kenniseconomie vraagt om steeds

18 Mathematik - Motor der Wirtschaft. Initiative der Wirtschaft zum Jahr der Mathematik. G.-M. Greuel, R. Remmert, G. Rupprecht (eds.), Springer Verlag, 2008.
19 Math Inside: verrassende wiskunde. R.M.M. Mattheij, LIME TU/e, 2008.
20 Opgelost! Toepassing van wiskunde en informatica. Bennie Mols, Diemen 2006.
21 De Nederlandse Wetenschapsagenda. KNAW, 2011, http://www.knaw.nl/Pages/DEF/27/166.bGFuZz1OTA.html.
22 European Success Stories in Industrial Mathematics. T. Lery et al. (editors), 2012.

Sneldiagnostiek voor kanker: een wiskundige oplossing voor een maatschappelijk probleem

Richard Boucherie (Universiteit Twente)

Iemand die mogelijk kanker heeft, zit na het medisch onderzoek enkele weken in spanning te wachten op de uitslag. En met hem nog 7 andere personen uit familie en vriendenkring. Als hun onzekerheid zo snel mogelijk kan worden beëindigd met een positief bericht, heeft dat ook een gunstig effect op de arbeidsproductiviteit.
In 2009 werd in Nederland bij ruwweg 540.000 mensen een onderzoek gedaan naar mogelijke kanker. In ongeveer 480.000 gevallen werd een negatieve diagnose gesteld: bij hen werd dus geen kanker geconstateerd. Als de patiënt en zijn omgeving geen drie weken maar één week hoeft te wachten op de diagnose, is dat zowel psychologisch als maatschappelijk en economisch van belang. Immers, dan wachten 8 maal 480.000 mensen twee weken minder op een negatieve diagnose en pakken zij twee weken eerder de draad weer op. Dat resulteert in een besparing van 7.7 miljoen wachtweken per jaar. Wanneer we ervan uitgaan dat van de Nederlandse bevolking één op de vier personen werkt tegen gemiddelde weekkosten van 1000 euro per persoon, en dat tijdens het wachten op een diagnose de arbeidsinzet van wachtenden halveert, dan hebben we het over onnodig gederfde arbeid van bijna 1 miljard euro per jaar. Voor dit probleem heeft het kenniscentrum CHOIR (Center for Healthcare Operations Improvement and Research) van de Universiteit Twente in samenwerking met ziekenhuizen wiskundige oplossingen ontwikkeld en met succes geïmplementeerd in het planproces.

meer wiskundigen, ook in sectoren waar dit traditioneel minder het geval was.

Binnen de *life sciences* bijvoorbeeld zien we op academisch niveau een sterke toename in het gebruik van wiskundige technieken. De lange-termijn ambitie van het Masterplan Bèta en Technologie[23], recentelijk opgesteld door de negen topsectoren, is dat in 2025 40% van alle afgestudeerden een bèta- en technologie-opleiding heeft genoten. Deze ambitie is niet haalbaar zonder goed wiskunde-onderwijs. Dit begint bij goed wiskunde-onderwijs op het vwo, dat aan de basis staat van iedere bèta-studie. Peter Wennink, CFO van ASML, zegt hierover:
"*Als je nu hoort dat Nederland uit de top 10 van het wiskunde-onderwijs valt... Dat is een nagel aan de doodkist. Dat is dood- en doodzonde... Wiskunde-onderwijs moet bovenaan staan.*"

Om de kwaliteit van het wiskundeonderwijs te waarborgen is het wenselijk dat in iedere wiskundesectie op het vwo één of meerdere academisch geschoolde leerkracht werkzaam zijn. Deze docenten staan verder boven de lesstof en weten hoe die in een universitaire vervolgstudie gebruikt zal worden. De

23 Naar 4 op de 10. Meer technologie in Nederland. Masterplan Bèta en Technologie, 2012.

Transmissie van vee-gerelateerde MRSA in Nederlandse ziekenhuizen

Martin Bootsma (Universiteit Utrecht en Universitair Medisch Centrum Utrecht)

De 'ziekenhuisbacterie' MRSA (voluit methicilline-resistente Staphylococcus aureus) is al tientallen jaren een bekende voor Nederlandse ziekenhuizen. Patiënten van wie wordt vermoed dat ze de bacterie bij zich dragen, worden geïsoleerd om verdere verspreiding te voorkomen.
Dat gebeurt sinds 2006 ook bij ziekenhuispatiënten die beroepsmatig contact hebben met varkens of kalveren. Sinds 2005 is namelijk bekend dat een genetisch andere MRSA-stam veel voorkomt bij varkens en kalveren en bij mensen die intensief contact hebben met deze dieren. Maar is deze preventieve isolatie ook echt nodig?
Om die vraag te beantwoorden moest de verspreidingscapaciteit van vee-gerelateerde MRSA in Nederlandse ziekenhuizen worden bepaald. Daartoe verzamelde Marjan Wassenberg, een internist-infectioloog, data over de grootte van MRSA-uitbraken. Een statistische analyse van de verspreidingscapaciteit bleek met bestaande methoden niet mogelijk. Maar met resultaten uit de wachtrijtheorie ontwikkelden wiskundigen van het Utrecht Center for Infection Dynamics een nieuw transmissiemodel. Toen zij de data met behulp van dit model analyseerden, werd duidelijk dat de vee-gerelateerde MRSA zich veel minder goed verspreidt dan de ziekenhuis-gerelateerde stammen. Het nut van preventieve isolatie van patiënten met beroepsmatig contact met varkens of kalveren, kwam daarmee ter discussie te staan. Om nog meer helderheid te krijgen worden nu data verzameld die in de context van het wiskundige model nog meer informatie bieden.

aanbeveling van het Masterplan om een eerstegraadsbevoegdheid te verbinden aan het bachelordiploma met educatieve minor blijven we derhalve ondersteunen. Eventueel kan deze maatregel van een tijdelijk karakter zijn tot de tekorten zijn aangezuiverd.
Wiskunde is één van de *enabling technologies* van de 21ste eeuw. Wiskundigen in universiteiten, kennisinstituten en hogescholen werken succesvol samen met een groot aantal bedrijven, ziekenhuizen en (semi-)overheidsinstellingen op een breed gebied van onderwerpen in alle topsectoren van de Nederlandse economie, en leveren hierin een grote toegevoegde waarde. De sterke toename van het aantal eerstejaars wiskundestudenten zal leiden tot een groot aantal hooggekwalificeerde arbeidskrachten die door hun wiskundige achtergrond breed inzetbaar zijn. Afgestudeerde wiskundigen hebben een uitstekend carrièreperspectief en belanden op sleutelposities in de maatschappij. Alexander Rinnooy Kan, voorzitter van de Sociaal Economische Raad (SER) en zelf een gepromoveerde wiskundige, zegt hierover:

"*De wiskunde is een goede basis voor veel verschillende activiteiten. Niet alleen voor de wiskunde zelf. Dat heeft ermee te maken dat je in de wiskunde-opleiding leert abstract te denken, logisch te redeneren, afstand te nemen, je te*

concentreren. Dat zijn allemaal maatschappelijk hele nuttige kwaliteiten."[24]

Innovatie is een *bottom-up* proces, dat staat of valt met goede persoonlijke contacten en een pro-actieve houding, interesse in toepassingen en een breed overzicht van wiskundige technieken. Wiskundige technologie kan veel bijdragen om processen efficiënter te laten plaatsvinden en effecten te begrijpen in complexe situaties. Zowel wiskundigen als industrie en kennisinstellingen hebben veel te winnen in dergelijke samenwerkingen. De investering in wiskunde-onderzoek waar deze update van het Masterplan Toekomst Wiskunde om vraagt, zal ook tijd bij onderzoekers beschikbaar maken om in dergelijke toepassingen te investeren.

De recent aangewezen topsectoren zullen een groot effect hebben op het wetenschappelijke onderzoekslandschap in Nederland. Wiskunde draagt bij aan alle maatschappelijke thema's die in de topsectoren zullen worden aangepakt. Tabel 1 geeft een lijst van participerende bedrijven die de wiskunde actief steunen. Deze lijst representeert toepassingen van wiskundig onderzoek uit het heden en verleden, en geeft weer hoe breed inzetbaar wiskunde is. Binnen de topsectoren trekt de Nederlandse wiskunde samen op met de ICT en heeft bijgedragen aan de *Roadmap ICT for the TOPsectors*.[25] Deze roadmap maakt

24 Uitzending HUMAN, Profiel 5 februari 2012.

25 Roadmap ICT for the TOPsectors. Peter Apers et al., 2012.

Liquigas

Wil Schilders (Technische Universiteit Eindhoven)

De Topsector Energie heeft aandacht voor zowel traditionele processen als voor groene initiatieven. In dit kader is vloeibaar aardgas voor Nederland een belangrijke industriële groeisector, met onder andere nieuw gebouwde speciale terminals op de Maasvlakte en een recent gestarte Stichting LNG (Liquified Natural Gas) die het onderzoek op dit gebied coördineert. Bedrijven als Stirling Cryogenics, Stork, Shell en Imtech hebben grote belangstelling.
Een van de uitdagingen is om materialen als koolzuur en vloeibaar aardgas op zeer lage temperatuur te krijgen, met behulp van zogeheten cryogene apparatuur. Wiskundigen werken mee aan het modelleren van de werking en efficiëntie van die apparatuur. Ook onderzoeken zij de stroming van dergelijke cryogene vloeistoffen.
Een andere uitdaging ligt in de stroming en energieoverdracht van vloeibaar aardgas. De complexiteit van deze processen kan worden gereduceerd door bijvoorbeeld de driedimensionale modellen terug te brengen tot lager-dimensionale problemen, waardoor simulaties mogelijk worden. Nederlandse onderzoekers binnen de numerieke wiskunde hebben de laatste vijf jaar nieuwe 'model-order reduction'-technieken ontwikkeld die hieraan bijdragen.

onderdeel uit van de topsector High Tech Systems & Materials (HTSM), maar doorsnijdt alle topsectoren. Dankzij de thematische organisatie van de Nederlandse wiskunde via de clusters, zoals beschreven in paragraaf 2.2, is de expertise optimaal gebundeld om de grote technologische uitdagingen aan te pakken. Wat vooralsnog ontbreekt is een aanspreekpunt voor de partners in industrie, MKB en maatschappij.

Eén van de aanbevelingen in het Masterplan Toekomst Wiskunde is de oprichting van het Transferpunt Wiskunde & Innovatie (TWI).

Tabel 1 | **Overzicht van bedrijven die wiskunde gebruiken in de diverse topsectoren in samenwerking met universiteiten, instituten en wiskundeclusters.** * = Bedrijf heeft een Letter of Intent afgegeven.

Topsector	Academies	Bedrijven
HTSM (High Tech Systemen en Materialen)	3TU	Philips, KPN, Thales, Surfnet, Belastingdienst
	CWI	IBM, Ericsson, Mobilaria
	DIAMANT	Munisense, ADT
	NDNS+	TNO, Belastingdienst, Logius, DigiD
	STAR	Microsoft, Philips Research, Lucent
		ASML, Océ
		Philips Lighting, Philips Healthcare
		LMS Leuven (automotive)
		Tejin Twaron, NXP
		Thales, Irdeto, Civolution
Life Sciences & Health	3TU	Philips Healthcare, Philips Research
	CWI	Sapiens (afsplitsing Philips)
	NDNS+	Medtronic, NRG*
	STAR	CHDR, RIVM, UMC's
		3WIN (Be), NKI-AVL*
Energie	3TU	Kema, ECN*, NRG*, Shell
	CWI	VORtech BV*
	NDNS+, GQT	RWE, Essent, Gasterra
Logistiek	3TU	NS (planning), NSReizigers, Politie
	CWI	Vanderlande Industries, RAV Amsterdam
	DIAMANT	RAV Gooi & Vechtstreek, RAV Utrecht
	STAR	GGD Flevoland, Connexxion
		CityGIS, RIVM
		Synopsis Inc., NLR, Keygene Ortec*, Omnitrans, Goudappel & Coffeng
Water	3TU	VORtech BV* Plaxis*
Chemie	3TU	Exxon mobile Chemical*
		Almatis*, Culgi BV*

Automatisch ontwerp van analoge chips

Marjan van den Akker, Rob H. Bisseling en Bas Fagginger Auer (Universiteit Utrecht), Frederik von Heymann (Technische Universiteit Delft), Tobias Müller (Centrum Wiskunde & Informatica)

Behalve de digitale chips die we kennen uit computers, bestaan er ook analoge chips. Die zitten onder andere in mobiele telefoons, auto's en de OV-chipkaart, waar ze analoge omgevingssignalen omzetten in een digitaal signaal. Deze analoge chips worden -in tegenstelling tot hun digitale zusters- nog steeds met de hand ontworpen. Een waar kunststuk, want de ontwerper moet rekening houden met randvoorwaarden zoals het kleine oppervlakte en een minimum aan bochten in de verbindingen. Chipfabrikant NXP Semiconductors vroeg de Studiegroep Wiskunde met de Industrie in 2011 om een algemene berekeningsmethode voor een goed ontwerp. Het antwoord was tweeledig: 1) een prototype computerprogramma dat binnen enkele seconden een heuristische oplossing oplevert op basis van het Dijkstra-algoritme (ook toegepast in navigatiesystemen), en 2) een alternatieve, iets langzamere maar preciezere methode via lineair programmeren, waarbij de gemaakte afwijking van de optimale oplossing wordt meegeschat.
De (gedeeltelijke) automatisering van het ontwerp van analoge chips komt door deze wiskundige oplossing een stap dichterbij. Joost Rommes van NXP over deze oplossing: *"Mijn verwachtingen zijn ruimschoots overtroffen [...] De ontwerpers zijn enthousiast [...] De methoden die de wiskundigen hebben ontwikkeld zijn algemeen [...] Zo kunnen we sneller inspelen op de vragen van onze klanten." (uitspraken gedaan in: NAW 5/13 nr. 1, maart 2012, pp. 59-60, artikel Bennie Mols).*

Het Platform Wiskunde Nederland vindt dit TWI belangrijk genoeg om door te gaan met de oprichting hiervan. Ondanks gebrek aan financiering zal dit Transferpunt, vooralsnog in afgeslankte vorm, operationeel worden in 2012. Het TWI zal fungeren als aanspreekpunt voor innovatie, met name richting het MKB, de communicatie tussen wiskundigen, industrie en kennisinstellingen aansturen en activiteiten coördineren. Het TWI kan ruchtbaarheid geven aan lokale *best practice* initiatieven en contacten leggen met toepassingsgebieden, onder meer door bijeenkomsten voor het MKB te organiseren. Daarnaast kan het TWI op haar website rapporteren over de recente successen van toepassingen van wiskunde, toegespitst op de diverse toepassingsgebieden zoals bijvoorbeeld geformuleerd in de topsectoren. Dit zal de zichtbaarheid van de wiskunde vergroten, zowel richting de wiskundegemeenschap, alsook richting bedrijfsleven en scholieren.

2.4 | Vrij wiskundig onderzoek

Succesvolle toepassingen ontstaan daar waar een goede balans bestaat tussen theorie en praktijk. Fundamentele wetenschap is de motor achter de toepassingen, en dit geldt bij uitstek voor de wiskunde. Innovaties zijn vaak het verlengstuk van onverwachte

theoretische doorbraken, waarbij creativiteit en nieuwsgierigheid de drijfveer was, niet de aansturing van buitenaf. Het LLL-algoritme is al genoemd als een mooie illustratie van dit proces. Een bloeiende onderzoekscultuur is bovendien van essentieel belang om op de hoogte te blijven van de laatste ontwikkelingen in het vakgebied, in te kunnen spelen op nieuwe ontwikkelingen, en om de beste onderzoekers aan te trekken en voor Nederland te behouden.

De financiering van het fundamentele onderzoek via de eerste geldstroom is bijna geheel tot stilstand gekomen. In grote delen van de wiskunde vindt de financiering van promovendi en postdocs nagenoeg geheel plaats via de tweede geldstroom (NWO en EU); via de derde geldstroom, waar de focus meer ligt op toepasbaar onderzoek, is het lastig om financiering voor theoretisch wiskunde-onderzoek te vinden. Op nationaal niveau wordt fundamenteel onderzoek vooral ondersteund middels de Vrije Competitie en de Vernieuwingsimpuls van NWO. Ook de clusters concentreren zich op zuiver onderzoek, met name in de bredere relatie tot toepassingen en/of andere wetenschapsgebieden. Zo vormt het als excellent geëvalueerde cluster GQT ("Geometry and Quantum Theory") een brug tussen het nieuwsgierigheidsgedreven onderzoek in de meetkunde en de theoretische natuurkunde.
Met name de Vernieuwingsimpuls heeft een significante impact op het niveau van de Nederlandse wiskundebeoefening.
Naar dit unieke programma wordt in het buitenland met jaloerse ogen gekeken.
Met de oormerking van grote sommen onderzoeksgeld voor de topsectoren dreigt de financiering van het vrije onderzoek in het gedrang te raken. Afkalving van het budget voor vrij onderzoek zou tot een onwenselijke (en contraproductieve!) verschraling van het wiskundige onderzoekslandschap leiden. Jos Engelen, voorzitter van het algemeen bestuur van NWO, zegt hierover:

"*Als gevolg van de combinatie van een geleidelijk dalend NWO-budget, een toenemende oormerking daarbinnen voor vooral onderzoeksinfrastructuur en de beoogde forse toename van de bijdragen aan de topsectoren lijkt voor latere jaren een verdere krimp van de ruimte voor ongebonden wetenschappelijk onderzoek, in het bijzonder buiten de topsectoren, onvermijdelijk. Daarmee is een groeiende spanning met de brede missie van NWO en haar verantwoordelijkheid voor de volle breedte van de wetenschap zeer reëel. Dit onderstreept onze opvatting dat op termijn extra investeringen uiterst noodzakelijk zijn om ernstige schade aan het Nederlandse kennis- en innovatiesysteem te voorkomen.*"[26]

Ook de Wetenschapsagenda van de KNAW laat zien dat zuiver en toegepast onderzoek op geheel natuurlijke wijze in elkaars verlengde liggen (zie voetnoot 21).

Wij doen een krachtige oproep tot instandhouding van de Vrije Competitie en de Vernieuwings-impuls als motor van het fundamentele wiskunde-onderzoek en pleiten voor een forse injectie in deze programma's. De honoreringspercentages in beide programma's zijn erg laag en vele als "excellent" beoordeelde voorstellen kunnen niet worden gehonoreerd. Deze percentages kunnen verder dalen door de allocatie van onderzoeksgelden naar de topsectoren. Tegelijk wordt het academisch loopbaanperspectief steeds meer bepaald door succes in deze subsidieronden.

26 Propositie NWO ten behoeve van de topsectoren, Jos Engelen, Brief aan Minister Verhagen d.d. 16-02-2012.

3 | Conclusies en aanbevelingen

De wiskunde in Nederland maakt thans een aantal positieve ontwikkelingen door. De studenteninstroom stijgt enorm, de wiskundegemeenschap is uitstekend intern georganiseerd, en er is een groot potentieel vanuit de wiskunde om een stevige bijdrage te leveren aan economie en maatschappij. Sinds de verschijning van het Masterplan Toekomst Wiskunde in 2008 is de financiële positie van de wiskunde echter verder verslechterd. Door achterblijven van de capaciteit aan staf is de uitvoering van de plannen uit het voorstel zeer urgent geworden.

We presenteren nu de aanbevelingen van deze update van het Masterplan Toekomst Wiskunde. We nemen de aanbevelingen van het Masterplan, voor zover niet reeds uitgevoerd, over. In het licht van de ontwikkelingen die we in dit document hebben geschetst concentreren we deze in de vorm van **twee hoofdaanbevelingen om het nationale wiskunde-onderzoek te versterken**:

(1) garandeer een langjarige financiering voor wiskundeclusters (8 M€ per jaar);
(2) vergroot het NWO-wiskundebudget (6 M€ per jaar).

(1) Langjarige financiering voor wiskundeclusters:

Zoals uitgebreid beschreven in dit document vormen de wiskundeclusters de fundamenten van het wiskunde-onderzoekshuis in Nederland. De clusters geven kritische massa en focus aan het wiskunde-onderzoek, en zijn wereldwijd een uniek concept. Om de toekomst van het wiskunde-onderzoek zeker te stellen dienen wiskundeclusters een bestendige basisfinanciering te krijgen. Gezien de achtergebleven financiering van het Masterplan en de toegenomen studentenaantallen is deze ambitie buitengewoon urgent geworden, ook in verband met het verhogen van de studierendementen. De clusters moeten een hoofdrol krijgen in het aanstellen van getalenteerde jonge onderzoekers. NWO en PWN dienen gezamenlijk de regie, kwaliteitsbewaking, en thematische indeling van de clusters in handen te nemen.

(2) Vergroting van het NWO-wiskundebudget:

Het belang van de Vrije Competitie en de Vernieuwingsimpuls voor de wiskunde wordt breed onderkend. Hoewel de wiskunde kansen krijgt voor verhoogde financiering vanuit de Topsectoren zal dit met name gaan om toepassingen van de wiskunde die op korte tot middellange termijn effect hebben. Hiernaast blijft nieuwsgierigheidsgedreven onderzoek, dat tot belangrijke en onvoorziene toepassingen kan leiden, een *cornerstone* van het Nederlandse wiskunde-onderzoek. De taak voor NWO-EW blijft om dit onderzoek financieel te faciliteren.

De totale kosten van deze maatregelen, samen met de ongewijzigde maatregelen zoals beschreven in het oorspronkelijke Masterplan Toekomst Wiskunde, zijn op termijn 21,5 M€ per jaar. We stellen een opbouw voor van 10 M€ in 2013 naar 21,5 M€ in 2017.

Appendix 1| Resultaten Masterplan Toekomst Wiskunde 1.0 (2008)

De Wiskundegemeenschap heeft hard gewerkt aan het realiseren van de 10 ambities in het Masterplan Toekomst Wiskunde. Al datgene wat de wiskundegemeenschap *zelf* kon doen ter verwezenlijking van het Masterplan, heeft zij gedaan. Hier vatten we in het kort de belangrijkste ontwikkelingen samen.[27] De meest urgente ambities zijn nu Ambities 5 en 8.

Ambitie 1 | Verbind eerstegraads bevoegdheid aan de bachelor met educatieve minor.

[Kosten: 0 M€ per jaar]

Het gebrek aan academisch geschoolde leraren staat centraal op de agenda bij het Ministerie van OCW. In een recente call kunnen leraren zich opgeven voor een promotiebeurs, om het aantal gepromoveerde leraren op de middelbare school te vergroten.[28] Sinds twee jaar is verder een beperkte tweedegraads lesbevoegdheid wiskunde (voor de onderbouw havo/vwo en voor vmbo-tl) verbonden aan het bachelordiploma van harde technische studies gecombineerd met de educatieve minor in de bachelorfase.[29] Aanleiding voor het instellen van deze route is het grote tekort aan leraren wiskunde in het voortgezet onderwijs[30], waar in de komende 10 jaar 75% van de leraren het onderwijs verlaat. Met name de afname van academisch geschoolde wiskundeleraren is zorgelijk, en de instelling van het beroepsregister maakt het mogelijk om deze ontwikkeling goed te monitoren. Wij blijven de roep om universitair geschoolde wiskundeleraren, bij voorkeur op masterniveau, met kracht ondersteunen. Zij geven een beter beeld van wat wiskundestudenten op de universiteit kunnen verwachten, hetgeen ook de studierendementen ten goede zal komen, en zijn op inspirerende wijze onderwezen in het nut en de schoonheid van de wiskunde.

Vanwege de geringe aantallen aanmeldingen voor de universitaire lerarenopleidingen, blijven wij het voorstel een beperkte eerstegraads lesbevoegdheid te verbinden aan een bachelor-diploma wiskunde in combinatie met de educatieve minor ondersteunen. Gezien de tijdelijke en urgente aard van het lerarentekort zou het openstellen van deze route snel moeten plaatsvinden en een tijdelijk karakter kunnen hebben. Mogelijk heeft deze route ook een positief effect op de wiskunde-instroom in de bachelors. De academische lerarenopleidingen kunnen bijdragen aan het op peil houden en monitoren van het niveau van wiskundeleraren in het middelbaar onderwijs, bijvoorbeeld door specifieke inhoudelijke en didactische hiaten te signaleren en extra certificaten aan te bieden om deze hiaten op te vullen.

27 De stand van zaken rond de ambities van het Masterplan wordt bijgehouden op www.nwo.nl/nwohome.nsf/pages/NWOP_8JVLXR.

28 http://www.nwo.nl/nwohome.nsf/pages/NWOP_85DJX4.

29 www.leraar24.nl/dossier/1593.

30 http://www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/innovatie-en-ict-in-het-onderwijs/lerarentekort.

Ambitie 2 | Verbeter interactie tussen de universiteit, middelbare school en lerarenopleiding.

[Kosten: 4,5 M€ per jaar]

Deze ambitie pleit voor een betere aansluiting tussen universiteit, middelbare school en lerarenopleiding. In dit kader staan op vele universiteiten bètabrede steunpunten in de steigers, met tijdelijke financiering door het Ministerie van OCW. Deze steunpunten overkoepelen de bestaande Wiskunde D- en NLT-steunpunten die als prototype voor samenwerking vo-wo gelden. Duale aanstellingen tussen lerarenopleidingen en wiskundeafdelingen staan nog in de kinderschoenen. Onder andere het Applied Mathematics Institute 3TU-AMI, dat de samenwerking van de drie technische universiteiten vormgeeft, streeft naar dergelijke aanstellingen. Bij de meeste universiteiten zijn promotieactiviteiten gecentraliseerd, en een wiskunde-opleiding heeft zelden een eigen PR-budget. Wij blijven van mening dat PR speciaal gericht op de wiskunde noodzakelijk is voor een goede beeldvorming rond de wiskunde. De PWN Commissie Publiciteit (zie ook Ambitie 10) die zich met de PR van wiskunde bezighoudt, kan dit organisatorisch vormgeven.

Ambitie 3 | Versterk regionale en nationale samenwerking in het universitaire onderwijs.

[Kosten: 0,5 M€ per jaar]

De gewenste groei in de regionale samenwerking tussen universiteiten blijft vooralsnog beperkt tot de Amsterdamse regio (UvA-VU) en de regio Delft-Leiden (TUD-UL). De nationale samenwerking is o.m. via de clusters, het Platform Wiskunde Nederland (PWN), MasterMath en de 3TU samenwerking wél aanzienlijk toegenomen (zie ook paragraaf 2.2).

Ambitie 4: Laat universitair wiskunde-onderwijs verzorgd worden door wiskundigen.

[Kosten: 0 M€ per jaar]

Mede door capaciteitsproblemen (die wij in paragraaf 2.1 in meer detail hebben beschreven) staat het geven van wiskunde-serviceonderwijs door wiskundigen op diverse universiteiten stevig onder druk. De uitvoering van de plannen uit deze update is dus een noodzakelijke voorwaarde om deze ambitie te realiseren. De invoering van de Basiskwalificatie Onderwijs (BKO) op de universiteiten is een goede stap in de richting van verdere professionalisering van het academische wiskundeonderwijs. Dit zal ook een positief effect hebben op de studie-rendementen.

Ambitie 5: Continueer drie clusters en initieer een vierde cluster.

[Kosten: was 4.5 M€, nu 8 M€ per jaar, zie ook Aanbeveling (1)]

Zoals in meer detail beschreven in paragraaf 2.2 is het vierde cluster rond de stochastiek (STAR) inmiddels opgericht en zijn de clusters DIAMANT, GQT, NDNS+ en STAR, na zeer positief te zijn beoordeeld[31], gecontinueerd door een overbruggingsfinanciering van NWO, zij het slechts voor een periode van twee jaar en met minimaal budget. Bestendige financiering van de clusters vormt één van de hoofdaanbevelingen van deze update.

31 Evaluation, conclusions and recommendations, Mathematics Clusters 2005-2010, April 2011.

Ambitie 6: Initieer een bètabreed samenwerkingsprogramma in de Computational Science.

[Kosten: 0 M€ per jaar]

Om de in Ambitie 6 beschreven versterking van de bètabrede samenwerking in de computational science te realiseren is op 1 maart 2011 het Netherlands eScience Center[32] opgericht, met een gezamenlijke investering van zes miljoen euro per jaar door NWO en SURF (de ICT-samenwerkingsorganisatie van het hoger onderwijs en onderzoek). Het eScience Center gaat multidisciplinair en data-intensief wetenschappelijk onderzoek in Nederland versterken, en wil het gebruik van innovatieve ICT voor onderzoek stimuleren. Ook het Lorentz Center heeft een extra activiteit Computational Science.[33] Het blijft zaak om een goede rol te vinden voor de numerieke wiskunde binnen deze initiatieven.

Ambitie 7: Verhoog de participatie van vrouwen in de wiskunde.

[Kosten: 2 M€ per jaar]

Deze ambitie kon, door gebrek aan financiële middelen, niet worden gerealiseerd. Het percentage vrouwen in de wiskunde lijkt langzaam te stijgen, en de wiskunde heeft de afgelopen jaren goed gescoord binnen het NWO programma MEERVOUD. Verhoging van de participatie van vrouwen blijft een speerpunt voor de toekomst.

32 http://esciencecenter.com/.

33 http://www.lorentzcenter.nl/boardcomputational.php.

Ambitie 8: Vergroot het NWO-wiskundebudget.

[Kosten: 6 M€ per jaar, zie ook Aanbeveling (2)]

Deze ambitie is door gebrek aan financiële middelen nog niet gerealiseerd. Zie paragraaf 2.4 voor meer details.

Ambitie 9: Verbeter de contacten tussen de wiskunde en samenleving en bedrijfsleven.

[Kosten: was 1 M€ per jaar, nu 0,5 M€ per jaar]

Het gewenste Transferpunt Wiskunde en Innovatie (TWI), met als doelstelling de valorisatie van de wiskunde te versterken is een onderdeel van Platform Wiskunde Nederland (PWN) geworden (zie voetnoot 11). Vanwege ontbrekende financiële middelen is het TWI nog slechts in bescheiden mate gerealiseerd. Mede met het oog op de topsectoren is het van cruciaal belang om het TWI goed vorm te geven. Het gevraagde budget zal met name gebruikt worden om activiteiten te financieren die niet onder de topsectoren vallen, zoals voorlichting aan het MKB en aan scholieren en docenten over toepassingen van wiskunde in het bedrijfsleven en in kennisinstellingen. Zie paragraaf 2.3 voor meer details.

Ambitie 10: Organiseer de Nederlands wiskunde in WisNed.

[Kosten: 0 M€ per jaar]

Op 20 oktober 2010 is de Stichting Platform Wiskunde Nederland (PWN) opgericht (zie ook paragraaf 2.2). Een doelstelling van PWN is de zichtbaarheid van de wiskunde als zelfstandige discipline te vergroten. PWN belichaamt de wens om te komen tot één enkel gezicht voor de wiskunde dat de gehele wiskunde-beroepsgroep in Nederland vertegenwoordigt.

NWO
Nederlandse Organisatie voor Wetenschappelijk Onderzoek
Exacte Wetenschappen

platform
wiskunde nederland