



Nederlandse
Vereniging van
Wiskundeleraren

Wiskunde in het voortgezet onderwijs

(t.b.v. Curriculum.nu)

Bestuur NVvW
Platform Wiskunde Nederland
8 januari 2018

WISKUNDE IN HET VOORTGEZET ONDERWIJS

NVvW & PWN-Commissie Onderwijs
8 januari 2018

SAMENVATTING

Wiskunde is en blijft in het voortgezet onderwijs een kernvak vanwege haar waarde voor persoonlijke vorming, voor maatschappelijke toerusting en voor de voorbereiding op andere disciplines, vervolgopleidingen en beroepen. Een optimale realisatie hiervan vraagt, van vmbo tot vwo, om een kerncurriculum in de onderbouw dat een brede basis legt gericht op vorming, toerusting (waaronder gecijferdheid, statistische geletterdheid en algoritmisch denken) en fundering. In de bovenbouw vindt profilering en differentiatie plaats op basis van capaciteiten en voorkeuren van leerlingen en behoeftes van vervolgopleidingen.

INLEIDING

Het huidige curriculum van het primair en voortgezet onderwijs sluit niet meer volledig aan op wat de huidige maatschappij nodig acht. Een integrale herziening van de kerndoelen en eindtermen moet de samenhang in het onderwijs bevorderen, leerlingen optimale kansen bieden en hun de bagage meegeven die ze nodig hebben voor hun toekomst. Het Ministerie van OCW heeft daartoe de curriculumherziening *Curriculum.nu* geïnitieerd [OCW 2017]. Momenteel wordt de basis gelegd van het kerncurriculum voor het primair, voortgezet en (voortgezet) speciaal onderwijs. Er wordt een aantal ontwikkelteams ingesteld, die tot taak hebben de bouwstenen te beschrijven die de kern bevatten van wat leerlingen moeten kennen en kunnen.

De Nederlandse Vereniging van Wiskundeleraren (NVvW) is gevraagd een visiedocument aan te leveren aan het ontwikkelteam Rekenen en Wiskunde. De NVvW heeft de vraag voorgelegd aan de Commissie Onderwijs van de koepelorganisatie Platform Wiskunde Nederland (PWN) in haar rol als permanente curriculumcommissie voor wiskunde. In de hier gepresenteerde versie van het document zijn reacties van leden en werkgroepen van de NVvW verwerkt.

Dit document dient de rol van rekenen en wiskunde in het voortgezet onderwijs te karakteriseren, met speciale aandacht voor samenhang en doorlopende leerlijnen. Daarbij is de vraag ook in te gaan op de positie van wiskunde over tien jaar. Dat is een lastige vraag, niet alleen omdat de toekomst niet te voorspellen is, maar ook omdat wiskunde als discipline tijdloos van aard is. In de wijze waarop wiskunde gestalte krijgt in de curricula worden natuurlijk wél keuzes gemaakt waarvan de relevantie tijdgebonden is. Wij hebben er daarom voor gekozen in dit document een analyse van het schoolvak wiskunde te geven in relatie tot de *huidige* maatschappelijke en wetenschappelijke context.

De Commissie Toekomst WiskundeOnderwijs [2012] heeft al eerder aangegeven dat de afstemming tussen curriculum en ontwikkelingen in maatschappij en wetenschap continu en geleidelijk zou moeten plaatsvinden. Wij zien dit document als input voor het ontwikkelproces van *Curriculum.nu* en als startpunt van een dialoog tussen leraren en anderen die betrokken zijn bij het wiskundeonderwijs. Onze visie en uitwerkingen kunnen worden bijgesteld op basis van inzichten die voortkomen uit deze dialoog, uit de ontwikkelgroepen en uit een nadere uitwerking van de punten waar de tijd een gedegen probleemanalyse te maken ons ontbrak.

VISIE OP WISKUNDEONDERWIJS

Onze visie op wiskunde in het voortgezet onderwijs bouwt voort op zienswijzen van diverse groepen die de afgelopen jaren met de ontwikkeling van het wiskundeonderwijs bezig zijn geweest. Wij verwijzen naar het visiedocument *Rijk aan betekenis* en het eindrapport *Denken & doen* van de Commissie cTWO [2007, 2012], de *Visie op het bètacurriculum* van de Stichting IOBT [2015] en het *Deltaplan* van PWN [2015]. De relevantie van wiskunde in het vo loopt als rode draad door deze zienswijzen:

- Wiskunde heeft een *vormende waarde* door haar rijke verbinding met geschiedenis en cultuur en door het stimuleren van nieuwsgierigheid en een probleemoplossende houding.
- Wiskunde is nodig om als *verantwoorde burger* te kunnen functioneren in de huidige, kwantitatief ingestelde kennissamenleving.
- Wiskunde is *dragend* voor andere disciplines, beroepen en vervolgonderwijs. Wiskunde geeft iedereen het gereedschap om te modelleren en te rekenen en is onmisbaar voor de versterking van de innovatiekracht van Nederland.

Deze drie kernwaarden sluiten aan bij het drieledige doel van het vo dat in de wet is vastgelegd: persoonlijke vorming, socialisatie (burgerschapsvorming) en beroepsvoorbereiding.

Hieronder gaan wij in op een aantal belangrijke aspecten van wiskunde in het vo.

Karakterisering van wiskunde

Wiskunde is *funderend*: zij legt patronen bloot door logisch redeneren en creëert daarbij inzichten die los van elke context geldig zijn. Wiskunde in het vo gaat over een aantal kernconcepten: getal, structuur, verband, functie, verandering, ruimte en toeval. Deze kernconcepten komen voortdurend aan de orde in het onderwijs, waarbij ze afhankelijk van de doelgroep in verschillende mate van abstractie in de curricula zijn opgenomen. Hierbij hoort een manier van denken die typerend is voor de wiskunde: abstraheren, modelleren en probleemoplossen.

Het hangt van het schoolniveau en het profiel van de leerling af welke kernconcepten de meeste aandacht behoeven en op welke wijze een balans wordt gevonden tussen het aanleren van conceptuele en procedurele vaardigheden. Vooral op havo en vwo verdient daarbij de beheersing van correcte wiskundige terminologie en notatie een structurele plaats in het onderwijs.

Samenhang met andere vakken, vervolgonopleidingen en beroepen is belangrijk. Wiskunde sluit vanouds aan bij andere bètavakken en in toenemende mate ook bij andere disciplines. Contexten spelen in het wiskundeonderwijs een andere rol dan in andere domeinen. In de vormgeving van de curricula staat een intern-wiskundig samenhangend netwerk van concepten centraal. Wiskundige of toegepaste contexten kunnen daaraan een bijdrage leveren.

Proces en product

Op alle onderwijsniveaus behoort de aandacht, zowel in leeractiviteiten als in toetsing, niet uit te gaan naar het product (de oplossing) maar naar het proces (de redenering). De nadruk op proces in plaats van product is bepalend voor de eindtermen en leerdoelen en daarmee ook voor de inrichting van de leeromgeving en de vormgeving van de toetsing.

Deze opmerking is relevant in het licht van de ontwikkeling van digitaal lesmateriaal en digitale toetsing. Digitalisatie kan krachtige instrumenten opleveren om leerlingen op maat te begeleiden (adaptief lesmateriaal) en efficiënt feedback te geven op hun vorderingen (formatieve functie van toetsing). Tegelijkertijd kent de procesgerichtheid van wiskunde een complexiteit die in de beschikbare software lang niet altijd aanwezig is. Dit vraagt om voorzichtigheid en zorgvuldigheid.

Informatieverwerking en onzekerheid

Het domein Informatieverwerking en onzekerheid neemt in het wiskundeonderwijs een bijzondere positie in. Het onderwijs is gericht op het begrijpen, interpreteren, beoordelen en construeren van tabellen, diagrammen en andere representaties van informatie. Daarnaast richt het zich op toevalsprocessen en kwantitatief en kwalitatief redeneren hierover.

Met de komst van de computer en de dataexplosie vinden wij overal in de maatschappij kwantitatieve informatie, in het nieuws, in de gezondheidszorg en in de politiek. Voortdurend worden er onderzoeksresultaten geciteerd en conclusies getrokken; niet altijd op een correcte manier. Kennis van informatieverwerking en onzekerheid is vereist voor kritisch burgerschap.

Ook bij het uitvoeren van onderzoek en het beoordelen van onderzoeken van anderen zijn statistische kennis en vaardigheden vereist. Ter voorbereiding daarop bieden vervolgstudies statistiekvakken aan, die door veel studenten als lastig worden ervaren. Een goede voorbereiding hierop in het vo is gewenst.

Wiskunde in de digitaliserende samenleving

De huidige maatschappij vraagt om meer aandacht voor redeneervaardigheden, logica en algoritmisch denken, onderwerpen die gerelateerd zijn aan informatica en digitale geletterheid [KNAW 2012]. Wiskunde speelt een belangrijke rol bij het leren van dit type vaardigheden.

De ontwikkeling van informatie- en communicatietechnologie (ICT) beïnvloedt de functie die wiskunde in de maatschappij en in de wetenschap heeft. Wiskundig werk wordt steeds meer uitbesteed aan computers, maar men dient over wiskundige vaardigheden te beschikken om in staat te zijn deze technologie aan te sturen en te gebruiken. Een voorbeeld hiervan is statistische software, die snel grote hoeveelheden data kan verwerken maar de gebruiker bij de kritische interpretatie en analyse van de uitkomsten voor uitdagingen stelt.

ICT behoort een plek te hebben in het wiskundeonderwijs. Maar wiskunde zonder gebruik van ICT blijft van belang, ook bij examinering.

Een brede basis in de onderbouw

Leerlingen krijgen in de onderbouw een brede en stevige basis in de wiskunde. Leerlingen leren systematisch naar de wereld te kijken en om te gaan met alle kwantitatieve aspecten om hen heen. Dit is essentieel voor het leren functioneren in de maatschappij, en het legt daarnaast de basis voor andere schoolvakken en voor wiskunde in de bovenbouw. Dat impliceert dat de leerlingen in aanraking komen met alle voornoemde kernconcepten, met meer aandacht voor informatieverwerking dan nu het geval is.

Rekenen

Rekenen heeft de laatste jaren een aparte positie gekregen binnen het vo. Het vo heeft tot taak de rekenvaardigheid van de leerlingen te verbeteren en te onderhouden. Hier is voor de onderbouw een belangrijke rol weggelegd.

Rekenen dient een plaats te hebben als basisvaardigheid binnen de wiskunde en als functioneel rekenen in vakken als aardrijkskunde, economie, natuurkunde, scheikunde, biologie en techniek. Wij pleiten voor een doorlopende leerlijn vanuit het primair onderwijs, waarbij in de onderbouw de leerstof van de referentiedomeinen 2F/3F systematisch wordt behandeld en getoetst. In de bovenbouw is er dan geen reden meer om in enig vak een wiskundige aanpak – modelleren, analyseren én rekenen – uit de weg te gaan.

Vmbo

Wiskunde in het vmbo typeert zich door de nadruk op praktische bruikbaarheid en relevantie.

In de vier jaar van het vmbo zien wij drie belangrijke opdrachten voor het wiskundeonderwijs: maatschappelijke vorming, beroepsgerichte voorbereiding en aansluiting op mbo en havo.

Maatschappelijke vorming betekent op het vmbo dat wiskunde wordt verbonden met de leefwereld van leerlingen, zowel hun huidige als de wereld waarin ze als volwassen burger opereren. Dit behoort zowel in onder- als bovenbouw te gebeuren.

De bovenbouw richt zich primair op voorbereiding op de beroepspraktijk. Dat kan voor veel leerlingen wiskunde betekenis geven. Verbinding met andere schoolvakken ligt voor de hand. Tegelijk blijkt dat veel leerlingen na het vmbo op het mbo een andere richting kiezen. Het vmbo moet dus niet al sterk gaan voorsorteren. Integendeel: wiskunde kan juist een rol spelen in de loopbaanoriëntatie, door te laten zien wat haar rol en kracht in beroepscontexten is.

Een vmbo-diploma biedt geen startkwalificatie. De bovenbouw van het vmbo moet daarom worden beschouwd in het licht van de doorstroom. Die doorstroom gaat hoofdzakelijk naar mbo en havo en zelden naar een hoger vmbo-niveau.

Havo/vwo

Wiskunde in havo en vwo kent langere leerlijnen dan in vmbo, gekoppeld aan een hogere mate van abstractie en complexiteit. In de tweede fase, de bovenbouw van havo en vwo, vindt profilering en differentiatie plaats op basis van capaciteiten en voorkeuren van leerlingen en behoeftes van vervolgopleidingen. Afhankelijk van de profilering zal wiskunde zich sterk richten op toepassing in bepaalde beroepen of wetenschappelijke disciplines – en in een deel van vwo ook op wiskunde als opzichzelfstaande discipline.

Gedacht vanuit de wiskundekennis en -vaardigheden die vervolgopleidingen vragen, lijken zich drie groepen af te tekenen, bestaande uit leerlingen die kiezen voor:

- (1) culturele of sociale studies of studies in de gezondheidszorg;
- (2) economische of toegepaste bètastudies;
- (3) fundamentele bètastudies of technische studies.

Deze indeling wijkt af van de vier profielen in de huidige tweede fase. De geldigheid ervan moet, in een vervolgtraject, worden geverifieerd in een dialoog met de vervolgopleidingen.

Voor alle groepen is het domein *informatieverwerking en onzekerheid* relevant; denk aan kansrekening, schatten, toetsen en beschrijvende statistiek. Ook onderdelen uit de *discrete wiskunde* (grafien en netwerken) zijn voor alle groepen relevant. De tweede groep heeft daarnaast *algebra, analyse* en *meetkunde* nodig; voor de derde groep geldt dit in nog sterkere mate. Verschillen tussen havo en vwo zijn er niet alleen in de mate van abstractie en complexiteit. Op havo kan de relevantie van wiskunde gezocht worden door – sterker dan op vwo – aan te sluiten bij beroepscontexten.

NOODZAAK TOT HERZIENING

Ondanks recente curriculumherzieningen in een aantal onderdelen van het vo, is er continue aandacht voor de wiskundecurricula nodig. De Commissie cTWO [2012] adviseerde al tot de instelling van een permanente curriculumcommissie, omdat onderhoud van het curriculum slechts incidenteel en fragmentarisch plaatsvond. Vanuit bovenstaande visie zien wij een aantal onderdelen waar in het kader van Curriculum.nu een grote verbetering kan worden gemaakt.

Aansluiting tussen primair en voortgezet onderwijs

Er zijn knelpunten in de aansluiting tussen po en vo. Leerlingen verzuchten dat hun vo-docent niet lijkt te weten wat ze al geleerd hebben in het po; de wiskundedocent klaagt dat leerlingen over onvoldoende en sterk uiteenlopende kennis en vaardigheden beschikken. Bovendien is er

een discussie gaande over het curriculum rekenen en wiskunde in het po, die gericht is op het aanleren van conceptuele naast procedurele vaardigheden.

Doorlopende leerlijnen wiskunde starten al in het po. Dat geldt niet alleen voor rekenen, maar bijvoorbeeld ook voor meetkunde en statistiek. Een taak voor Curriculum.nu is het vinden van afstemming tussen po en vo op het gebied van wiskundekennis en -vaardigheden voor leerlingen in de leeftijd van 10 tot 14 jaar.

Doorstroom uit vmbo

Een ander kwetsbaar schakelpunt betreft de doorstroom uit het vmbo. Leerlingen die een vmbo-diploma halen stromen door naar mbo of havo. Uit onderzoek van SLO [2015] blijkt dat vooral de aansluiting naar de havo problematisch is, ten gevolge van het verschil tussen de eindexameneisen voor het vmbo en de tussendoelen voor de havo. Het betreft hier algebra, kwadratische verbanden en vergelijkingen, en kansrekening. Verder wordt in de onderbouw van de havo over de gehele breedte van de leerstof een hogere mate van exact formuleren en abstract denken verwacht dan in vmbo-gl/tl. De complexiteit van probleemsituaties in de havo-onderbouw verschilt weinig van die in vmbo-gl/tl. SLO pleit voor een verrijkingdeel in vmbo-tl gericht op doorstroom naar havo en wiskunde-intensieve mbo-opleidingen.

Naast de doorstroomproblematiek is er een tweede reden de wiskundeprogramma's in het vmbo te herzien. Zij zijn al meer dan tien jaar niet gewijzigd. Het is wenselijk om hier een vernieuwingsslag te maken, want de maatschappij verwacht andere kennis en vaardigheden en het vervolgonderwijs stelt andere eisen [NVvW 2015]. De herijking van statistiek op havo en vwo heeft in het vmbo niet plaatsgevonden en ook is er geen afstemming met de nieuwe profielstructuur. Tevens constateert de werkgroep vmbo van de Stichting IOBT [2016] dat op het vmbo behoefte is aan een steviger verbinding tussen school en beroep.

Profilering in de tweede fase

Het wiskundeprogramma in de bovenbouw van havo en vwo is sinds de invoering van de Mammoetwet een aantal keren fors herzien [APS 2011]. Er is steeds een aantal wiskundevakken geweest. Momenteel zijn dat (naast eventueel Rekenen) Wiskunde A, B en D op havo en vwo en Wiskunde C op vwo. De indeling komt voort uit het inzicht dat verschillende groepen leerlingen behoefte hebben aan verschillende inhouden, afhankelijk van hun interesses en hun keuzes voor een vervolgopleiding. Mede door de ontkoppeling van de wiskundevakken en de profielen bij de invoering van de nieuwe tweede fase in 2007, gepaard gaande met een effectieve reductie in onderwijstijd en discrepanties in de instroomeisen van vervolgopleidingen, kampt de huidige structuur met een aantal problemen. Deze betreffen onder andere

- de dubbelzinnige invulling van Wiskunde A, dat zowel maatschappij- als cultuurprofielen moet bedienen,
- de kwetsbare positie van de kleine vakken Wiskunde C en D,
- het havo-vak Wiskunde B, dat door bijna geen enkele hbo-opleiding wordt geëist, en
- het ontbreken van statistiek in Wiskunde B.

Het kader van curriculum.nu biedt een uitgelezen mogelijkheid om deze knelpunten nader te verkennen en in de curriculumherziening mee te nemen.

SUGGESTIE VOOR UITWERKING

In aanvulling op onze visie presenteren wij nu een concrete uitwerking van de verschillende curricula binnen het vo. Deze is nadrukkelijk bedoeld als een suggestie en niet als de enige wenselijke ontwikkeling. Zij moge dienen als startpunt voor de discussie binnen Curriculum.nu en in het onderwijsveld.

In het formuleren van curricula dient altijd een balans te worden gezocht tussen wat landelijk wordt vastgelegd en wat aan scholen en leraren wordt overgelaten. Tot de laatste categorie behoren de didactische aspecten (het “hoe”) en mogelijk ook een deel van de eindtermen (het “wat”). Keuzeruimte voor scholen is belangrijk om aan te sluiten bij behoeftes van individuele leerlingen, maar past ook bij de professionele rol van de leraar en draagt zo bij aan de status van het beroep. Dit is bijvoorbeeld een verworvenheid van Wiskunde D.

In het vinden van evenwicht tussen voorschrijven en openlaten ontstaat een spanningsveld tussen de verwachtingen die het vervolgonderwijs heeft van de kennis en het vaardigheidsniveau van instromende studenten en de ruimte die scholen hebben keuzes te maken in hun onderwijsaanbod. Dit betekent dat in het kader van Curriculum.nu de doorstroom naar het vervolgonderwijs een discussiepunt wordt.

Onderbouw

De tussendoelen voor de onderbouw [SLO 2011] omvatten momenteel zes domeinen: (A) inzicht en handelen, (B) getallen *en variabelen*, (C) verhoudingen, (D) meten en meetkunde, (E) verbanden en formules, en (F) *informatieverwerking en onzekerheid*; de gecursiveerde onderwerpen ontbreken bij het vmbo. Wij doen enkele suggesties:

- De verbinding met andere vakken kan versterkt worden.
- Combinatoriek (tellen, patronen, regelmaat) is nu te instrumenteel en past niet bij een brede vorming.
- Redeneren, logica en algoritmisch denken verdienen meer aandacht.
- Domein (F) kan vernieuwd worden; relevante onderwerpen uit andere domeinen kunnen hier geplaatst worden. Ook op het vmbo is aandacht voor dit domein wenselijk.

Ieder van de genoemde onderwerpen verdient in ieder jaar van de onderbouw en op ieder niveau aandacht, zowel op theoretische als op praktische wijze. De toepassingen komen bij voorkeur op een natuurlijke manier vanuit de andere vakken. De onderbouw sluit aan bij leerlijnen die in het po zijn gestart en leidt tot een brede basis voor iedere leerling. Dat vraagt wel om een gedegen hoeveelheid lestijd. Wij volgen cTWO [2012] in haar aanbeveling de contacttijd voor wiskunde in de onderbouw uit te breiden.

Aansluiting tussen po en vo

Zoals hiervoor opgemerkt dient Curriculum.nu de aansluiting tussen po en vo wat betreft wiskundekennis en -vaardigheden op de agenda te zetten. Wij denken aan de ontwikkeling van een doorlopende leerlijn van po naar vo, waarbij het po al aandacht heeft voor kernconcepten naast procedurele vaardigheden en voor abstractie naast contexten. Dit betreft in ieder geval rekenen, informatieverwerking en onderwerpen uit algebra en meetkunde. Welke andere onderwerpen zich voor behandeling in het po lenen is een onderwerp van nadere studie.

Rekenen

Rekenen wordt aangeleerd en versterkt in de onderbouw. Voor het vmbo denken wij aan een rekenvak met de inhoud van domein 2F, dat voor alle leerwegen gelijk is; daarnaast is er een aanvullend wiskundevak, waarvan de inhoud afhankelijk is van de leerweg. Voor havo en vwo ligt het voor de hand het rekenen als deel van de wiskunde te behandelen; de huidige wiskundemethoden bevatten rekenhoofdstukken met de leerstof van de domeinen 2F/3F en 2S/3S. Verder wordt rekenen toegepast in alle vakken met een rekencomponent; in het vmbo spreekt men hier van “rekenbewust vakonderwijs”. Bij de afstemming tussen rekenen als basisvaardigheid en functioneel rekenen bij andere vakken kan een rekencoördinator een belangrijke rol spelen.

In de bovenbouw wordt rekenen onderhouden binnen wiskunde en andere vakken. Om te zorgen voor een adequate toetsing van de rekenvaardigheden moet kritisch gekeken worden naar de samenstelling van de examens van de betrokken vakken.

Door rekenen als integraal onderdeel van andere vakken aan te bieden krijgt het een extra waarde voor leerlingen en draagt het ertoe bij het begrip van concepten uit die vakken te verdiepen. Met ons voorstel ontstaat er symmetrie tussen de positie van rekenen en taal: de basis wordt gelegd bij wiskunde respectievelijk Nederlands, de vaardigheden worden gebruikt bij andere vakken, en toetsing vindt plaats in het gehele curriculum.

Bovenbouw vmbo

Gezien de hiervoor beschreven problemen in de aansluitingen na een vmbo-diploma pleiten wij voor een substantiële aanpassing van de wiskundeprogramma's op het vmbo. De minister van OCW heeft SLO opdracht gegeven een verkenning uit te voeren naar de precieze eisen die aan de vmbo-wiskunde gesteld zouden moeten worden om de aansluiting te verbeteren. Wij stellen voor deze verkenning af te wachten en de bevindingen daarvan als bouwsteen in het programma van Curriculum.nu op te nemen.

Wat betreft de inhoudelijke vernieuwing van de wiskunde op het vmbo pleiten wij, in navolging van IOBT, voor de invoering van een burgerschapsdeel, een beroepsdeel en eventueel een keuzedeel. Deze delen kunnen simultaan worden aangeboden. Het burgerschapsdeel richt zich op de kennis en kunde die nodig is in de maatschappij in het algemeen; relevante contexten komen uit de leefwereld en de maatschappij. Het beroepsdeel richt zich op de kennis en kunde die nodig is om een beroep uit te oefenen en kan per sector worden ingekleurd. Het keuzedeel richt zich op aansluiting op havo of specifieke mbo-opleidingen. De laatstgenoemde twee delen mogen niet voorwaardelijk zijn voor doorstroom.

Tweede fase havo en vwo

De hiervoor genoemde problemen vragen in onze ogen om een fundamentele herbezinning op de wiskunde in de tweede fase. Ons uitgangspunt daarbij is de indeling in drie groepen die in de visie is ingevoerd. Het betreft leerlingen die als vervolgopleiding kiezen voor:

- (1) culturele of sociale studies of studies in de gezondheidszorg;
- (2) economische of toegepaste bètastudies;
- (3) fundamentele bètastudies of technische studies.

Dit leidt tot een voorstel voor *drie clusters van eindtermen* in de tweede fase, die op de havo afhankelijk van de doelgroep anders kunnen worden ingevuld dan op het vwo:

- X. informatieverwerking en onzekerheid (combinatoriek, kansrekening, schatten en toetsen, beschrijvende statistiek), aangevuld met onderwerpen uit de discrete wiskunde;
- Y. algebra, analyse en meetkunde;
- Z. verdieping in algebra, analyse en meetkunde en een compacte module kansrekening en statistiek.

Voor de drie groepen leerlingen zijn de volgende onderwerpen relevant:

- (1) cluster X;
- (2) clusters X en Y;
- (3) clusters Y en Z.

Hiermee is voor leerlingen in groep (1) algebra, analyse en meetkunde niet meer verplicht in de tweede fase, wat op het vwo nu wel het geval is. Wanneer de onderbouw een gedegen basis heeft aangebracht, zoals wij hierboven voorstellen, achten wij dit geen probleem. In ons voorstel wordt informatieverwerking en onzekerheid verplicht voor alle leerlingen op havo en vwo, wat een gemis oplost in de huidige structuur. Leerlingen in groep (3) zijn in staat om zich

kansrekening en statistiek sneller eigen te maken. In ons voorstel volgen zij binnen cluster Z een versnelde module over deze onderwerpen.

Het ligt voor de hand om de drie clusters X, Y en Z te verbinden aan drie schoolvakken. Dat is echter niet noodzakelijk. Het is bijvoorbeeld ook mogelijk om de drie genoemde groepen ieder een eigen wiskundevak te bieden. Dit voorkomt dat een vak doelgroepen moet bedienen die qua interesses of wiskundige capaciteiten te ver uiteenlopen. Het is zelfs denkbaar dat de organisatievorm per school verschilt.

De voorgestelde indeling maakt het ook haalbaarder om verbindingen te maken tussen wiskunde en andere schoolvakken:

- (1) aansluiting bij aardrijkskunde en geschiedenis;
- (2) ook aansluiting bij economie, scheikunde en biologie;
- (3) ook aansluiting bij natuurkunde.

PWN-COMMISSIE ONDERWIJS

Theo van den Bogaart (*Hogeschool Utrecht*)

Marjan Botke (*Erasmiaans Gymnasium, Rotterdam*)

Wim Caspers (*Technische Universiteit Delft; Lyceum Ypenburg, Den Haag*)

Jan Karel Lenstra (*Centrum Wiskunde & Informatica, Amsterdam*), voorzitter

Jaap Molenaar (*Wageningen University & Research*)

Heleen van der Ree (*Nederlandse Vereniging van Wiskundeleraren*), secretaris

Sanjay Ramawadh (*Haagse Hogeschool, Delft*)

Margot Rijnierse (*Hermann Wesselink College, Amstelveen*)

Hester Vogels (*UniC Utrecht*)

LITERATUUR

[APS 2011] Kees Hoogland, Peter van Wijk. *Wiskunde in de bovenbouw van havo en vwo; feiten en overwegingen*. APS, 2011.

[cTWO 2007] *Rijk aan betekenis; visie op vernieuwd wiskundeonderwijs*. Commissie Toekomst WiskundeOnderwijs, 2007.

[cTWO 2008] *Use to learn; naar een zinvolle integratie van ICT in het wiskundeonderwijs; eindrapport van de werkgroep ICT van de vernieuwingscommissie wiskunde cTWO*. Ib., 2008.

[cTWO 2012] *Denken & doen; wiskunde op havo en vwo per 2015; eindrapport van de vernieuwingscommissie wiskunde cTWO*. Ib., 2012.

[IOBT 2015] *Visie op het bètacurriculum; bijdrage aan de dialoog Onderwijs 2032*. Stichting Innovatie Onderwijs in Bètawetenschappen en Technologie, 2015.

[IOBT 2016] *Notitie IOBT—Werkgroep exact onderwijs vmbo*. Ib., 2016.

[KNAW 2012] *Digitale geletterdheid in het voortgezet onderwijs; vaardigheden en attitudes voor de 21ste eeuw*. Koninklijke Nederlandse Akademie van Wetenschappen, 2012.

[NVvW 2015] *Notitie aanpassing vmbo*. NVvW, 2015.

[NWO/PWN 2015] *Een Deltaplan voor de Nederlandse wiskunde*. Nederlandse Organisatie voor Wetenschappelijk Onderzoek & Platform Wiskunde Nederland, 2015.

[OCW 2017] *Kamerbrief vervolproces curriculumherziening primair en voortgezet onderwijs*. Ministerie van OCW, 7 juli 2017.

[SLO 2011] *Tussendoelen wiskunde onderbouw vo vmbo en havo/vwo*. SLO, 2011.

[SLO 2015] *Goed voorbereid verder met wiskunde*. Ib., 2015.