

# Handreiking schoolexamen wiskunde A vwo

Tweede fase

*Herziening* Nico Alink  
*examenprogramma's* Iris van Gulik  
*havo/vwo* Jenneke Krüger

Enschede, maart 2007

Verantwoording

© 2007 Stichting leerplanontwikkeling (SLO), Enschede

Alle rechten voorbehouden. Mits de bron wordt vermeld is het toegestaan om zonder voorafgaande toestemming van de uitgever deze uitgave geheel of gedeeltelijk te kopiëren dan wel op andere wijze te verveelvoudigen.

**Auteurs:** Nico Alink, Iris van Gulik, Jenneke Krüger


**Redactie:** ZonneveldMarks, Deventer

**Ontwerp omslag en productie:** Axis media-ontwerpers, Enschede

**In opdracht van:** Ministerie van Onderwijs, Cultuur, Wetenschappen

De handreikingen zijn ook te downloaden.

U vindt ze op [www.slo.nl](http://www.slo.nl)  sector <vo tweede fase>

 <examenprogramma's en handreikingen voor de vakken in havo-vwo vanaf 2007>

Voor verdere informatie over dit vak:

SLO, Stichting Leerplanontwikkeling

Mevrouw Jenneke Krüger

Postbus 2041, 7500 CA Enschede

Telefoon (053) 4840 631

E-mail: [j.kruger@slo.nl](mailto:j.kruger@slo.nl)

# Inhoud

Voorwoord	5
<b>1. Wiskunde A vwo in de nieuwe tweede fase</b>	<b>7</b>
1.1 Plaats van het vak	7
1.2 Veranderingen in het examenprogramma vanaf 2007	7
1.3 Globaal geformuleerde subdomeinen	8
1.4 Aanpassingen examenprogramma aan nieuwe omvang vak	8
1.5 Toewijzing van het deel van het programma aan het centraal examen	9
1.6 Gespecificeerde subdomeinen voor het centraal examen	9
1.7 Examinering	9
1.8 Leermiddelen	10
1.9 Praktische opdrachten	10
1.10 ICT	10
1.11 Algebraïsche vaardigheden	11
1.12 Nieuwe Wiskunde rond 2010	11
<b>2. Het programma</b>	<b>13</b>
2.1 Inleiding	13
2.2 Het programma	13
<b>3. Het centraal examen en het schoolexamen</b>	<b>15</b>
3.1 Het centraal examen	15
3.2 Het schoolexamen	15
<b>4. De eindtermen van het schoolexamen</b>	<b>17</b>
4.1 Inleiding	17
4.2 Niet-bindende interpretatie van globale subdomeinen	17
4.3 Toelichting op de geglobaliseerde subdomeinen	18
<b>5. Mogelijkheden voor toetsing en weging (PTA)</b>	<b>27</b>
5.1 Inrichting van het PTA	27
5.2 Overwegingen bij het opstellen van een PTA	28
5.3 Weging	29
<b>6. Afstemming met andere vakken</b>	<b>31</b>
6.1 Inleiding	31
6.2 Afstemming tussen wiskunde A en Nederlands	31
6.3 Afstemming tussen wiskunde A en economie/management en organisatie	32
6.4 Afstemming tussen wiskunde A en aardrijkskunde/maatschappijwetenschappen	32
6.5 Afstemming tussen wiskunde A en de moderne vreemde talen	32
6.6 Afstemming tussen wiskunde A en biologie	33
6.7 Afstemming tussen wiskunde A en scheikunde	33
6.8 Afstemming tussen wiskunde A en natuurkunde	33
6.9 Afstemming tussen wiskunde A en natuur, leven, technologie	33
6.10 Afstemming tussen wiskunde A en klassieke talen/geschiedenis	34

<b>7.</b>	<b>Onderdelen naar keuze van de school</b>	<b>35</b>
7.1	Ruimte in het programma	35
7.2	Praktische opdrachten	35
7.3	Keuzeonderwerpen	36
7.4	ICT	37
7.5	Vernieuwende projecten	37
<b>8.</b>	<b>Vernieuwing examinering</b>	<b>39</b>
8.1	Centraal examen	39
8.2	Schoolexamen	39
8.3	Kwaliteitszorg schoolexamen	40
Bijlage 1	Examenprogramma wiskunde A vwo	43
Bijlage 2	Eindtermen examenprogramma vwo wiskunde A12 1998	47
Bijlage 3	Inhoudsopgave syllabus CEVO voor het centraal examen	57
Bijlage 4	Overzichtslijst van algebraïsche vaardigheden	59
Bijlage 5	Webadressen	63

# Voorwoord

De *Handreiking voor het schoolexamen* die voor u ligt, hoort bij de vernieuwingen die in 2007 zullen ingaan in de tweede fase van het voortgezet onderwijs.

Basis voor deze vernieuwingen is de ministeriële nota *Ruimte laten en keuzes bieden in de tweede fase havo en vwo* (2003), waarvan de leidende gedachte is dat scholen meer vrijheid en keuzemogelijkheden moeten krijgen voor de invulling van hun onderwijs in de tweede fase.

Daartoe zijn de examenprogramma's voor alle vakken geglobaliseerd, wat wil zeggen dat ze minder eindtermen en minder detaillering van eindtermen bevatten dan voorheen het geval was.

Ook zijn alle vormvoorschriften voor het schoolexamen geschrapt. Docenten zijn nu, binnen de wettelijke kaders, vrij hun schoolexamens naar eigen inzicht in te richten. Bij dit laatste biedt SLO, op verzoek van OCW, steun in de vorm van *handreikingen* per vak, waarvan dit er één is. De voor u liggende handreiking voor het schoolexamen wil docenten informeren over de verplichtingen en mogelijkheden voor het schoolexamen vanaf 2007 en bevat suggesties en adviezen voor de inrichting van het schoolexamen, die gezien het bovenstaande een niet-voorschrijvend karakter dragen.

In hoofdstuk 1 vindt u een beschrijving van de positie van het vak in de vernieuwde tweede fase en een weergave van de veranderingen ten opzichte van het nu nog vigerende examenprogramma.

Naast de wijzigingen die voor alle examenvakken gelden is er voor wiskunde expliciete aandacht voor algebraïsche vaardigheden, tot uitdrukking komend in een nieuwe eindterm.

In hoofdstuk 2 vindt u een overzicht van het examenprogramma op het niveau van domeinen en subdomeinen. In hoofdstuk 3 staat beschreven welke (sub)domeinen in het centraal examen getoetst worden en welke (sub)domeinen in het schoolexamen getoetst moeten worden, dan wel mogen worden. Hoofdstuk 4 gaat uitvoerig in op de voor het schoolexamen verplichte subdomeinen. Een aparte paragraaf is gewijd aan algebraïsche kennis, vaardigheden en inzicht. Hoofdstuk 5 gaat in op de inrichting van het PTA. Hoofdstuk 6 besteedt aandacht aan afstemming met andere vakken, ook de niet-profielvakken. Hoofdstuk 7 geeft mogelijkheden en ideeën voor de ruimte die scholen hebben om onderdelen toe te voegen of op onderwerpen op een alternatieve wijze te toetsen. Hoofdstuk 8 tenslotte gaat in op vernieuwing van de examinering en kwaliteitszorg.

In de bijlagen vindt u onder andere het examenprogramma zoals dat vanaf 2007 geldig is, de eindtermen van het examenprogramma 1998 ter vergelijking, een overzichtslijst van algebraïsche vaardigheden en een overzicht van websites die van belang kunnen zijn voor het wiskundeonderwijs in de tweede fase.

De auteurs hebben er voor gekozen om voor elk wiskundeprogramma een aparte handreiking te produceren. Weliswaar is met name de meer algemene informatie voor de vijf programma's hetzelfde, maar in bijna elk hoofdstuk komt ook vakspecifieke informatie voor. Alleen hoofdstuk 5 en 8 bevatten geen vakspecifieke inhoud. Elke handreiking is dus een op zich zelf staand product en bevat alle informatie die nodig is om het schoolexamen in te richten.

We hopen dat deze handreiking voor veel docenten een veelgebruikt hulpmiddel zal worden om het onderwijs op een eigen manier in te richten en schoolexamens van een uitstekende kwaliteit te maken.

Jenneke Krüger

projectleider Herziening examenprogramma's wiskunde havo/vwo

Hetty Mulder

programmamanager tweede fase

# 1. Wiskunde A vwo in de nieuwe tweede fase

## 1.1 Plaats van het vak

Het vak wiskunde A (520 slv) is een profielvak in de profielen E&M (Economie en Maatschappij) en N&G (Natuur en Gezondheid). In beide profielen mogen de leerlingen in plaats van wiskunde A ook wiskunde B als profielvak kiezen, mits het bevoegd gezag dat toestaat.

Naast wiskunde A (of B) bevat het profiel E&M als verplichte profielvakken economie en geschiedenis en één profielkeuzevak, te kiezen uit een van de moderne vreemde talen, aardrijkskunde, m&to en maatschappijwetenschappen. Het profiel N&G bevat nog als verplichte profielvakken biologie en scheikunde en één profielvak te kiezen uit natuurkunde, het nieuwe bètavak natuur, leven, technologie en aardrijkskunde. In het profiel C&M (Cultuur en Maatschappij) mag een leerling het profielvak wiskunde C vervangen door wiskunde A of wiskunde B, mits het bevoegd gezag dat toestaat. Het opnemen van meer dan één van de wiskundevakken is echter niet toegestaan.

In het profiel N&T (Natuur en Techniek) is wiskunde B profielvak en wiskunde D profielkeuzevak. In dit profiel is voor wiskunde A dus geen plaats.

## 1.2 Veranderingen in het examenprogramma vanaf 2007

Bij de invoering van de tweede fase in 1998/1999 werd voor wiskunde A vwo een nieuw examenprogramma vastgesteld voor wiskunde A1, gebaseerd op 360 slv, en voor wiskunde A12, gebaseerd op 600 slv.

Bij het invoeren van de geherstructureerde tweede fase vanaf 2007 is de deelvakstructuur opgeheven. Dit geeft aanleiding tot aanpassingen van het bestaande programma. Kort samengevat gaat het om:

1. Het zogenaamde 'globaliseren' van de subdomeinen. In plaats van de gedetailleerde beschrijving in eindtermen van 1998 zijn er vanaf 2007 subdomeinen waarin met een globale, overkoepelende formulering de inhoud van meerdere eindtermen in één zin is samengevat (zie verder paragraaf 1.3).
2. Het aanpassen van het examenprogramma aan de omvang van het vak in 2007. Het herziene programma gaat uit van het programma van wiskunde A12 waarbij door schrappen of inperken van subdomeinen de omvang is aangepast (zie verder paragraaf 1.4).
3. Het toewijzen van een deel van het herziene programma aan het centraal examen. Vanaf 2007 wordt slechts ongeveer 60% van het programma alleen in het centraal examen getoetst. Het schoolexamen dient in elk geval de niet aan het centraal examen toegewezen subdomeinen te omvatten, maar het is toegestaan om het volledige examenprogramma te toetsen in het schoolexamen. Daarnaast hebben scholen veel meer vrijheid om te bepalen welke andere stof er in het schoolexamen komt en hoe hun schoolexamen er uit zal zien.
4. Het specificeren van de subdomeinen voor het centraal examen. In een syllabus van CEVO (zie voor inhoudsopgave bijlage 2) zijn de globaal geformuleerde

subdomeinen voor het centraal examen gespecificeerd, uitgaande van de eindtermen uit het programma van 1998. Ook worden de veranderingen in het CE-programma in vergelijking met het programma van 1998 duidelijk aangegeven (zie verder paragraaf 1.6 en bijlage 2).

### 1.3 Globaal geformuleerde subdomeinen

De meest opvallende verandering is dat het nieuwe wiskunde-examenprogramma veel globalere subdomeinen bevat, evenals trouwens de examenprogramma's van alle andere vakken. Hierdoor kunnen de eindtermen gemakkelijker worden aangepast, zonder dat daar een wetswijziging voor nodig is, en kan meer rekening worden gehouden met het profielspecifieke karakter van het vak. Daarnaast biedt het docenten meer keuzevrijheid bij de invulling van het examenprogramma, met name wat betreft onderdelen van het schoolexamen. Docenten kunnen verschillende keuzes maken in de invulling en uitvoering van onderdelen van het schoolexamen (zie hoofdstuk 7) en kunnen zo hun eigen expertise kwijt.

We geven hieronder een voorbeeld van het geglobaliseerde domein Bg: 'Functies en Grafieken'.

#### 1.3.1 Domein Bg: Functies en Grafieken

##### Subdomein Bg1: Standaardfuncties

Globale eindterm:

*De kandidaat kan grafieken tekenen en herkennen van machtsfuncties, exponentiële functies, logaritmische functies en goniometrische functies en van die verschillende typen functies de karakteristieke eigenschappen benoemen.*

##### Subdomein Bg2: Functies, grafieken, vergelijkingen en ongelijkheden

Globale eindterm:

*De kandidaat kan functievoorschriften opstellen en bewerken, de bijbehorende grafieken tekenen en vergelijkingen en ongelijkheden oplossen met behulp van numerieke, grafische of algebraïsche methoden.*

### 1.4 Aanpassingen examenprogramma aan nieuwe omvang vak

Bij de herstructurering tweede fase hebben we te maken met een nieuwe vakkenstructuur en een nieuwe verdeling van de studielast. Voor wiskunde A in vwo betekent dit dat het vak wiskunde A12 en het deelvak wiskunde A1 worden vervangen door wiskunde A en wiskunde C, elk met een eigen programma.

Voor het vak wiskunde A wordt de omvang gereduceerd van 600 slv (het wiskunde A12 programma) tot 520 slv. Hiervan is 100 slv niet ingevuld. Zij hebben betrekking op het keuzeonderwerp (40 slv) en praktische opdrachten e.d. (60 slv). Van de resterende 420 slv beslaat het CE deel 60%, dus ongeveer 250 slv.

In het najaar van 2005 gaf een commissie, bestaande uit vertegenwoordigers van NVvW, CEVO, Cito, HO en WO en het veld, de minister advies over een conceptprogramma, bestaande uit delen van het vak wiskunde A12. Bij het tot stand komen van dit advies werd ook een veldraadpleging betrokken. Van het programma wiskunde A12 van 1998 zijn subdomeinen geschrapt dan wel ingeperkt. Zo is de

meetkunde (Ruimtelijke objecten) vervallen alsmede het onderwerp Lineair Programmeren. Daarnaast is er reductie aangebracht bij de onderwerpen Differentiaalrekening en Discrete Dynamische Modellen. Het overzicht in bijlage 2 geeft deze wijzigingen gedetailleerd weer.

## 1.5 Toewijzing van het deel van het programma aan het centraal examen

Voor wiskunde is het tot 2007 gebruikelijk dat het gehele programma zowel in het schoolexamen als in het centraal examen wordt getoetst, met uitzondering van het keuzeonderwerp. Dit is wel een onderdeel van het schoolexamen, maar nadrukkelijk niet van het centraal examen.

Vanaf 2007 wordt niet het gehele programma in het centraal examen getoetst, maar slechts het grootste deel. Zie hiervoor het overzicht in hoofdstuk 3.

Een van de consequenties van dit besluit vinden we terug in de vormvoorschriften voor het schoolexamen. Deze zijn niet zo uitgebreid meer als voor het schoolexamen van 1998, maar vervangen door de volgende, veel beperktere, aanwijzing:

*Het schoolexamen heeft betrekking op domein A en:*

- *de (sub)domeinen Bg1, Cg2, Ba1 en Ba2;*
- *het domein G, met dien verstande dat deze onderwerpen per kandidaat kunnen verschillen;*
- *indien het bevoegd gezag daarvoor kiest: een of meer domeinen of subdomeinen waarop het centraal examen betrekking heeft.*
- *indien het bevoegd gezag daarvoor kiest: andere vakonderdelen, die per kandidaat kunnen verschillen.*

Het schoolexamen heeft bovendien alleen betrekking op de globale eindtermen.

Voor de toewijzing aan het schoolexamen, zie hoofdstuk 3.

## 1.6 Gespecificeerde subdomeinen voor het centraal examen

In de syllabus van de CEVO voor het centraal examen zijn de globale eindtermen gespecificeerd. In hoofdstuk 2 van deze handreiking staat in een overzicht vermeld om welke (sub)domeinen en eindtermen het gaat. Voor de exacte formulering verwijzen we naar bijlage 1. In hoofdstuk 2 van de syllabus zijn de subdomeinen voor het CE door de CEVO nader gespecificeerd. Domein A 'Vaardigheden' is in zijn geheel ook in de CEVO-syllabus opgenomen omdat de vakinhoudelijke domeinen gekend moeten worden in combinatie met de daarbij behorende vaardigheden uit domein A.

## 1.7 Examinering

Het eindexamen bestaat uit het centraal examen en het schoolexamen. Het centraal examen gaat over de voor het centraal examen aangewezen (sub)domeinen met inbegrip van delen van domein A. De CEVO stelt het aantal en de tijdsduur van de zittingen van het centraal examen vast en maakt indien nodig een nadere specificatie bekend van de examenstof van het centraal examen. De inhoud en wijze van examinering van het schoolexamen wordt door de school vastgelegd in het Programma van Toetsing en Afsluiting (PTA, zie hoofdstuk 5).

Het schoolexamen heeft betrekking op de globale eindtermen. Dat brengt een grotere mate van vrijheid met zich mee voor de scholen wat betreft het onderwijs en de toetsing middels het schoolexamen.

Het eindexamencijfer voor wiskunde A zal het gemiddelde zijn van schoolexamen en centraal examen.

## 1.8 Leermiddelen

Uitgangspunt bij de herziening voor 2007 is dat voor het onderwijs van het nieuwe programma de bestaande leermiddelen toereikend moeten zijn. Daartoe zal aan alle leerlingen met behulp van bijvoorbeeld studiewijzers bij de bestaande leerboeken voor wiskunde A12 verduidelijkt moeten worden op welke wijze sommige paragrafen en bladzijden geïnterpreteerd moeten worden ten aanzien van de formulering van de eindtermen die horen bij het nieuwe programma van wiskunde A. Hierbij moet in acht worden genomen dat accenten zijn verlegd en in het nieuwe examenprogramma meer nadruk wordt gelegd op algebraïsche vaardigheden (zie ook paragraaf 4.4). Sommige uitgeverijen geven wel een aan de nieuwe eindtermen aangepaste editie van hun methoden uit.

Indien de school gebruikt maakt van de vrijheid om vakonderdelen buiten het examenprogramma in het SE op te nemen, dan zullen ook bijbehorende leermiddelen gezocht moeten worden. Uitdrukkelijk valt daarbij te denken aan de mogelijkheden die ICT en internet op dit terrein te bieden hebben. Zie hiervoor ook het overzicht in hoofdstuk 7.

## 1.9 Praktische opdrachten

De verplichting om voor elk examenvak tenminste één praktische opdracht in het programma op te nemen, vervalt. Vanaf 2007 krijgt de school meer vrijheid om de organisatie van praktische opdrachten naar eigen inzichten in te richten. Praktische opdrachten kunnen dus deel uitmaken van het schoolexamen voor wiskunde A. Dat zijn uitstekende gelegenheden om niet alleen vakinhoudelijke kennis te toetsen, maar met name aandacht te besteden aan vaardigheden die in domein A genoemd worden. In de opsomming van de eindtermen van het schoolexamen in hoofdstuk 4 geven we suggesties, die ook in de vorm van een praktische opdracht kunnen worden uitgevoerd.

In hoofdstuk 7 gaan we nader in op de dit onderwerp.

## 1.10 ICT

ICT is goed in te passen in het schoolexamen en/of een praktische opdracht. In hoofdstuk 4 vindt u een aantal suggesties voor de invulling van het schoolexamen. Daar worden ook mogelijkheden bedoeld, waarbij ICT een rol speelt. Ook de complex-examens die tot nu toe zijn afgenomen, kunnen een bron zijn om (deels) te gebruiken bij een onderdeel van het schoolexamen. Meer informatie over deze complex-examens vindt u o.a. op [www.cevo.nl/complex](http://www.cevo.nl/complex).

De voorbeeldexamens 2003, 2004 en 2005 kunnen kosteloos op cd-rom worden aangevraagd via een bestelformulier op

[www.citogroep.nl/vo/ce/complex/algemeen/bestellen/htm](http://www.citogroep.nl/vo/ce/complex/algemeen/bestellen/htm).

In bijlage 5 vindt u een aantal websites, waarop u meer informatie vindt over het wiskundeonderwijs in het algemeen en mogelijkheden tot gebruik in het schoolprogramma en het schoolexamen in het bijzonder.

Bij de invoering van de nieuwe programma's is besloten dat voor wiskunde A niet meer de mogelijkheid wordt geboden om dit door middel van een complex-examen af te nemen. Voor wiskunde C zal dit wél het geval zijn.

### 1.11 Algebraïsche vaardigheden

Met het vaststellen van de nieuwe wiskundeprogramma's vanaf 2007 is ook besloten aan te geven welke algebraïsche vaardigheden bij elk wiskundeprogramma horen. In domein A (Vaardigheden) is, in vergelijking met het oude wiskunde A12-programma, een subdomein A5 toegevoegd dat specifiek hierop betrekking heeft. In bijlage 4 vindt u een lijst met een overzicht van een groot aantal algebraïsche vaardigheden. Daarmee kan ook een vergelijking worden gemaakt tussen de verschillende wiskundeprogramma's als het gaat om de vraag welke algebraïsche vaardigheden moeten worden beheerst bij elk programma en op welk niveau. Daarbij is het van belang te bedenken dat het beheersen van algebraïsche vaardigheden een middel is om inzichtelijk te kunnen werken en zich te kunnen concentreren op het oplossen van problemen, zonder gehinderd te worden door gebrekkig 'rekenwerk'.

### 1.12 Nieuwe Wiskunde rond 2010

Een commissie vernieuwing wiskundeonderwijs ([www.ctwo.nl](http://www.ctwo.nl)) werkt aan geheel nieuwe examenprogramma's voor wiskunde. De invoering van deze nieuwe programma's is na 2010 te verwachten.

cTWO kent de volgende taken:

- examenprogramma's voorstellen per 2010 voor wiskunde A, B, C en D van havo en vwo;
- voorbereidende ontwikkelingen in gang zetten voor wiskunde C van vwo en wiskunde D voor havo en vwo per 2007 (zie ook paragraaf 7.5);
- adviseren over doorlopende leerlijnen wiskunde:  
cTWO zal zich ook bezighouden met doorlopende leerlijnen van primair onderwijs naar voortgezet onderwijs naar hoger onderwijs, waarbij ook de overgang onderbouw – bovenbouw binnen het voortgezet onderwijs aandacht verdient. In het licht van de werkzaamheden rond de examenprogramma's Tweede Fase havo vwo ligt het voor de hand met name aandacht aan de onderbouw van havo en vwo te besteden. cTWO onderscheidt activiteiten gericht op de onderbouw, op het hoger onderwijs en op het primair onderwijs;
- advisering over didactische ontwikkelingen:  
Nieuwe examenprogramma's vragen ook om een aangepaste didactiek die gerelateerd is aan de vakinhouden. cTWO rekt het in gang zetten van activiteiten op dit punt tot haar taak, maar streeft ernaar deze taak in samenwerking met de NVvW, vakdidactici, lerarenopleidingen, onderwijsontwikkelaars, auteursteams en nascholingsinstellingen vorm te geven.

Vanuit cTWO wordt een didactiekwerkgroep ingesteld, die de volgende taken op zich zal nemen:

- het ontwikkelen van een visie op didactische ontwikkelingen;
- het ontwikkelen van een didactiek bij de vakinhouden;  
Hierbij moet enerzijds worden gedacht aan een domeinspecifieke vakdidactische opbrengst. Anderzijds moet ook aandacht worden besteed aan werkvormen, het effect daarvan op de contacturen, leerarrangementen en de praktische aspecten daarvan;
- het ontwikkelen van didactiek van ICT-gebruik;
- didactische begeleiding van de verschillende projecten en pilots;
- het informeren van de initiële lerarenopleiding en auteursteams van schoolmethoden over deze didactische ontwikkelingen;
- het initiëren van nascholing waarin docenten zich de nieuwe didactische vaardigheden kunnen verwerven.

In hoofdstuk 7 besteden we meer aandacht aan de nieuwste ontwikkelingen rond de verschillende wiskundeprogramma's.

## 2. Het programma

### 2.1 Inleiding

Zoals eerder is aangegeven, heeft het programma van wiskunde A een omvang van 520 sl. Van deze studielast wordt 100 sl gebruikt voor onderdelen die niet in de subdomeinen beschreven zijn, zoals keuzeonderwerp(en) en praktische opdrachten. Er blijven dus 420 sl over waarin het eindexamenprogramma moet worden aangeboden. De globale eindtermen die aan het examenprogramma ten grondslag liggen, zijn in deze publicatie toegevoegd als bijlage 1.

### 2.2 Het programma

Hieronder treft u een overzicht aan van het programma, opgedeeld in domeinen en subdomeinen.

Domeinen	Subdomeinen
A Vaardigheden	A1: Informatievaardigheden A2: Onderzoeksvaardigheden A3: Technisch-instrumentele vaardigheden A4: Oriëntatie op studie en beroep A5: Algebraïsche vaardigheden
Bg Functies en grafieken	Bg1: Standaardfuncties Bg2: Functies, grafieken, vergelijkingen en ongelijkheden
Cg Discrete analyse	Cg1: Veranderingen Cg2: Rijen en recurrente betrekkingen
Eg Combinatoriek en kansrekening	Eg1: Combinatoriek Eg2: Kansen Eg3: Rekenen met kansen Eg4: Speciale discrete verdelingen
Ba Differentiaalrekening met toepassingen	Ba1: Afgeleide functies Ba2: Rekenregels*
Fa Statistiek en kansrekening	Fa1: Populatie en steekproef Fa2: Ordenen, verwerken en samenvatten van statistische gegevens Fa3: Kansverdelingen Fa4: Het toetsen van hypothesen
G Keuzeonderwerpen	

\* Van het subdomein Ba2 en het domein Ea moet tenminste één in het SE worden opgenomen. Het is toegestaan beide in het SE op te nemen.



# 3. Het centraal examen en het schoolexamen

## 3.1 Het centraal examen

Het centraal examen heeft betrekking op de (sub)domeinen zoals vermeld in onderstaande tabel, waarbij ten overvloede nog kan worden vermeld dat de vaardigheden uit de subdomeinen A1, A2 en A3 alleen in samenhang met andere domeinen zullen worden getoetst.

De CEVO stelt het aantal en de tijdsduur van de zittingen van het centraal examen vast.

De CEVO maakt indien nodig een specificatie bekend van de examenstof van het centraal examen.

## 3.2 Het schoolexamen

Het schoolexamen heeft betrekking op domein A en:

- de (sub)domeinen Bg1, Cg2, Ba1 en Ba2;
- het domein G, met dien verstande dat deze onderwerpen per kandidaat kunnen verschillen;
- indien het bevoegd gezag daarvoor kiest: een of meer domeinen of subdomeinen waarop het centraal examen betrekking heeft;
- indien het bevoegd gezag daarvoor kiest: andere vakonderdelen, die per kandidaat kunnen verschillen.

De examenstof, zoals vermeld in hoofdstuk 2, dient geheel te worden onderwezen. Het is dus niet zo dat het bevoegd gezag in de school vrij is een gedeelte van de schoolexamenstof te laten vervallen, omdat deze niet centraal geëxamineerd wordt.

In de tabel op de volgende pagina is aangegeven welke (sub)domeinen zijn toegewezen aan het CE en welke (sub)domeinen in ieder geval tot het SE moeten behoren.

Domeinen	Subdomeinen	in CE	moet in SE	mag in SE
A Vaardigheden	A1: Informatievaardigheden A2: Onderzoeksvaardigheden A3: Technisch-instrumentele vaardigheden A4: Oriëntatie op studie en beroep A5: Algebraïsche vaardigheden	X X X  X	X X X X X	
Bg Functies en grafieken	Bg1: Standaardfuncties Bg2: Functies, grafieken, vergelijkingen en ongelijkheden	X* X	X	X X
Cg1 Discrete analyse	Cg1: Veranderingen Cg2: Rijen en recurrente betrekkingen	X	X	X
Eg Combinatoriek en kansrekening	Eg1: Combinatoriek Eg2: Kansen Eg3: Rekenen met kansen Eg4: Speciale discrete verdelingen	X X X X		X X X X
Ba Differentialrekening met toepassingen	Ba1: Afgeleide functies Ba2: Rekenregels	X X	X X	
Fa Statistiek en kansrekening	Fa1: Populatie en steekproef Fa2: Ordenen, verwerken en samenvatten van statistische gegevens Fa3: Kansverdelingen Fa4: Het toetsen van hypothesen	X X X X		X X X X
G Keuzeonderwerpen			X	

\* Eindterm 3 van subdomein Bg1 zal niet op het CE getoetst worden. Deze eindterm hoort wel thuis in het SE. Zie verder bijlage 2 van deze handreiking.

# 4. De eindtermen van het schoolexamen

## 4.1 Inleiding

Tot het schoolexamen behoren tenminste de (sub)domeinen:

- A Vaardigheden
- Bg1 Standaardfuncties
- Cg2 Rijen en recurrente betrekkingen
- Ba1 Afgeleide functie
- Ba2 Rekenregels
- G Keuzeonderwerpen.

## 4.2 Niet-bindende interpretatie van globale subdomeinen

Bij de herziening van het examenprogramma voor 2007 is het uitdrukkelijk de bedoeling de mogelijkheden voor scholen, vaksecties en docenten te verruimen om daarmee een eigen invulling aan het schoolexamen te geven door het toewijzen van subdomeinen aan het CE en/of het SE.

Het is belangrijk te beseffen dat onderstaande toelichting op de eindtermen voor het schoolexamen niet bindend is. De gepresenteerde voorstellen hebben het karakter van voorbeelden, suggesties, advies - kortom: van een handreiking. Het geldt niet alleen voor dit hoofdstuk, maar ook voor alle hierna volgende hoofdstukken.

Door het toelichten van de geglobaliseerde subdomeinen met eindtermen uit het examenprogramma van 1998 (zie bijlage 2) beogen we duidelijk te maken wat de mogelijke invulling van de geglobaliseerde subdomeinen van het schoolexamen kan zijn.

Tevens geven we enkele suggesties voor een alternatieve vakinhoudelijke invulling van de betreffende subdomeinen. Deze ontleen we aan methodeschrijvers en -uitgevers, toetsontwikkelaars, didactici, vakinhoudelijke verenigingen en individuele docenten. De suggesties zijn niet uitputtend, maar bedoeld als illustratie van de keuzeruimte die scholen in de tweede fase na 2007 hebben. Ook dienen ze als inspiratie voor de wiskundesectionen voor het uitwerken van het wiskundeprogramma voor het schoolexamen.

Een en ander betekent dat de school c.q. de sectie een grote rol speelt bij de invulling van het schoolexamen, vooral bij die onderwerpen van het schoolexamen die niet zijn toegewezen aan het CE. De school krijgt alle gelegenheid hierin eigen keuzes maken. Zo kan er onderscheid worden gemaakt tussen de profielen E&M en N&G (bijvoorbeeld bij praktische opdrachten en keuzeonderwerpen - zie hoofdstuk 7) Denk daarbij met name aan de keuze tussen subdomein Ba en domein Ea. Ook kan de school er bijvoorbeeld voor kiezen om het SE af te nemen op een wijze die afwijkt van het CE (zie paragraaf 8.2 voor voorbeelden). Zo krijgt de school de mogelijkheid zich te profileren.

Het zal duidelijk zijn dat in dit proces de sectie een grote rol toebedeeld kan worden.

Voor de volledigheid merken we op dat we ons in deze handreiking beperken tot de (sub)domeinen die zijn toegewezen aan het SE. Dit laat onverlet dat ook bij andere (sub)domeinen een alternatieve invulling op SE-niveau tot de mogelijkheden behoort waarvoor de school kan en mag kiezen.

### 4.3 Toelichting op de geglobaliseerde subdomeinen

Elk subdomein begint met de titel van het subdomein met daarna de globale formulering van de inhoud van het subdomein volgens het examenprogramma van 2007. Daarna geven we enkele suggesties voor een (alternatieve) uitwerking en suggesties voor de wijze van examineren in het schoolexamen. Deze suggesties zijn soms specifiek voor de profielen E&M of N&G bedoeld. In bijlage 2 staat van de betrokken subdomeinen een vergelijking met het oude programma uit 1998. Voor meer aanknopingspunten verwijzen we graag naar bijlage 5 waarin een uitgebreid overzicht van webadressen is opgenomen. Daar is veel direct bruikbaar lesmateriaal met achtergrondinformatie voor in klassen te vinden. In recente wiskunde A12 CE's (zie bijvoorbeeld <http://havovwo.nl>) zijn daarnaast grote aantallen voorbeelden van schriftelijke examinering te vinden. Van enkele (recente) examens vindt u passende opgaven hieronder vermeld.

#### 4.3.1 Domein A: Vaardigheden

##### **Subdomein A1: Informatievaardigheden**

Globale eindterm:

De kandidaat kan, mede met behulp van ICT, informatie verwerven, selecteren, verwerken, beoordelen en presenteren.

Suggesties:

Zowel in schriftelijke toetsen als in praktische opdrachten kunnen informatievaardigheden getoetst worden. Enkele voorbeelden:

- een (kranten)artikel, dat betrekking heeft op een wiskundig, bijvoorbeeld statistisch onderwerp, (kritisch) analyseren;
- zelf opzetten en uitvoeren van een enquête, gevolgd door de verwerking ervan;
- op de website van het CBS is zeer veel informatie in diverse vormen (tabellen, grafieken) te vinden;
- het CBS geeft regelmatig persberichten uit via de website;
- met behulp van bijvoorbeeld Excel is het goed mogelijk gegevens in allerlei, bij de context relevante, grafische weergaven om te zetten;
- gebruik van wiskunde in muziek en beeldende kunst, bijvoorbeeld m.b.t. gulden snede.

##### **Subdomein A2: Onderzoeksvaardigheden**

Globale eindterm:

De kandidaat kan een gegeven probleemsituatie inventariseren, vertalen in een wiskundig model, binnen dat model wiskundige oplostechieken hanteren en de gevonden oplossingen betekenis geven in de context.

Suggesties:

Toetsing van de vaardigheden uit dit subdomein kan met name bij praktische opdrachten goed uitgevoerd worden. Enkele voorbeelden:

- bij economische toepassingen: in een gegeven context het maken van een model (opbrengst, kosten, winst, voorraadprobleem, enz.);
- bij groeiprocessen (voor E&M bijvoorbeeld samengestelde interest, voor N&G bijvoorbeeld de bacteriegroei of radioactieve straling) een model opstellen;
- modellen kritisch beschouwen m.b.t. realiteitsgehalte; denk daarbij bijvoorbeeld geremde groei;
- modellen zijn vaak discreet, dus een weergave door middel van DDM;
- reflectie kan goed plaatsvinden door diverse modellen binnen één context met elkaar te vergelijken.

### **Subdomein A3: Technisch-instrumentele vaardigheden**

Globale eindterm:

De kandidaat kan bij raadplegen, verkennen en presenteren van wiskundige informatie en bij uitvoeren van wiskundige bewerkingen en redeneringen gebruik maken van toepassingen van ICT.

Suggesties:

Enkele toepassingen van ICT die hier gebruikt kunnen worden:

- tekstverwerking bij bijvoorbeeld verslaglegging van een praktische opdracht;
- binnen een tekstverwerker gebruik maken van een formule-editor;
- spreadsheetprogramma om gegevens te ordenen en grafisch weer te geven;
- spreadsheetprogramma om een model snel door te rekenen op gevolgen bij de keuze van variabelen;
- zoekprogramma's op internet voor het verkennen van wiskundige informatie
- opgaven uit complex-examens;
- spreadsheetprogramma om een model door te rekenen op gevolgen bij de keuze van variabelen;
- grafiekprogramma, ter aanvulling van de mogelijkheden die de GR reeds biedt;
- en natuurlijk de GR zelf.

### **Subdomein A4: Oriëntatie op studie en beroep**

Globale eindterm:

De kandidaat kan een verband leggen tussen zijn wiskundige kennis, vaardigheden en belangstelling en de rol van wiskunde in vervolgstudies en de praktijk van verschillende beroepen.

Suggesties:

- in de diverse wiskundemethoden staan vaak voorbeelden van beroepen en/of vervolgopleidingen waarin wiskunde een rol speelt. Zo'n voorbeeld kan vertrekpunt zijn voor de invulling van een praktische opdracht;
- vaardigheden met betrekking tot studie en beroep kunnen o.a. worden geëxamineerd via rapportage over bedrijfsbezoeken en interviews met werknemers;
- veel scholen hebben goede contacten met universiteiten en hogescholen. Deze contacten kunnen leiden tot invulling van dit subdomein;
- diverse opleidingen (techniek, economie, psychologie), waarin wiskunde een grote rol speelt, bieden masterclasses aan;

- veel opleidingen bieden hulp bij het formuleren en/of uitvoeren van een praktische opdracht;
- beroepsbeoefenaars, bijvoorbeeld ouders van leerlingen, kunnen op school worden uitgenodigd om een presentatie te geven over beroepen waarin wiskunde aan bod komt.

We verwijzen ook naar <http://www.jet-net.nl> .

De vaardigheden uit dit domein hoeven niet met een cijfer te worden beoordeeld, maar kunnen ook alleen 'naar behoren' worden beoordeeld.

### **Subdomein A5: Algebraïsche vaardigheden**

Globale eindterm:

De kandidaat beheerst de, bij het examenprogramma passende, rekenkundige en algebraïsche vaardigheden en formules, heeft daar inzicht in en kan de bewerkingen uitvoeren met, maar ook zonder gebruik van de ICT-middelen zoals de grafische rekenmachine.

Suggesties:

De CEVO-syllabi die met betrekking tot de verschillende examenprogramma's worden uitgegeven, bevatten een overzicht van te beheersen vaardigheden, voorzien van voorbeelden. Daarin is ook goed zichtbaar welke vaardigheden op het centraal examen kunnen worden getoetst en welke vaardigheden daar naar eigen inzicht aan toegevoegd kunnen worden voor het schoolexamen.

In bijlage 4 vindt u een overzicht van een groot aantal algebraïsche vaardigheden. Zij dienen mede als inspiratiebron voor de wijze waarop dit subdomein kan worden getoetst.

Vaardigheden uit subdomein A5 kunnen ook los van de vakinhoudelijke domeinen worden getoetst.

## **4.3.2 Domein Bg: Functies en grafieken**

### **Subdomein Bg1: Standaardfuncties**

Globale eindterm:

De kandidaat kan grafieken tekenen en herkennen van machtsfuncties, exponentiële functies en logaritmische functies en van verschillende typen functies de karakteristieke eigenschappen benoemen.

Eindterm 3: *De kandidaat kan grafieken tekenen van de goniometrische functies  $f(x) = \sin x$  en  $f(x) = \cos x$  en daarbij de begrippen periode, amplitude, domein, bereik, stijgen en dalen hanteren.*

Suggesties:

- periodieke functies kunnen goed in verband gebracht worden met het prooiroofdiermodel; dat biedt mogelijkheden dit te combineren met subdomein Ea2: matrices;
- de begrippen periode en amplitude komen in natuurkundigen toepassingen meerdere keren voor;
- onderzoek naar figuren van Lissajous;

- in het oude wiskunde A-programma kwam deze eindterm ook voor, waarbij de toepassingen zich vrijwel altijd beperkten tot de functie  $f(x) = \sin x$ .

Enkele voorbeelden van opgaven uit eindexamens wiskunde A zijn:

1992, 2e tijdvak opgave Eb en vloed;

1996, 1e tijdvak opgave 3 Vet.

### 4.3.3 Domein Cg: Discrete analyse

#### Subdomein Cg2: Rijen en recurrente betrekkingen

Globale eindterm:

De kandidaat kan rekenkundige en meetkundige rijen herkennen, beschrijven en er berekeningen mee uitvoeren en werken met recurrente betrekkingen.

Suggesties:

- rekenkundige rijen kunnen goed in verband worden gebracht met lineaire groei;
- meetkundige rijen kunnen goed in verband worden gebracht met exponentiële groei;
- de globale beschrijving van dit subdomein laat toe dat ook andere dan rekenkundige en meetkundige rijen aan de orde komen; dat biedt mogelijkheden om andere recurrente betrekkingen te gebruiken, zoals logistische groei en betrekkingen van de vorm  $X_{n+1} = aX_n + b$ .

Enkele voorbeelden van opgaven uit eindexamens wiskunde A12 zijn:

2004, 1e tijdvak opgave Bevolkingsgroei

2005, 1e tijdvak opgave Veel zalm

2005, 2e tijdvak opgave Zonnebloemen

2006, 1e tijdvak opgave Krasactie (deels)

2006, 2e tijdvak opgave Evenwicht.

### 4.3.4 Domein Ba: Differentiaalrekening met toepassingen

#### Subdomein Ba1: Afgeleide functies

Globale eindterm:

De kandidaat kan, ook in toepassingssituaties, van een functie met behulp van rekenregels voor machts-, som- en kettingfuncties de afgeleide bepalen, aan de hand daarvan het veranderingsgedrag van de functie beschrijven, inclusief de extreme waarden en deze resultaten betekenis geven in de context.

#### Subdomein Ba2: Rekenregels

Globale eindterm:

De kandidaat kan, ook in toepassingssituaties, van een functie met behulp van de rekenregels voor product- en quotiëntfuncties de afgeleide bepalen, aan de hand daarvan het veranderingsgedrag van de functie beschrijven, inclusief de extreme waarden en deze resultaten betekenis geven in de context.

#### Suggesties:

De differentiaalrekening was in het oude programma een van de domeinen, waaraan veel aandacht werd besteed. Zowel in toepassingen bestemd voor het profiel E&M (denk bijvoorbeeld aan optimalisering van winst- en kostenfuncties en voorraadproblemen), als ook in toepassingen voor het profiel N&G (denk aan de analytische benadering binnen wiskunde B) zijn tal van voorbeelden te vinden. Dit domein leent zich heel goed voor het maken van onderscheid tussen beide profielen. In vrijwel alle eindexamens m.b.t. de programma's van 1998 komt dit domein aan de orde.

Enkele voorbeelden van opgaven uit eindexamens wiskunde A12 zijn:

- 2004, 1e tijdvak opgave Autobanden
- 2004, 2e tijdvak opgave Woorden tellen
- 2005, 1e tijdvak opgave Paretokrommen
- 2005, 2e tijdvak opgave Clavarin
- 2006, 1e tijdvak opgave Voedsel zoeken
- 2006, 2e tijdvak opgave Snelheden.

### 4.3.5 Keuzeonderwerpen

#### Toelichting

Dit domein omvat een of meer keuzeonderwerpen. De onderwerpen worden gekozen door de school. De onderwerpen kunnen, indien de school daarvoor kiest, voor elke kandidaat verschillend zijn. De totale studielast van de keuzeonderwerpen is 40 uur.

#### Suggesties

- Grafen en matrices

In de eindexamens van het wiskunde A programma vóór 1998 komt een enkele keer een opgave voor waarin een graaf is opgenomen. Een paar voorbeelden:

2000 1e tijdvak, opgave 1

en uit de examens wiskunde A12:

2003, 1e tijdvak, opgave Levensduur van koffiezetapparaten.

Ook kleuren van grafen is een geschikt onderwerp. Opgaven over matrices uit de periode vóór 1998 zijn bijvoorbeeld:

2001, 1e tijdvak, opgave 2

2001, 2e tijdvak, opgave 4

2002, 1e tijdvak, opgave Reizen

2003, 2e tijdvak, opgave Koken

2004, 1e tijdvak, opgave Vruchtwisseling.

- Een aantal boekjes uit de Zebra-reeks leent zich goed voor het gebruik als keuzeonderwerp. Bijvoorbeeld:

nr 1 Kattenaids en Statistiek;

nr 3 Schatten, hoe doe je dat?;

nr 4 De Gulden Snede;

nr 8 Verkiezingen, een web van paradoxen;

nr 15 De juiste toon;

nr 20 Babylonische Wiskunde;

nr 22 Spelen en delen.

Voor meer informatie over de Zebra-reeks verwijzen we verder naar bijlage 6.

In het verleden is in het kader van het keuzeonderwerp door diverse uitgevers een boekje uitgegeven dat handelt over Correlatie en Regressie.

#### 4.3.6 Algebraïsche vaardigheden

Afhankelijk van het wiskundeprogramma (wiskunde A, B, C of D) wordt een verschillend niveau van algebraïsch inzicht en beheersing van vaardigheden en algebraïsche kennis verwacht. Van leerlingen die wiskunde B volgen wordt een grotere mate van algebraïsch inzicht, formulevaardigheid en daarmee beheersing van algebraïsche technieken verwacht dan van een leerling die wiskunde A (of C) volgt. Dat lijkt vanzelfsprekend, echter wat er dan van leerlingen verwacht mag worden was in de afgelopen jaren niet altijd duidelijk. Door een aantal factoren is de kennis van algebra, de mate van algebraïsch inzicht en de daarvoor benodigde vaardigheden de laatste jaren sterk verminderd. Als voorbeelden van factoren die daaraan bijgedragen hebben noemen we:

- de sterke nadruk op het leren vinden van informatie, met tegelijkertijd devaluatie van feitenkennis;
- de introductie van de grafische rekenmachine zonder een aangepaste didactiek, waardoor een oneigenlijk gebruik van een waardevol hulpmiddel de normale gang van zaken werd;
- in sommige wiskundeprogramma's een overaanbod aan onderwerpen, waardoor het vastleggen van kennis bemoeilijkt werd;
- het idee van de terugtrekkende leraar, waardoor in te veel gevallen interactie tussen leraar en groepen leerlingen sterk verminderde.

De commissies die de herziene programma's voor 2007 formuleerden waren zich vanaf het begin van hun opdracht bewust van de noodzaak het gemiddelde niveau van leerlingen in alle programma's op dit gebied te verbeteren en de verschillen tussen de programma's ook wat betreft de mate van algebraïsch inzicht en gewenste vaardigheden duidelijk aan te geven. In elke syllabus wordt in hoofdstuk 3 gespecificeerd wat voor het betreffende wiskundeprogramma van leerlingen bij het centraal eindexamen verwacht wordt, toegelicht met voorbeelden. De algebraïsche vaardigheden worden als afzonderlijk onderdeel benoemd in subdomein A5. Het schoolexamen biedt, door de grotere vrijheid van toetsvormen, bij uitstek een kans om aan de vorming van algebraïsch inzicht en formulevaardigheid aandacht te besteden, terwijl de daarvoor noodzakelijke beheersing van technieken door een variatie aan werk- en toetsvormen bereikt kan worden.

Het onderscheid in de titel (kennis, vaardigheden en inzicht) is in de praktijk wat kunstmatig. Het geeft meer een hiërarchie aan: algebraïsche vaardigheid zonder kennis van elementaire regels en structuren is niet mogelijk, inzicht zonder een zeker minimum aan vaardigheden kan alleen heel globaal zijn en dus niet praktisch bruikbaar. In de syllabus worden kennis en manipulatieve vaardigheden aangeduid met *specifieke* vaardigheden en inzichtelijk handelen, gecombineerd met probleem oplossen, wordt aangeduid met *algemene* vaardigheden.

Algebraïsch inzicht heeft dus te maken met probleem oplossend vermogen, onder andere verkennen en analyseren van het probleem, kwalitatief (globaal) redeneren, een oplossingsmethode kiezen, een aantal stappen zelfstandig kunnen zetten, regelmatig controleren of het proces in de goede richting gaat. Toegespitst op algebra wordt van leerlingen in wiskunde A verwacht dat ze kwalitatief kunnen redeneren en complexe delen van een expressie kunnen vervangen door eenvoudiger 'plaatsvervangers'. Het kunnen doorzien van de structuur van een formule ligt aan de basis van een aantal van deze activiteiten. Zie de overzichtslijst in bijlage 4.

Leerlingen die wiskunde A volgen moeten veel van de kennis en vaardigheden in de overzichtslijst beheersen, wat betreft het tonen van inzicht wordt van ze verwacht dat ze kwalitatief kunnen redeneren en expressies kunnen reduceren. Wat betreft het zelfstandig oplossen van problemen moeten ze een klein aantal stappen zelf kunnen

bedenken en uitvoeren. Van leerlingen die wiskunde C volgen wordt verwacht dat ze wiskundige redeneringen kunnen volgen, dus enige beheersing van kennis en vaardigheden.

Voor een deel gaat het om niet meer dan verstevigen en onderhouden van wat in de onderbouw geleerd is, dan wel geleerd had moeten worden, voor een deel gaat het om programmaspecifieke kennis en vaardigheden.

### Gebruik grafische rekenmachine

De grafische rekenmachine kan een krachtig en waardevol hulpmiddel zijn, mits goed gebruikt. Dat wil zeggen dat leerlingen die wiskunde A volgen moeten leren vertrouwen op hun eigen oordeel, bijvoorbeeld wat betreft orde van grootte van uitkomsten. Beheersen van vaardigheden houdt in dat ze zo nodig 'handmatig' dus zonder GRM uitgevoerd kunnen worden. Dat vraagt regelmatig en gevarieerd oefenen en toetsen.

Wat betreft het gebruik van de grafische rekenmachine worden wel 4 rollen onderscheiden.

1. GRM als meester - de leerling kent slechts enkele mogelijkheden van het apparaat en beperkt zich tot het toepassen van die mogelijkheden, ongeacht wat wenselijk en mogelijk is. De oorzaak is gelegen in gebrek aan kennis van het apparaat en/of gebrek aan wiskundige kennis en begrip.
2. GRM als dienaar - het apparaat wordt gebruikt als een betrouwbare en tijdsbesparende vervanging van procedures die tot dan toe uit het hoofd of op papier werden uitgevoerd. De gebruiker beheert het apparaat, maar de opdrachten en problemen zijn niet anders dan voor de invoering van GRM. Output, bijvoorbeeld het resultaat van een berekening of een grafiek, wordt slechts gecontroleerd op fouten wat betreft input, maar niet getoetst aan wiskundige kennis van gebruiker.
3. GRM als partner - het apparaat wordt gebruikt voor exploratie en berekeningen, uitkomsten worden beoordeeld op basis van wiskundige kennis van de gebruiker. De gebruiker beseft dat uitkomsten misleidend kunnen zijn: wiskundige kennis en technologie houden elkaar in evenwicht.
4. GRM als een uitbreiding van de persoon - voor de gebruiker is technologische expertise een onderdeel van het eigen wiskundig repertoire, net als de wiskundige kennis die in het hoofd zit.

Een leerling in wiskunde A moet de GRM tenminste in de tweede en derde rol kunnen gebruiken. Dat kan alleen bereikt worden als de leerlingen voldoende kunnen vertrouwen op hun wiskundige kennis. Om dat te bereiken moet de wiskunde docent een actieve, sturende rol in het onderwijsproces spelen.

We zullen hieronder een voorbeeld nader uitwerken voor de drie vakken.

### Voorbeeld

Voor de verdubbelingstijd bij exponentiële processen wordt vaak als vuistregel

gebruikt:  $T = \frac{70}{p}$ .

In deze formule is  $p$  het groeipercentage per jaar en  $T$  de verdubbelingstijd in jaren. Onderzoek voor welke waarden van  $p$  deze benadering minder dan 1 jaar afwijkt van de werkelijke waarde van de verdubbelingstijd.

Voor wiskunde B-leerlingen moet de formulering, zoals die hierboven staat weergegeven voldoende zijn om het probleem te kunnen oplossen. Zij moeten er mee uit de voeten kunnen.

Voor wiskunde A-leerlingen moet de opgave met behulp van tussenstappen worden aangeboden. Bijvoorbeeld als volgt:

Voor de verdubbelingstijd bij exponentiële processen wordt vaak als vuistregel gebruikt:  $T_v = \frac{70}{p}$ .

In deze formule is  $p$  het groeipercentage per jaar en  $T_v$  de verdubbelingstijd in jaren. We willen onderzoeken voor welke waarden van  $p$  deze benadering minder dan 1 jaar afwijkt van de werkelijke waarde van de verdubbelingstijd.

Daarvoor moeten we eerst nagaan hoe de werkelijke waarde van de verdubbelingstijd berekend wordt. Voor deze werkelijke  $T_w$  geldt de volgende formule:

$$T_w = \frac{\log 2}{\log(1 + 0,01 p)}$$

a. Toon aan dat deze formule voor  $T_w$  juist is.

Door nu gebruik te maken van de verschilfunctie tussen  $T_v$  en  $T_w$  kunnen het onderzoek uitvoeren dat hierboven staat beschreven.

b. Voer dit onderzoek uit.

Een wiskunde C-leerling zou eerst gevraagd worden een tabel te maken met daarin voor gehele waarden van  $p$  de werkelijke verdubbelingstijd en die van de vuistregel. Naar aanleiding van de tabel kunnen conclusies getrokken worden. De opgave kan er dan als volgt uit zien:

Voor de verdubbelingstijd bij exponentiële processen wordt vaak als vuistregel gebruikt  $T_v = \frac{70}{p}$ .

In deze formule is  $p$  het groeipercentage per jaar en  $T_v$  de verdubbelingstijd in jaren. Deze formule is een goede benadering aan de werkelijke waarde van de verdubbelingstijd. Alleen bij heel kleine (of heel grote waarden) van  $p$  is de afwijking groter dan 1 jaar.

Om dat na te gaan moeten we gebruik maken van de formule waarmee de werkelijke waarde  $T_w$  van de verdubbelingstijd berekend wordt. Die formule ziet er als volgt uit:

$$T_w = \frac{\log 2}{\log(1 + 0,01 p)}$$

a. Bereken het verschil tussen beide uitkomsten voor  $p = 3$  en ook voor  $p=0,3$ .

We gaan nu een tabel maken met daarin de waarden van  $T_v$  en van  $T_w$  voor de waarden  $p = 0$ ,  $p = 0,1$ ,  $p = 0,2$  .....  $p = 1$ .

b. Maak zo'n tabel voor de waarden en lees daaruit af voor welke waarden van  $p$  de waarde van  $T_v$  meer dan 1 jaar afwijkt van de waarde van  $T_w$ .



# 5. Mogelijkheden voor toetsing en weging (PTA)

## 5.1 Inrichting van het PTA

Volgens het examenbesluit havo/vwo dient het PTA jaarlijks vóór 1 oktober te worden vastgesteld en moet het in elk geval betrekking hebben op het desbetreffende schooljaar.

In het PTA zijn tenminste de volgende onderdelen opgenomen:

- de onderdelen van het examenprogramma die in het schoolexamen worden getoetst;
- de inhoud van de onderdelen van het schoolexamen;
- de wijze van examinering van de verschillende onderdelen van het schoolexamen;
- de mogelijkheden tot herkansing van de verschillende onderdelen van het schoolexamen;
- de weging van de verschillende onderdelen van het schoolexamen;
- het herexamen van het schoolexamen.

In het examenprogramma van 1998 zijn vormvoorschriften voor het schoolexamen opgenomen. Vanaf 2007 zijn deze vormvoorschriften vervallen. De formulering is nu als volgt:

*Het schoolexamen heeft betrekking op domein A en:*

1. *de (sub)domeinen Bg1, Cg2, Ba1 en Ba2;*
2. *het domein G, met dien verstande dat deze onderwerpen per kandidaat kunnen verschillen;*
3. *indien het bevoegd gezag daarvoor kiest: een of meer domeinen of subdomeinen waarop het centraal examen betrekking heeft.*
4. *indien het bevoegd gezag daarvoor kiest: andere vakonderdelen, die per kandidaat kunnen verschillen.*

De keuzemogelijkheden voor de scholen zijn dus verruimd. Bij wiskunde kenden we al de situatie van het keuzeonderwerp als verplicht onderdeel van het schoolexamen in het vwo. Maar nu mogen eigen onderdelen toegevoegd worden aan het wiskundeprogramma en in het schoolexamen worden opgenomen. Inmiddels is in de afgelopen jaren een groot aantal onderwerpen, die geschikt zijn voor de invulling van deze keuzeruimte in het vwo, uitgewerkt. Het betreft de serie Zebraboekjes. Daarnaast hebben verschillende hogescholen en universiteiten masterclasses ontwikkeld. Dit zijn enkele voorbeelden van mogelijke keuzes, die de school kan maken.

Uiteraard zijn er veel meer mogelijkheden. Veel informatie is ook te vinden op diverse websites (zie ook bijlage 5).

De keuzeonderdelen mogen zelfs van leerling tot leerling verschillen (zie ook hoofdstuk 7). Alhoewel de gedetailleerde vormvoorschriften vervallen zijn, kan de formulering van het programma van 1998 scholen en secties inspiratie bieden bij het opstellen van het PTA.

## 5.2 Overwegingen bij het opstellen van een PTA

Voorafgaand aan het opstellen van een PTA voor het vak wiskunde behoort het tot de verantwoordelijkheid van de vaksectie om zich goed te informeren over het formele karakter van het PTA.

De vaksectie moet zich ook een goed beeld vormen van de randvoorwaarden waarbinnen het vak wiskunde op de eigen school wordt onderwezen. Belangrijke vragen waarover eerst duidelijkheid moet bestaan zijn o.a.:

- hoe worden de 520 sluis voor wiskunde A verdeeld over het vierde, vijfde en zesde leerjaar van het vwo?
- hoeveel lessen wiskunde A staan er in de opeenvolgende schooljaren op het rooster?
- werkt de school met perioden? Zo ja, met hoeveel perioden? Is periodisering mogelijk/wenselijk?
- welke ruimte is er voor zaken als studiebegeleidinguren, Z-uren en keuzewerktijd?
- zijn er wel/geen lesvrije toetsweken?
- hoe de herkansing van onderdelen van het schoolexamen schoolbreed geregeld? Wanneer vindt die plaats?
- hoe is de voortgangsrapportage geregeld? Hoeveel rapporten, wanneer?
- op welke gronden vindt bevordering naar een volgend schooljaar plaats?
- hoe verhouden examenonderdelen zich tot voortgangstoetsen?
- welke lesmethodegebruiken de leerlingen, welke overige informatiebronnen en hoe is de verhouding tussen leerstof in het schoolboek en niet-methodegebonden lesmateriaal?

Vervolgens is het in het belang van de leerlingen gewenst dat binnen de jaarlaag afstemming is over o.a.:

- spreiding van schriftelijke toetsen en praktische opdrachten over het schooljaar;
- koppeling met examenonderdelen van andere vakken;
- het aantal dagen lesuitval door schoolgebonden buitenschoolse activiteiten als werkweken, internationale uitwisseling, cultuurreizen, sporttoernooien, excursies, verlof voor eigen bijscholing, vergaderingen, et cetera;
- het toetsen van algemene vaardigheden uit domein A zoals informatievaardigheden, technisch-instrumentele vaardigheden en algebraïsche vaardigheden;
- de organisatie van oriëntatie op studie en beroep en de rol van de andere vakken daarin.

Al deze factoren hebben invloed op de beslissing over:

- de verdeling van de leerstof over de opeenvolgende jaren;
- de voorbereiding op de schoolexamenonderdelen en het centraal examen;
- het opnemen van voor het centraal examen aangewezen subdomeinen in het schoolexamen, in welke mate en wanneer;
- de invulling van de door de school te bepalen onderdelen van het wiskundeprogramma en de wijze van examinering.

De gewenste detaillering in de beschrijving van de onderdelen van het PTA wordt op schoolniveau aangegeven. Het PTA dient een raamdocument te zijn, waarbinnen later door middel van gedetailleerde studiewijzers de precieze inhoud en werkwijze aan de leerlingen duidelijk gemaakt wordt. Daarom verdient een korte typering en een globale omschrijving van de vakinhoud de voorkeur boven een gedetailleerde beschrijving, die

in de loop van het jaar kan leiden tot knelpunten voor leerlingen en docenten en zelfs een officiële wijziging van het PTA tot gevolg kan hebben.

De vakinhoud voor (een deel van) een schriftelijke toets kan in het PTA globaal beschreven worden als bijvoorbeeld 'door vaksectie te bepalen onderdelen over het subdomein: Standaardfuncties'. In de studiewijzer kan dan gedetailleerd worden opgenomen welke onderwerpen, hoofdstukken, pagina's, opgaven, en eventueel andere bronnen tot de stof van deze toets behoren.

Als de school kiest voor het opnemen van andere vakonderdelen, volstaat het om dat in het PTA te typeren als bijvoorbeeld 'door de vaksectie te bepalen thema' of 'actualiteitsopdracht' of 'verbredingsopdracht' of 'verdiepingsopdracht'. Het is niet aan te bevelen om in het PTA op te nemen 'door leerling te bepalen thema', ook al is de school voornemens om leerlingen de ruimte te geven eigen keuzes te maken. Het PTA is een wettelijke regeling en het zou niet zo moeten zijn dat ouders en/of leerlingen met het PTA in de hand de weg naar de rechter zoeken om wettelijk af te dwingen dat hun zoon of dochter een thema voor het schoolexamen kiest dat niet aan de criteria van de vaksectie/docent voldoet.

### **5.3      Weging**

De school mag zelf bepalen hoe de weging is tussen de verschillende onderdelen van het schoolexamen. De oude regeling is dus vervallen.



# 6. Afstemming met andere vakken

## 6.1 Inleiding

Voor een goede afstemming tussen het onderwijs en de toetsing van onderdelen van het schoolexamen die inhoudelijk in elkaars verlengde liggen en elkaar zelfs kunnen overlappen, is overleg wenselijk tussen de vaksecties wiskunde en andere vakken.

De volgorde van de domeinen en subdomeinen in het programma wiskunde is een opsomming van vaardigheden en vakinhoud en geenszins een volgorde waarin deze in het onderwijs aan de leerlingen moet worden aangeboden. Het is dus aan te bevelen om, voor zover dat mogelijk is, met de gekozen leermiddelen voor wiskunde en andere vakken een zodanige volgorde te bepalen dat bij wiskunde wiskundige begrippen geïntroduceerd kunnen worden die in de programma's van andere vakken voorkomen. Tegelijkertijd bieden andere programma's contexten, waarop bij wiskunde kan worden aangesloten en voortgebouwd. Leerlingen hebben er baat bij als verschillende docenten voor wiskundige begrippen dezelfde definities gebruiken en bij wiskunde refereren aan de contexten waarbinnen leerlingen de betreffende begrippen bij andere vakken krijgen aangereikt.

Het schoolexamen biedt veel mogelijkheden om te komen tot meer samenhang tussen vakken. Welke vorm dit krijgt hangt af van de keuzes en de organisatie van de school en hoever secties en docenten daarin wensen te gaan. De afstemming kan op vakinhoudelijk gebied plaats vinden, de vorm aannemen van een project of voor individuele leerlingen gestalte krijgen in een profielwerkstuk. Er kan besloten worden om bepaalde onderwerpen voor verschillende vakken in één opdracht te toetsen, waarvan een gedeelte onderdeel is van het schoolexamen wiskunde en een ander gedeelte onderdeel van het schoolexamen van een ander vak.

Wiskunde A is profielvak voor zowel het profiel E&M als N&G. Dat betekent dat wiskunde A een vak is voor leerlingen met zeer verschillende andere (profiel)vakken. Afstemming van wiskunde A met al deze vakken is dan ook gewenst.

## 6.2 Afstemming tussen wiskunde A en Nederlands

Voor een goede afbakening van wiskunde A aan de taalvaardigheden van de leerling is afstemming met Nederlands wenselijk. Daarbij is van belang dat:

- docenten wiskunde weten hoe bij Nederlands leesvaardigheden (intensief en extensief lezen) worden aangeboden en welke begrippen en strategieën daarbij voorkomen;
- docenten Nederlands weten op welke problemen allochtone leerlingen kunnen stuiten bij het bestuderen van wiskundige vakteksten en het gebruiken van vakgerichte bronnen als vakliteratuur en wetenschappelijk-journalistieke artikelen;
- docenten zo mogelijk afspraken maken over examinering en beoordeling van de taalvaardigheden en informatievaardigheden in het schoolexamen.

Met het vak Nederlands kan ook worden afgestemd voor het profielwerkstuk. Doel van deze afstemming is dat bij het maken van het profielwerkstuk optimaal gebruik wordt gemaakt van de taalvaardigheid die bij Nederlands wordt of is aangeleerd. Een goede taalvaardigheid is ook bij het eindexamen van groot belang.

### **6.3 Afstemming tussen wiskunde A en economie/management en organisatie**

Bij het centraal examen economie kunnen vragen gesteld worden waarbij leerlingen wiskundige begrippen moeten kunnen hanteren die niet specifiek in het economieprogramma zijn opgenomen. Over de behandeling van deze begrippen is afstemming nodig.

Het economieprogramma biedt contexten, waarop bij wiskunde A kan worden aangesloten en voortgebouwd. Leerlingen hebben er baat bij als de docenten economie en wiskunde:

- voor de wiskundige begrippen dezelfde definities gebruiken;
- bij wiskunde A refereren aan de contexten waarbinnen leerlingen de betreffende begrippen bij economie kregen aangereikt.

### **6.4 Afstemming tussen wiskunde A en aardrijkskunde/maatschappijwetenschappen**

Tussen het programma wiskunde A enerzijds en de programma's aardrijkskunde en maatschappijwetenschappen is geen directe 'afhankelijkheidsrelatie'. Dat neemt niet weg dat leerlingen er baat bij hebben als docenten aardrijkskunde voor de wiskundige begrippen in hun vak dezelfde definities gebruiken. Daarnaast is het zinvol dat docenten in voorkomende gevallen, wiskunde refereren aan contexten waarbinnen leerlingen dergelijke begrippen bij aardrijkskunde kunnen toepassen. Dit geldt in beperkte mate ook voor het vak maatschappijwetenschappen, waarin toepassingsmogelijkheden liggen voor wiskunde A. Denk daarbij voor beide vakken maar aan toepassingen binnen de statistiek.

### **6.5 Afstemming tussen wiskunde A en de moderne vreemde talen**

Als leerlingen zelfstandig bronnen zoeken en raadplegen, komen ze ook bij Engelstalige bronnen terecht, zeker als ze op zoek zijn naar bijvoorbeeld wetenschappelijke rapporten. Het is aan te bevelen dat zij bij wiskunde A vertrouwd raken met het verwerken van informatie uit Engelse en (soms) Duitse websites. Ook als voorbereiding op het vervolgonderwijs, vooral omdat daar veel wetenschappelijke rapporten met statistisch onderzoek in het Engels worden gepubliceerd. Voor docenten wiskunde is het wenselijk dat ze zich een goed beeld vormen van het soort Engelse teksten waaruit vwo-leerlingen informatie moeten kunnen halen en verwerken in de vreemde taal of in het Nederlands.

Op enkele scholen wordt de mogelijkheid geboden aan leerlingen om het profielwerkstuk in een moderne vreemde taal (in de praktijk Engels) te schrijven. In dat geval is afstemming zeker noodzakelijk, alleen al vanwege de vaktermen die erin zullen voorkomen.

Een beoordeling kan zowel plaats vinden voor het vak wiskunde als voor het vak Engels.

## **6.6 Afstemming tussen wiskunde A en biologie**

Bij biologie spelen enkele inhoudelijke zaken een rol, waarbij afstemming met wiskunde A gewenst is. Binnen het onderwerp genetica speelt de kansrekening een rol. Daarnaast wordt gebruik gemaakt van het begrip pH (logaritmische waarden). Bij biologie worden meetresultaten verwerkt in grafieken en daarvoor is voldoende wiskundige basiskennis vereist.

Ook dient men zich te realiseren dat in de biologie gebruik gemaakt wordt van de grafische rekenmachine.

## **6.7 Afstemming tussen wiskunde A en scheikunde**

Naast de opmerkingen die hierboven bij de afstemming met biologie zijn gemaakt, zijn er nog enkele andere situaties die afstemming met scheikunde wenselijk maken.

Voor het kunnen oplossen van lineaire en tweedegraadsvergelijkingen is het voor leerlingen prettig als daarvoor bij wiskunde ook contexten uit de scheikunde worden gebruikt. Dat geldt ook voor voorbeelden van het oplossen van een stelsel van twee lineaire vergelijkingen met twee onbekenden.

Daarnaast is het denkbaar dat de wiskundige verwerking van meetgegevens uit scheikundige experimenten als voorbeeld in de wiskundeles aan bod komen.

## **6.8 Afstemming tussen wiskunde A en natuurkunde**

Bij natuurkunde wordt veel aandacht besteed aan het verwerken van meetresultaten in grafieken en statistieken. Daarvoor is wiskundige basiskennis nodig. Naarmate een kwantitatieve aanpak belangrijker is, zal ook de vertaling van meetresultaten via grafieken naar formules meer aandacht krijgen. Op dit laatste terrein, de vertaling van grafieken naar formules, ligt een belangrijk aandachtsveld voor de wiskunde.

Binnen de natuurkunde bieden meerdere computerprogramma's, waaronder Coach-5, mogelijkheden om meetresultaten te analyseren en te verwerken.

Het gebruik maken van numerieke modellen om fysische processen te simuleren is een belangrijk raakvlak tussen en wiskunde en natuurkunde. Het is dan ook zeker zinvol om op schoolniveau tussen beide secties afspraken te maken om daarmee tot afstemming op inhoud, tijdsplanning en taalgebruik te komen.

## **6.9 Afstemming tussen wiskunde A en natuur, leven, technologie**

Bij het vak natuur, leven, technologie worden modules aangeboden, waarin wiskunde een grote rol kan spelen. Voor leerlingen uit het profiel N&T is NLT een keuzevak. Het is wenselijk dat betrokken docenten met elkaar in overleg gaan om het wiskundig begrippenkader, dat hier aan de orde kan komen, een voor leerlingen heldere plaats te geven.

## 6.10 Afstemming tussen wiskunde A en klassieke talen/geschiedenis

Voor met name leerlingen uit het profiel E&M en C&M liggen er interessante perspectieven voor onderzoek naar de geschiedenis van de wiskunde. Veel wiskundige ontwikkelingen zijn zeer nauw verbonden met de tijd waarin ze plaatsvonden. Denk maar aan wiskundigen als Euclides, Euler, Cardano, Einstein, het vermoeden van Fermat, enzovoort. Denk maar aan de ontwikkelingen binnen de kunst en de techniek zoals informatica. De wiskunde kent een grote, rijke geschiedenis.

Begrip van de (geschiedkundige) omstandigheden waarin deze ontwikkelingen zich afspeelden is noodzakelijk om beter inzicht te krijgen in deze aspecten van de wiskunde.

Daarnaast hebben ook bijvoorbeeld veel filosofen, denk aan Plato, zich met wiskunde beziggehouden. Filosofie is sterk verbonden met wiskunde.

Het ligt voor de hand dat een leerling, die zich hiermee gaat bezighouden – bijvoorbeeld in een profielwerkstuk – te maken krijgt met een boeiende combinatie van vakken: wiskunde, geschiedenis, klassieke talen.

Overleg over afstemming rond eisen van zo'n profielwerkstuk is wenselijk.

# 7. Onderdelen naar keuze van de school

## 7.1 Ruimte in het programma

Het herziene inhoudelijke deel van het eindexamenprogramma wiskunde A is in de tweede fase na 2007 gebaseerd op 420 sl, terwijl er voor wiskunde A 520 sl beschikbaar zijn. Er is dus 100 sl niet ingevuld – dat is de ruimte voor onderdelen naar keuze van de school. Deze onderdelen vallen onder het schoolexamen.

Het is niet noodzakelijk dat de onderdelen naar keuze van de school voor alle leerlingen hetzelfde zijn. In de vormvoorschriften voor het schoolexamen staat uitdrukkelijk vermeld dat deze voor leerlingen verschillend kunnen zijn. In hoofdstuk 3 zagen we al dat de vrijheid van scholen om het schoolexamen vorm te geven in het nieuwe tweede fase programma in drie opzichten is vergroot.

1. Scholen kunnen (sub)domeinen waarop het centraal examen betrekking heeft laten terugkeren in het schoolexamen.
2. Scholen kunnen er voor kiezen vakonderdelen op te nemen in het schoolexamen die niet als domein in het examenprogramma genoemd staan.
3. Deze kunnen bovendien per leerling verschillen, wat keuzemogelijkheden voor de individuele leerling inhoudt.

Voor de keuzeonderdelen heeft de school verschillende opties. Het geeft docenten meer ruimte om hun eigen wiskundige interesses, ook 'buiten het schoolboek', aan bod te laten komen, zodat leerlingen enthousiasme voor wiskunde kunnen ervaren. Het biedt mogelijkheden voor variatie in werk- en toetsvormen en ook kan de samenhang tussen vakken meer gestalte gegeven worden.

In de volgende paragrafen geven we in het kort een aantal suggesties. Op internet is veel aanvullende informatie te vinden. Daarom verwijzen wij graag naar bijlage 4, waarin we een uitgebreid overzicht geven van interessante webadressen.

## 7.2 Praktische opdrachten

In de tweede fase vanaf 2007 is de verplichting om tenminste één praktische opdracht in het examenprogramma op te nemen vervallen. Maar bij het aandacht besteden aan de vaardigheden uit domein A ontkom je haast niet aan praktische opdrachten. De beoordeling van een praktische opdracht moet dan ook niet alleen gericht zijn op de wiskundige inhoud, maar vooral ook op het proces dat de leerlingen hebben 'doorgemaakt'. De vaardigheden uit domein A moeten dus herkenbaar in de beoordeling worden betrokken, uiteraard voor zover ze op een zinvolle manier deel uit (kunnen) maken van de praktische opdracht.

De school heeft de vrijheid de organisatie van praktische opdrachten naar eigen inzicht in te richten. Bij de invulling van de praktische opdrachten valt te denken aan de volgende doelstellingen:

- het aanleren van informatie- en onderzoeksvaardigheden;
- een alternatieve didactische werkvorm voor het verwerven van kennis;
- een alternatieve manier van toetsen;

- afstemming en samenwerking met andere vakken;
- voorbereiding voor een profielwerkstuk (eventueel voor twee vakken);
- keuzeonderwerp (par. 7.3).

Verder moet bij een praktische opdracht nagedacht worden over:

- de duur van de opdracht;
- de inzet en plaats van de opdracht binnen het programma (in plaats van of extra?);
- de open- c.q. geslotenheid van de opdracht;
- eventuele vakoverstijgendheid;
- de beoordeling van de opdracht (beoordelingsaspecten kunnen bijvoorbeeld zijn: samenwerking, planning, proces, presentatie, wiskundige diepgang, wiskundige correctheid, originaliteit).

De presentatie van het verrichte werk in praktische opdrachten kan op één van de volgende manieren plaats vinden:

- een geschreven verslag;
- een essay of artikel;
- een mondelinge voordracht;
- een posterpresentatie met toelichting;
- een presentatie met gebruik van media (bijvoorbeeld audio, video, internet, ICT).

Natuurlijk is het onderwerp van de opdracht van belang. In de schoolboeken en op internet kunnen veel ideeën worden opgedaan voor onderwerpen (zie bijlage 4). De genoemde websites geven onder andere informatie over de bruikbaarheid van de praktische opdracht per schoolsoort, profiel, klas, onderwerp en slu. Sommige website geven daarnaast informatie over benodigde software, vereiste voorkennis, combinatie met andere vakken; beoordelingsschema en docentenhandleiding.

Enkele mogelijke onderwerpen zijn Fibonacci en de gulden snede, de geschiedenis van het getal  $\pi$ , de formules van Cardano, cryptografie, Platonische lichamen, wiskunde en kunst, getijdenbewegingen, GPS, spiralen en Pythagoreïsche drietallen. Deze onderwerpen kunnen profielspecifiek worden ingezet.

### 7.3 Keuzeonderwerpen

Domein G (Keuzeonderwerpen) hoort tot het verplichte deel van het schoolexamen. De omvang bedraagt 60 uur. Daarbinnen kunnen een of meerdere keuzeonderwerpen door leerlingen bestudeerd worden, waarbij de onderwerpen per leerling kunnen verschillen. Per kandidaat moeten ze van voldoende omvang en zwaarte zijn. Een veel gebruikte invulling hiervoor zijn de Zebraboekjes.

Een tweede manier waarop het domein keuzeonderwerpen kan worden ingevuld zijn de masterclasses van de verschillende universiteiten. Via een masterclass kunnen leerlingen kennismaken met voor hen nieuwe wiskundige onderwerpen. In bijlage 5 worden de websites van de universiteiten vermeld en meer informatie over eventuele masterclasses kan daar worden verkregen.

Op internet worden daarnaast via verschillende websites, onder andere van universiteiten, keuzemodules aangeboden (zie ook bijlage 5E).

Ook van de nieuwe vakken wiskunde D en NLT kunnen modules als keuzeonderwerp worden gebruikt (zie voor een uitgebreidere beschrijving ook paragraaf 7.5).

## 7.4 ICT

Computergebruik speelt een steeds grotere rol als middel tot het verkrijgen van en/of uitwisselen van informatie. Een andere belangrijke ontwikkeling is die van geavanceerd wiskunde hulpmiddel. Te denken valt aan algemene programma's zoals Excel, aan wiskundesoftware zoals Cabri, aan het gebruik van applets, aan digitale leeromgevingen, maar ook aan de mogelijkheid van computeralgebra (zie bijlage 4 voor meer informatie).

Via internet wordt veel aanvullend materiaal aangeboden. Uitgevers spelen hierop in door steeds meer hulpmiddelen aan te bieden, ook via de eigen website. Ook docenten, vakorganisaties, universiteiten en hogescholen, ontwikkelaars, commerciële ondernemingen en anderen spelen op deze behoefte in.

Hieronder beschrijven we een aantal verschillende manieren waarop computers gebruikt kunnen worden:

- als bron voor materiaal, medium om materiaal uit te wisselen, op de hoogte te blijven van ontwikkelingen, te discussiëren met collega's en als vraagbaak;
- voor het gebruik van wiskundige software en applets, zowel in lessen als bij voorbereiding van lessen en het maken van toetsen;
- voor digitalisering van lesmateriaal, ter vervanging van een deel van het lesboek;
- voor het maken van praktische opdrachten en profielwerkstukken.

In bijlage 5 geven we een uitgebreid overzicht met een grote verscheidenheid aan webadressen, gesorteerd binnen verschillende thema's.

## 7.5 Vernieuwende projecten

De commissie vernieuwing wiskundeonderwijs (cTWO) werkt aan geheel nieuwe programma's voor wiskunde. Wat betreft het vak wiskunde C gaan de gedachten uit naar een invulling, die specifiek gericht is op het profiel C&M.

Wiskunde D is een nieuw vak in de tweede fase dat per 2007 kan worden aangeboden. Het is een profielkeuzevak voor leerlingen met profiel N&T of een vrij examenvak (mits de school dat toestaat) voor leerlingen uit andere profielen die wel wiskunde B hebben gekozen.

Als het bevoegd gezag het toestaat is het mogelijk dat leerlingen met wiskunde A in de vrije ruimte modules of opdrachten uit het wiskunde D programma volgen. Vooral rond het onderwerp Statistiek liggen hier misschien mogelijkheden. Echter, wiskunde D is ontwikkeld voor leerlingen met wiskunde B in hun profiel. Losse modules tellen niet mee als examenvak.

Een geheel nieuw profielkeuzevak voor alle leerlingen uit zowel N&G als N&T is Natuur, Leven, Technologie. Binnen NLT (<http://www.betavak-nlt.nl/>) zijn de natuurwetenschappelijke vakken, wiskunde en fysieke geografie nauw verweven en daarnaast speelt ook informatica een belangrijke rol. Leerlingen (en docenten) krijgen de kans zich inhoudelijk te oriënteren op het bètabrede spectrum aan mogelijkheden in het hoger onderwijs. Het is een inter- dan wel multidisciplinair vak, ontwikkeld samen met en in aansluiting op studierichtingen in hbo en wo. De inhoud van het examenprogramma wordt aangeboden in modules die geordend zijn binnen thema's. NLT is dus ook bestemd als examenvak voor leerlingen met profiel N&G en wiskunde A. Wiskunde speelt in veel modules een rol. Leerlingen kunnen, als het bevoegd gezag

het toestaat, ook NLT modules in de vrije ruimte volgen, in plaats van het hele vak.  
Ook hier geldt dat losse modules niet meetellen als examenvak.

# 8. Vernieuwing examinering

## 8.1 Centraal examen

In de uitwerkingsnotitie Examens Koers VO wordt een aantal voorstellen voor vernieuwing gedaan. Zie voor de volledige tekst van het voorstel <http://www.minocw.nl/> (zoek: Examen Koers VO).

Onderzocht wordt of het mogelijk is om meerdere examenmomenten per jaar in te voeren. Hiervoor is in 2005/2006 een pilot gestart waarin drie volwaardige tijdvakken worden opengesteld, te weten in mei, augustus en januari. De leerling krijgt dan het recht om drie keer per jaar in één of meer vakken centraal examen af te leggen. Tijdens de pilot (2005-2008) wordt ook onderzocht of en zo ja hoe tussentijdse instroom in het hoger onderwijs mogelijk is.

Ook wordt voorgesteld om het mogelijk te maken dat leerlingen in het voorlaatste jaar een centraal examen afleggen. Leerlingen kunnen dan, binnen het aanbod van de school, één of meer vakken in het voorlaatste jaar afsluiten met een centraal examen.

Een derde voorstel is het mogelijk maken dat havo-leerlingen in een of meer vakken op vwo-niveau examen doen. In het kader van de aanpassingen van de tweede fase per 2007 wordt de wet op het voortgezet onderwijs gewijzigd. In het wetsvoorstel daartoe wordt geregeld dat havo-leerlingen op vwo-niveau examen mogen doen, nu niet alleen in het vrije deel, maar ook in het gemeenschappelijk en het profieldeel. Het diploma blijft echter een havo-diploma.

Alle leerlingen moeten in de toekomst bij hun centraal examen laten zien dat zij in staat zijn op nuttige wijze de computer te gebruiken. Voor verscheidene vakken lopen experimenten met complex- examens (centraal examen per computer). Meer informatie hierover vindt u op <http://www.citogroep.nl/vo> (onder centrale examens) en [www.cevo.nl](http://www.cevo.nl) (onder Compex).

Deze wijzigingsvoorstellen hebben invloed op de keuzes, die scholen als geheel, bètasecties of de vaksectie wiskunde maken over de invoering van de nieuwe tweede fase in 2007.

## 8.2 Schoolexamen

Vernieuwing van de examinering speelt zich nu in eerste instantie af binnen de schoolexamens. Met het perspectief dat, als uiteindelijk bij de Nieuwe Wiskunde een groot deel van het eindcijfer wordt bepaald door het schoolexamen, het ook logisch is dat hier het zwaartepunt van de vernieuwing komt te liggen. Een bijzonder aspect van deze vernieuwing is ook, dat niet langer voor alle leerlingen dezelfde schoolexamenprogramma's hoeven te gelden. Met andere woorden, het PTA is niet langer uniformerend.

Voor vernieuwing van de schoolexamens mogen we veel verwachten van uitwisseling van netwerkscholen met universiteiten en hogescholen. Scholen die nog niet ingestapt zijn, kunnen dit proces volgen en zich laten inspireren tot vernieuwende schoolexamens binnen het programma van 2007.

Daarnaast kan op andere manieren aan vernieuwing van schoolexamens worden gewerkt. Daarbij valt te denken aan:

- open boek toetsen;
- projecten;
- modules gevolgd en getoetst binnen het vervolgonderwijs;
- groepstoetsen;
- praktijktoetsen o.a. van een stage;
- nationale wiskunde olympiade;
- wiskunde olympiade;
- digitale toetsen, eventueel met meerdere afnamemomenten per jaar;
- mondelinge toetsen.

### 8.3 Kwaliteitszorg schoolexamen

In de huidige lespraktijk wordt bij schoolexamens veel gebruik gemaakt van vragen uit centrale examens van voorgaande jaren. Dit heeft natuurlijk de functie om leerlingen voor te bereiden op het maken van een centraal examen. Anderzijds beperkt dit de ruimte om binnen het schoolexamen met andere vormen van toetsing en afsluiting gedifferentieerder dan met schriftelijke toetsen te beoordelen welke kennis en vaardigheden leerlingen hebben verworven en op verschillende niveaus kunnen hanteren. Vanaf 2007 wordt een deel van de stof voor wiskunde A alleen in het schoolexamen getoetst. De specifieke voorbereiding op het centraal examen kan dus beperkt worden in tijd en omvang van de stof.

De vormvoorschriften voor het schoolexamen zijn beperkt, waardoor de vraag ontstaat wie de kwaliteit van de schoolexamens bewaakt. Informatie hierover is in het docentenveld nog onvoldoende verspreid.

De schoolleiding is verantwoordelijk voor het bewaken van de kwaliteit van de schoolexamens. Veel informatie over kwaliteitszorg wordt gebundeld op [www.kwaliteitsring.nl](http://www.kwaliteitsring.nl). Hiervoor is o.a. het instrument 'Scan Kwaliteitszorg Schoolexamens VO' ontwikkeld, dat ook een handreiking biedt voor verbetering van het bestaande kwaliteitszorgsysteem voor schoolexamens binnen de school. Dit kunt u downloaden via <http://www.schoolmanagersvo.nl/> (zoek: scan kwaliteitszorg schoolexamens).

Docenten maken zich vaak zorgen om de kwaliteit van hun schoolexamens. Als mogelijkheden van kwaliteitsbepaling kan het volgende worden genoemd:

- vergelijken van de gemiddelde score van het schoolexamen met andere natuurwetenschappelijke profielvakken;
- vergelijking met voorbeeldschoolexamens wiskunde;
- vergelijken van score voor het centraal examen en het schoolexamen, zowel per leerling als de gemiddelde score in een leerjaar;
- vergelijking van schoolexamens wiskunde met die van een of meer 'netwerk'-scholen;
- meedoen aan een landelijke wiskundewedstrijd om het niveau van leerlingen te meten met andere scholen;

- sectiebrede ontwikkeling van toetsen en praktische opdrachten en collegiale consultatie;
- als leerlingen het een eerlijke beoordeling vinden in overeenstemming met het niveau van het centraal examen;
- als de spreiding tussen de resultaten overeenkomt met het globale beeld dat de docent heeft van de capaciteiten van een klas;
- als het gemiddelde cijfer overeenkomt met het gemiddelde van vergelijkbare toetsen van een eerder leerjaar;
- als het schoolexamen consistent is met het geboden onderwijs (leerstof in boek, aantekeningen, opdrachten);
- als het schoolexamen aansluit op de schoolvisie op het verschil tussen schoolexamens en centrale examens;
- als het schoolexamen aansluit op de kwaliteitseisen van de sectie voor goed wiskundeonderwijs.

Er moeten instrumenten worden ontwikkeld voor de beoordeling en kwaliteitsverbetering van schoolexamens. Kwaliteitsborging komt ook tegemoet aan de behoefte van docent, schoolleiding, leerling en ouders. Daarvoor zijn verschillende opties denkbaar. Zo valt te denken aan kwaliteitsbepaling door vergelijking met andere scholen of intercollegiale consultatie bij de ontwikkeling van schoolexamens. Het is aan te bevelen voldoende prioriteit te geven aan de deskundigheidsbevordering op het gebied van constructie en evaluatie van schoolexamens. Scholing in vaknetwerken heeft als grote voordeel dat docenten in intercollegiaal verband hun visie op examinering kunnen toetsen en verruimen.

Daarnaast kunnen met WO-instellingen in de regio afspraken worden gemaakt over het aanbieden van modules die mee kunnen wegen in het schoolexamen enerzijds, maar die anderzijds vrijstelling opleveren binnen de betreffende instelling als de leerling daar zijn vervolgopleiding gaat doen. De modules zouden door de school, maar ook door de vervolgopleiding (voor meerdere toeleveringsscholen tegelijk) aangeboden kunnen worden.



# Bijlage 1

## Examenprogramma wiskunde A

### vwo

#### Het eindexamen

Het eindexamen bestaat uit het centraal examen en het schoolexamen.

Het examenprogramma bestaat uit de volgende domeinen:

Domein A	Vaardigheden
Domein Bg	Functies en grafieken
Domein Cg	Discrete analyse
Domein Eg	Combinatoriek en kansrekening
Domein Ba	Differentiaalrekening met toepassingen
Domein Fa	Statistiek en kansrekening
Domein G	Keuzeonderwerpen.

#### Het centraal examen

Het centraal examen heeft betrekking op de subdomeinen A5, Bg1, Bg2, Cg1, Eg1, Eg2, Eg3, Eg4, Ba1, Ba2, Fa1, Fa2, Fa3 en Fa4, in combinatie met de vaardigheden uit de subdomeinen A1, A2 en A3.

De CEVO stelt het aantal en de tijdsduur van de zittingen van het centraal examen vast.

De CEVO maakt indien nodig een specificatie bekend van de examenstof van het centraal examen.

#### Het schoolexamen

Het schoolexamen heeft betrekking op domein A en:

- de (sub)domeinen Bg1, Cg2, Ba1 en Ba2;
- het domein G, met dien verstande dat deze onderwerpen per kandidaat kunnen verschillen;
- indien het bevoegd gezag daarvoor kiest: een of meer domeinen of subdomeinen waarop het centraal examen betrekking heeft;
- indien het bevoegd gezag daarvoor kiest: andere vakonderdelen, die per kandidaat kunnen verschillen.

## De examenstof

### Domein A: Vaardigheden

#### Subdomein A1: Informatievaardigheden

1. De kandidaat kan, mede met behulp van ICT, informatie verwerven, selecteren, verwerken, beoordelen en presenteren.

#### Subdomein A2: Onderzoeksvaardigheden

2. De kandidaat kan een gegeven probleemsituatie inventariseren, vertalen in een wiskundig model, binnen dat model wiskundige oplostechieken hanteren en de gevonden oplossingen betekenis geven in de context.

#### Subdomein A3: Technisch-instrumentele vaardigheden

3. De kandidaat kan bij raadplegen, verkennen en presenteren van wiskundige informatie en bij uitvoeren van wiskundige bewerkingen en redeneringen gebruik maken van toepassingen van ICT.

#### Subdomein A4: Oriëntatie op studie en beroep

4. De kandidaat kan een verband leggen tussen zijn wiskundige kennis, vaardigheden en belangstelling en de rol van wiskunde in vervolgstudies en de praktijk van verschillende beroepen.

#### Subdomein A5: Algebraïsche vaardigheden

5. De kandidaat beheerst de bij het examenprogramma passende rekenkundige en algebraïsche vaardigheden en formules, heeft daar inzicht in en kan de bewerkingen uitvoeren met, maar ook zonder, gebruik van ICT-middelen zoals de grafische rekenmachine.

### Domein Bg: Functies en grafieken

#### Subdomein Bg1: Standaardfuncties

6. De kandidaat kan grafieken tekenen en herkennen van machtsfuncties, exponentiële functies, logaritmische functies en goniometrische functies en van die verschillende typen functies de karakteristieke eigenschappen benoemen.

#### Subdomein Bg2: Functies, grafieken, vergelijkingen en ongelijkheden

7. De kandidaat kan functievoorschriften opstellen en bewerken, de bijbehorende grafieken tekenen en vergelijkingen en ongelijkheden oplossen met behulp van numerieke, grafische en algebraïsche methoden.

### Domein Cg: Discrete analyse

#### Subdomein Cg1: Veranderingen

8. De kandidaat kan het veranderingsgedrag van grafieken en functies relateren aan differentiequotiënten, toenamedigrammen en hellinggrafieken en daarbij een relatie leggen met contexten.

### **Subdomein Cg2: Rijen en recurrente betrekkingen**

9. De kandidaat kan rekenkundige en meetkundige rijen herkennen, beschrijven en er berekeningen mee uitvoeren en werken met recurrente betrekkingen.

### **Domein Eg: Combinatoriek en kansrekening**

#### **Subdomein Eg1: Combinatoriek**

10. De kandidaat kan bij telproblemen de situatie visualiseren met een schema, diagram en rooster en combinatorische berekeningen uitvoeren.

#### **Subdomein Eg2: Kansen**

11. De kandidaat kan toevalsexperimenten vertalen in een kansmodel, de begrippen onafhankelijke gebeurtenissen en voorwaardelijke kansen hanteren en kansen berekenen op basis van een kansexperiment en op basis van symmetrie en combinatoriek.

#### **Subdomein Eg3: Rekenen met kansen**

12. De kandidaat kan bij discrete toevalsvariabelen het begrip onafhankelijkheid hanteren, kansen berekenen met behulp van somregel, complementregel en productregel en van een discrete toevalsvariabele de verwachtingswaarde berekenen.

#### **Subdomein Eg4: Speciale discrete verdelingen**

13. De kandidaat kan vaststellen of een toevalsexperiment kan worden vertaald naar een uniforme discrete verdeling of een binomiale kansverdeling en binnen die verdelingen kansen en verwachtingen berekenen.

### **Domein Ba: Differentiaalrekening met toepassingen**

#### **Subdomein Ba1: Afgeleide functies**

14. De kandidaat kan, ook in toepassingsituaties, van een functie met behulp van rekenregels voor machts-, som- en kettingfuncties de afgeleide bepalen, aan de hand daarvan het veranderingsgedrag van de functie beschrijven, inclusief de extreme waarden en deze resultaten betekenis geven in de context.

#### **Subdomein Ba2: Rekenregels**

15. De kandidaat kan, ook in toepassingsituaties, van een functie met behulp van de rekenregels voor product- en quotiëntfuncties de afgeleide bepalen, aan de hand daarvan het veranderingsgedrag van de functie beschrijven, inclusief de extreme waarden en deze resultaten betekenis geven in de context.

### **Domein Fa: Statistiek en kansrekening**

#### **Subdomein Fa1: Populatie en steekproef**

16. De kandidaat kan bij een gegeven probleemsituatie de populatie aangeven, een gegeven steekproef beoordelen op geschiktheid en een geschikte steekproef kiezen.

**Subdomein Fa2: Ordenen, verwerken en samenvatten van statistische gegevens**

17. De kandidaat kan, ook met behulp van ICT, waarnemingen verwerken in een geschikte tabel, visualiseren in een geschikt diagram, samenvatten met geschikte centrum- en spreidingsmaten en gegeven grafische representaties interpreteren.

**Subdomein Fa3: Kansverdelingen**

18. De kandidaat kan het binomiale en het (standaard-)normale verdelingsmodel gebruiken voor het berekenen van kansen, relatieve frequenties, grenswaarden, gemiddelden en standaardafwijkingen van discrete en continue verdelingen.

**Subdomein Fa4: Het toetsen van hypothesen**

19. De kandidaat kan nul- en alternatieve hypothesen en bijbehorende een- en tweezijdige toetsen formuleren en uitvoeren bij binomiaal- of normaal-verdeelde toevalsvariabelen.

**Domein G: Keuzeonderwerpen**

# Bijlage 2

## Eindtermen examenprogramma vwo wiskunde A12 1998

Bij de vaststelling van het eindexamenprogramma van 2007 is het oude programma van 1998 uitgangspunt geweest. De omschrijving van de (sub)domeinen komt dan ook, voor zover mogelijk en nodig, overeen met die van het oude wiskunde A12 programma. Het is echter de bedoeling om bij de invulling van het nieuwe programma meer rekening te houden met het profielspecifieke karakter van het vak. Dat is een van de redenen geweest om de (sub)domeinen met een globale omschrijving te karakteriseren.

Om een idee te krijgen op welke wijze de (sub)domeinen meer in extenso zouden kunnen worden omschreven, vindt u hier de beschrijving van de eindtermen uit het oude programma van 1998. Daarbij is de oude nummering gevolgd.

Omdat de omvang van het wiskunde A is kleiner is dan die van het oude vak wiskunde A12 zijn verschillende (sub)domeinen vervallen. Hieronder zijn deze doorgestreept. Ook zijn enkele wijzigingen in de eindtermen vet gedrukt aangegeven. Daarnaast is een enkele eindterm verplaatst of gewijzigd. Dat vindt u hieronder ook aangegeven.

Enkele van onderstaande detaileindtermen zijn geschrapt, maar vallen wel onder de globale subdomeinen van het nieuwe examenprogramma voor 2007. Hierdoor is er meer vrijheid voor de invulling van deze onderdelen. Bij de betreffende eindtermen zullen we dat vet gedrukt aangeven.

Een aantal eindtermen komt in de opsomming niet voor. Zij waren geen onderdeel van het eindexamenprogramma wiskunde A12 van 1998.

### Domein A: Vaardigheden

#### Subdomein Informatievaardigheden

De kandidaat kan

1. artikelen of berichten uit (nieuws)media of vakliteratuur waarin wiskundige presentaties, redeneringen of berekeningen voorkomen, kritisch analyseren.
2. informatie verwerven en selecteren uit schriftelijke, mondelinge en audiovisuele bronnen, mede met behulp van ICT.
- ~~3. informanten kiezen en informanten bevragen.~~
4. benodigde gegevens halen en interpreteren uit grafieken, tekeningen, simulaties, schema's, diagrammen en tabellen, mede met behulp van ICT. **Waar het een schriftelijk eindexamen betreft, beperkt deze eindterm zich tot het selecteren van informatie uit een gegeven context.**
5. gegevens weergeven in grafieken, tekeningen, schema's, diagrammen en tabellen, mede met behulp van ICT.
6. hoofd- en bijzaken onderscheiden.
7. feiten met bronnen verantwoorden.
8. informatie analyseren, schematiseren en structureren.

9. de betrouwbaarheid beoordelen van informatie en de waarde daarvan vaststellen voor het op te lossen probleem of te maken ontwerp.
- ~~10. (historische) situaties benoemen waarin wiskunde een belangrijke rol speelt of heeft gespeeld.~~
- ~~11. voorbeelden noemen van het gebruik van wiskunde in andere vakgebieden, beroepen of kunst.~~

#### Subdomein Onderzoeksvaardigheden

De kandidaat kan

12. logische relaties tussen gegevens, beweringen en resultaten aanbrengen en beoordelen en relevante gegevens scheiden van minder relevante gegevens.
13. gegevens met elkaar en met de probleemstelling in verband brengen, op grond daarvan een passende aanpak kiezen en deze zo mogelijk opsplitsen in deeltaken.
14. in een tekst verstrekte gegevens doelmatig weergeven in een geschikte wiskundige representatie (model).
15. vaststellen of een gekozen model voldoet en, indien nodig, een bijstelling hiervan suggereren.
16. vaststellen of er aanvullende gegevens nodig zijn en zo ja, welke.
17. onderzoeken in hoeverre het model bijgesteld moet worden tengevolge van wijzigingen in de gegevens.
18. een bij het model passende wiskundige oplossingsmethode correct uitvoeren.
19. resultaten betekenis geven in de context en binnen die context kritisch analyseren.
20. de nauwkeurigheid van de gegevens of werkwijzen betrekken bij de beoordeling van het eindresultaat.
21. reflecteren op de gemaakte keuzen voor representatie, werkwijze, oplossingsproces en resultaten en deze onder woorden brengen.

#### Subdomein A3: Technisch-instrumentele vaardigheden

De kandidaat kan

- ~~22. bij raadplegen, verkennen en presenteren van wiskundige informatie en bij uitvoeren van wiskundige bewerkingen en redeneringen gebruik maken van toepassingen van ICT.~~

(valt in het nieuwe programma onder het globale subdomein A3)

#### Subdomein A4: Oriëntatie op studie en beroep

De kandidaat

- ~~23. heeft informatie ingewonnen over vervolgopleidingen waarin wiskunde een rol speelt.~~
- ~~24. is nagegaan in hoeverre hij een studiehouding, belangstelling en vaardigheden bezit die wenselijk dan wel noodzakelijk worden geacht voor vervolgopleidingen.~~

(deze twee eindtermen vallen in het nieuwe programma onder het globale subdomein A4)

## Domein Bg: Functies en grafieken

### Subdomein Bg1: Standaardfuncties

De kandidaat kan

1. grafieken tekenen van machtsfuncties met rationale exponenten en daarbij de begrippen domein, bereik, stijgen, dalen en asymptotisch gedrag hanteren.
2. grafieken tekenen van exponentiële functies van het type  $f(x) = a^x$  en hun inverse functies  $f(x) = {}^a \log x$  (niet het getal  $e$  als grondtal) en daarbij de begrippen domein, bereik, stijgen, dalen en asymptotisch gedrag hanteren.
3. grafieken tekenen van de goniometrische functies  $f(x) = \sin x$  en  $f(x) = \cos x$  en daarbij de begrippen periode, amplitude, domein, bereik, stijgen en dalen hanteren.

Eindterm 3 was vervallen in het programma van 1998, maar is weer opgenomen in het nieuwe wiskunde A programma. In het centraal examen zullen geen vragen gesteld worden over goniometrische functies. Op het schoolexamen zal er wel aandacht aan besteed moeten worden.

### Specificatie

De kandidaat kan

4. een in de context beschreven samenhang vertalen in een functievoorschrift.
5. op grafieken transformaties uitvoeren als verschuiven en rekken en de samenhang met de bijbehorende verandering van het functievoorschrift beschrijven.
6. functies combineren (optellen, aftrekken, schakelen) en de samenhang met de bijbehorende grafieken beschrijven.
- ~~7. een tweede graadspolynoom in één variabele ontbinden in lineaire factoren.~~
- ~~8. een algoritme gebruiken voor het oplossen van een tweede graadsvergelijking.~~
9. vergelijkingen oplossen met numerieke, grafische of elementair-algebraïsche methoden.
10. de rekenregels voor machten en logaritmen (inclusief grondtalverandering) gebruiken.
11. gebruik maken van logaritmische schaalverdelingen.
12. ongelijkheden oplossen met de grafische methode.

In vergelijking met het oude wiskunde A12 programma is hierboven bij eindterm 10 de tekst 'en logaritmen (inclusief grondtalverandering)' toegevoegd.

## Domein Cg1: Discrete analyse

De kandidaat kan

14. vaststellen op welke intervallen er sprake is van een constant, een stijgend of een dalend verloop van de grafiek van een functie.
15. vaststellen of een stijging/daling toenemend of afnemend is.
16. vaststellen of er minima en maxima zijn en uit een grafiek aflezen hoe groot die zijn.
17. veranderingen beschrijven met behulp van differenties, bijvoorbeeld  $x$ .
18. bij een gegeven functie of grafiek een toenamediagram tekenen en daaruit conclusies trekken.
19. veranderingen beschrijven en vergelijken met behulp van differentiequotienten.

20. differentiequotiënten berekenen als een functie gegeven is door een formule of grafiek.
21. differentiequotiënten interpreteren als maat voor gemiddelde verandering op een interval en als helling van een koorde.
22. bij afnemende stapgrootte differentiequotiënten interpreteren als benadering van de helling (steilheid) van de grafiek in een bepaald punt.
23. van een gegeven grafiek de bijbehorende hellinggrafiek beschrijven en met een computer numeriek benaderen.
24. uit een gegeven hellinggrafiek het verloop van de oorspronkelijke grafiek afleiden.
25. relaties leggen tussen contexten, bijbehorende formules of functies en veranderingsgedrag.

#### Subdomein Cg2: Rijen en recurrente betrekkingen

De kandidaat kan

26. bij een gegeven rij de begrippen verschilrij en somrij hanteren en daarbij de symbolen en gebruiken.
27. vaststellen of een gegeven rij een rekenkundige of een meetkundige rij is.
28. bij een rekenkundige rij en een meetkundige rij, al dan niet in recursieve vorm gegeven, de formules voor term en som gebruiken.

In het programma van 1998 beperkte dit domein zicht tot het onderwerp 'Rijen'. Nu is er het onderwerp 'recurrente betrekkingen' aan toegevoegd. Dat betekent dat, naar het oordeel van de school, eindtermen van het domein Ca: Discrete dynamische modellen, aan dit domein kunnen worden toegevoegd.

#### Domein D(g): Meetkunde

##### Subdomein: Lineair programmeren

De kandidaat kan

- ~~42. een grafische voorstelling maken van vergelijkingen van het type  $ax + by = c$ .~~
- ~~43. naar aanleiding van een tekst een stelsel van lineaire vergelijkingen of ongelijkheden met twee onbekenden opstellen.~~
- ~~44. een stelsel van twee lineaire vergelijkingen met twee onbekenden oplossen.~~
- ~~45. een grafische voorstelling maken van een stelsel lineaire ongelijkheden.~~
- ~~46. een eenvoudig lineair programmeringsprobleem met twee variabelen met behulp van niveaulijnen oplossen naar aanleiding van een tekst.~~

Dit domein is in het nieuwe programma vervallen.

#### Domein Eg: Combinatoriek en kansrekening

De kandidaat kan

- ~~47. gegevens over verzamelingen weergeven in een Venn-diagram.~~
- ~~48. het aantal elementen berekenen van de doorsnede of de vereniging van 2 of 3 eindige verzamelingen.~~
49. naar aanleiding van een tekst voor een telprobleem een geschikte visualisatie tekenen zoals een boomdiagram, een wegendiagram of een rooster.

50. bij telproblemen vaststellen is of er sprake is van rangschikken met herhaling of van rangschikken zonder herhaling.
51. bij telproblemen vaststellen of gebruik gemaakt mag worden van de vermenigvuldigregel op grond van onafhankelijkheid.
52. het aantal kortste routes in een rooster berekenen.
53. het aantal permutaties van  $k$  uit  $n$  ~~vaststellen met behulp van faculteiten~~ berekenen.
54. het aantal combinaties van  $k$  uit  $n$  ~~berekenen met behulp van faculteiten~~ berekenen.
55. ~~het verband beschrijven tussen de getallen uit de driehoek van Pascal en de binomiaalefficiënten in het binomium van Newton.~~

### Subdomein Eg2: Kansen

De kandidaat kan

56. bij toevalsexperimenten de begrippen uitkomst, uitkomstenverzameling, gebeurtenis, elementaire gebeurtenis, onmogelijke gebeurtenis, elkaar uitsluitende gebeurtenissen hanteren.
57. empirische kansen berekenen op grond van waarnemingen verkregen door het herhaald uitvoeren van een toevalsexperiment of simulatie.
58. nagaan of verondersteld mag worden dat de elementen van een uitkomstenverzameling even waarschijnlijk zijn (symmetrische kansruimte).
59. een toevalsexperiment vertalen naar het model trekken van balletjes uit een vaas, al dan niet met teruglegging en al dan niet rekening houdend met de trekkingsvolgorde.
60. combinatorische aspecten herkennen bij het tellen van het aantal elementen van een uitkomstenverzameling en bij het berekenen van kansen.
61. de overgang beschrijven van empirische kansen naar kansen vanuit een intuïtief begrip van de wet van de grote aantallen.
62. kansen berekenen op grond van symmetrie-veronderstellingen en systematisch tellen.
63. de begrippen onafhankelijke gebeurtenissen en voorwaardelijke kans hanteren voor symmetrische en niet-symmetrische kansruimten.

### Subdomein Eg3: Rekenen met kansen

De kandidaat kan

64. kansen berekenen door gebruik te maken van de somregel en de complementregel.
65. kansen berekenen door gebruik te maken van de productregel voor onafhankelijke gebeurtenissen.
66. bij een toevalsexperiment discrete toevalsvariabelen gebruiken en interpreteren.
67. de waardenverzameling van een discrete toevalsvariabele (in eenvoudige gevallen met de bijbehorende kansverdeling) beschrijven.
68. het begrip onafhankelijkheid voor twee of meer discrete toevalsvariabelen beschrijven.
69. voor een discrete toevalsvariabele met gegeven kansverdeling de verwachting berekenen en interpreteren.
70. de regel "verwachting van de som = som van de verwachtingen" hanteren.

## Subdomein Eg4: Speciale discrete verdelingen

De kandidaat kan

71. vaststellen of een kansexperiment vertaald kan worden naar een uniforme discrete verdeling.
72. bij een uniforme discrete verdeling kansen berekenen en de verwachting van een uniform verdeelde toevalsvariabele berekenen.
73. vaststellen of een kansexperiment vertaald kan worden naar het model van de binomiale verdeling.
74. een binomiaal verdeelde toevalsvariabele opvatten als de som van onafhankelijke Bernoulli-toevalsvariabelen.
75. de binomiale kansverdeling beschrijven ~~met behulp van het binomium van Newton.~~
76. bij een binomiale verdeling kansen berekenen en de verwachting van een binomiaal verdeelde toevalsvariabele berekenen.

## Domein Ba: Differentiaalrekening met toepassingen

De kandidaat kan

77. het differentiaalquotiënt gebruiken als maat voor lokale verandering van een functie.
78. differentiaalquotiënten benaderen in het geval de functie gegeven is door een formule.
79. de afgeleide functie gebruiken als karakteristiek voor het veranderingsgedrag van een functie.
80. de diverse notaties voor de afgeleide functie  $f'(x)$ ,  $\frac{dy}{dx}$ ,  $\frac{d}{dx}f(x)$ ,  $\frac{dK}{dq}$  herkennen en gebruiken.
81. de afgeleide functie gebruiken om de vergelijking van de raaklijn aan een grafiek op te stellen.
82. de afgeleide functie gebruiken bij het vinden of verifiëren van extreme waarden van een functie.
83. de afgeleide functie bepalen van functies van het type  $y = c \cdot x^r$  (met  $r$  rationaal),  $y = g^x$  en  $y = g^x \log x$ .
84. voor het vinden van de afgeleide functie de som-, verschil-, product-, quotiënt- en/of kettingregel gebruiken.

Opmerking: zie ook onder subdomein Ba2.

## ~~Subdomein: Optimaliseren~~

~~De kandidaat kan~~

- ~~85. bij een gegeven winstfunctie de formule opstellen voor de gemiddelde winst per eenheid. (†)~~
- ~~86. bij een gegeven winstfunctie de formule opstellen voor de marginale winst. (†)~~
- ~~87. het verband tussen winst en gemiddelde winst en het verband tussen winst en marginale winst grafisch beschrijven. (†)~~
- ~~88. eenvoudige optimaliseerproblemen oplossen die samenhangen met winst, gemiddelde winst en marginale winst. (†)~~
- ~~89. in eenvoudige voorraadmodellen de optimale seriegrootte berekenen.~~

~~(<sup>1</sup>) In plaats van winst kan een probleemstelling ook over opbrengst of kosten gaan. Ook toepassingen in andere dan economische contexten, met vergelijkbare wiskundige activiteiten, zijn mogelijk. Er wordt geen voorkennis van de desbetreffende contextgebieden verondersteld, dus ook niet van economie.~~

Dit subdomein is in het nieuwe programma vervallen. Daarvoor in de plaats is het volgende subdomein opgenomen.

#### Subdomein Ba2: Rekenregels

In eindtermen 82, 84 en 85 t/m 89 wordt dit subdomein nader gespecificeerd, maar het is aan de school om de invulling vast te stellen.

#### ~~Domein Ca: Discrete dynamische modellen~~

~~De kandidaat kan~~

- ~~90. bij een tekst een eenvoudige recurrente betrekking opstellen.~~
- ~~91. een recurrente betrekking doorrekenen, ook met behulp van een grafische rekenmachine en een spreadsheetprogramma.~~
- ~~92. differentievergelijkingen voor exponentiële en logistische groei opstellen.~~
- ~~93. tijdgrafiek en webgrafiek tekenen, daaruit eventuele evenwichtspunten afleiden en stabiel en instabiel evenwicht onderscheiden.~~
- ~~94. het verschil herkennen en beschrijven tussen een statisch en een dynamisch vraag/aanbod model uit de economie en een statisch model dynamisch maken.~~
- ~~95. uit een dynamisch vraag/aanbod model een differentievergelijking voor de prijs afleiden.~~
- ~~96. de somformule voor meetkundige rijen gebruiken in concrete situaties.~~
- ~~97. een 1e-orde lineaire differentievergelijking (type  $X_t = aX_{t-1} + b$ ) herkennen en een directe formule voor  $X_t$  gebruiken.~~
- ~~98. een 1e-orde lineaire differentievergelijking analyseren met betrekking tot de aspecten: evenwichtswaarde, monotoon/alternerend, convergentie/divergentie.~~
- ~~99. bij een situatie een stelsel differentievergelijkingen en een overgangsmatrix opstellen, doorrekenen op de computer, de resultaten daarvan interpreteren en het verband leggen tussen de twee schrijfwijzen.~~
- ~~100. een stelsel differentievergelijkingen doorrekenen met behulp van grafische rekenmachine of computerprogramma en de uitkomsten interpreteren.~~

Dit domein is in het nieuwe programma vervallen. Zie ook de opmerking bij subdomein Cg2.

#### ~~Domein Da: Lineair programmeren~~

~~De kandidaat kan~~

- ~~101. onderkennen of een probleem via de methode van lineair programmeren kan worden opgelost en welke variabelen daarbij een rol spelen.~~
- ~~102. de gegevens van een lineair programmeringsprobleem overzichtelijk weergeven met behulp van een graaf, een matrix of een andere geschikte representatievorm.~~
- ~~103. een formule voor de doelfunctie opstellen.~~
- ~~104. de uit de tekst te distilleren beperkende voorwaarden vertalen in ongelijkheden of vergelijkingen.~~

- ~~105. bij een probleem met twee beslissingsvariabelen het toegestane gebied in een assenstelsel aangeven.~~
- ~~106. bij een probleem met twee beslissingsvariabelen het optimum van de doelfunctie berekenen door middel van de randenwandelmethode of door gebruik te maken van isolijnen.~~
- ~~107. bij een probleem met meer dan twee beslissingsvariabelen op adequate wijze gebruik maken van een computerprogramma voor het oplossen van lineaire programmeringsproblemen.~~
- ~~108. het resultaat interpreteren in termen van de context en daarbij nagaan of de gevonden waarden voor de variabelen betekenis hebben binnen de context.~~

Dit domein is in het nieuwe programma vervallen.

### ~~Domein Ea: Grafen en matrixes~~

#### ~~Subdomein Ea1: Grafen~~

~~De kandidaat kan~~

- ~~109. de begrippen (gerichte) graaf, knooppunt, verbinding en directe weg hanteren.~~
- ~~110. gegevens uit een tekst, een illustratie of een matrix verwerken in een graaf.~~
- ~~111. een verbindingsmatrix opstellen bij een graaf en omgekeerd een graaf tekenen bij een verbindingsmatrix.~~
- ~~112. een directe wegenmatrix opstellen bij een graaf en omgekeerd een graaf tekenen bij een directe wegenmatrix.~~
- ~~113. vaststellen of er sprake is van gelijkwaardigheid van grafen.~~
- ~~114. grafen met gerichte verbindingen (gerichte grafen) tekenen en interpreteren.~~
- ~~115. grafen met gewogen verbindingen tekenen en interpreteren.~~

#### ~~Subdomein Ea2: Matrixes~~

~~De kandidaat kan~~

- ~~116. de begrippen rij, kolom, eenheidsmatrix, hoofddiagonaal van een vierkante matrix en symmetrische matrix ten opzichte van de hoofddiagonaal hanteren.~~
- ~~117. een matrix opstellen en interpreteren naar aanleiding van een tekst, een illustratie of een graaf.~~
- ~~118. een relatieve frequentiematrix als model bij een dynamisch proces of een toevalsexperiment gebruiken.~~
- ~~119. beoordelen wanneer een datamatrix, overgangsmatrix, verbindingsmatrix, (directe) wegenmatrix of een populatievoorspellingsmatrix (Lesliematrix) kan worden gebruikt.~~
- ~~120. de volgende bewerkingen op matrixes uitvoeren: matrixes met gelijke afmetingen optellen en aftrekken, een matrix met een getal vermenigvuldigen, een  $n \times m$ -matrix met een  $m \times k$ -matrix vermenigvuldigen, machten berekenen.~~
- ~~121. bij een context een zinvolle matrixbewerking kiezen en de uitkomst interpreteren.~~

Dit domein is in het nieuwe programma vervallen.

## Domein Fa: Statistiek en kansrekening

### Subdomein Fa1: Populatie en steekproef

De kandidaat kan

122. bij een gegeven probleemstelling de populatie aangeven.
123. een geschikte steekproef kiezen bij het verzamelen van statistisch materiaal.
124. beoordelen of een gekozen steekproef aselect is.
125. toevalsmechanismen gebruiken voor het nemen van een aselecte steekproef.

### Subdomein Fa2: Ordenen, verwerken en samenvatten van statistische gegevens

De kandidaat kan

126. ongeordende waarnemingen verwerken in een frequentietabel.
127. absolute en relatieve frequenties vaststellen.
128. waarnemingen verdelen in klassen.
129. statistische gegevens weergeven in een staafdiagram (ook met ongelijke klassenbreedte), een cirkeldiagram, een steel- en bladdiagram, een boxplot, een frequentiepolygoon en een cumulatief frequentiepolygoon.
130. een zinvolle grafische representatievorm kiezen voor een verzameling statistische gegevens en de keuze beargumenteren.
131. uit een grafische representatie zinvolle gegevens aflezen.
132. misleiding in grafische representaties onderkennen.
133. statistische gegevens samenvatten met behulp van de centrummaten gemiddelde, modus en mediaan en de spreidingsmaten spreidingsbreedte, standaardafwijking en kwartielafstand.
134. de relevantie afwegen van elk van de genoemde centrummaten en spreidingsmaten in relatie met de context.
135. bij statistische berekeningen de grafische rekenmachine gebruiken.
136. bij statistische berekeningen en bij het maken van grafische representaties gebruik maken van de computer.

### Subdomein Fa3: Kansverdelingen

De kandidaat kan

137. het model van de normale verdeling beschrijven.
138. in voorkomende gevallen de normale verdeling gebruiken als model voor de frequentieverdeling van een continue grootheid.
139. het gemiddelde en de standaardafwijking gebruiken als karakteristieken van een normale verdeling, inclusief de twee vuistregels voor het percentage afwijkingen van het gemiddelde in relatie tot de standaardafwijking.
140. ~~voor berekeningen via standaardiseren gebruik maken van de tabel van de standaard-normale verdeling of een overeenkomstige functie op de rekenmachine;~~ binnen een normale -verdelingsmodel relatieve frequenties, kansen, grenswaarden, gemiddelde of standaardafwijking berekenen.
141. gebruik maken van normaal-waarschijnlijkheidspapier, bijvoorbeeld om na te gaan of een gegeven frequentieverdeling kan worden opgevat als een normale verdeling.
142. gebruik maken van normaal-waarschijnlijkheidspapier om gemiddelde en standaardafwijking van een frequentieverdeling te schatten.
143. bij een binomiale verdeling kansen berekenen en de verwachting en de standaardafwijking van een binomiaal verdeelde toevalsvariabele berekenen.

144. de standaardafwijking van de som van onafhankelijke toevalsvariabelen berekenen en in samenhang daarmee de n-wet gebruiken.
145. beoordelen of een discrete verdeling mag worden benaderd met een normale verdeling; in voorkomende gevallen kan de kandidaat zich baseren op (informele) kennis van de centrale limietstelling.
146. een discrete verdeling benaderen met een normale verdeling, al dan niet met een continuïteitscorrectie.

#### Subdomein Fa4: Het toetsen van hypothesen

De kandidaat kan

147. binnen een probleemsituatie de begrippen nulhypothese, alternatieve hypothese, eenzijdig toetsen, tweezijdig toetsen en significantieniveau hanteren.
148. bij een binomiaal verdeelde toevalsvariabele de hypothese  $H_0: p = p_0$  tegen  $H_1: p < p_0$  of  $H_1: p > p_0$  of  $H_1: p \neq p_0$  formuleren en toetsen.
149. een tekentoets uitvoeren.
150. bij een normaal verdeelde toevalsvariabele met gegeven standaardafwijking de hypothese  $H_0: m = m_0$  tegen  $H_1: \mu < \mu_0$  of  $H_1: \mu > \mu_0$  of  $H_1: \mu \neq \mu_0$  formuleren en toetsen.

#### Domein Ga: Keuzeonderwerpen

Dit domein omvat een of meer keuzeonderwerpen. De onderwerpen worden gekozen door de school. De onderwerpen kunnen, indien de school daarvoor kiest, voor elke kandidaat verschillend zijn. De totale studielast van de keuze-onderwerpen is 40 uur.

# Bijlage 3

## Inhoudsopgave syllabus CEVO voor het centraal examen

1. Inleiding
  2. Verdeling examinering CE/SE
  3. Specificatie van de globale eindtermen voor het CE
  4. Algebraïsche kennis, vaardigheden en inzicht
- Bijlage 1 Examenprogramma wiskunde A vwo
- Bijlage 2 Algebra in het vwo; het onderscheid tussen A, B en C.



# Bijlage 4

## Overzichtslijst van algebraïsche vaardigheden

De kruisjes in de lijst geven aan welke algebraïsche basisvaardigheden in het kader van het CE getoetst kunnen worden. De voorbeelden komen uit de op het ogenblik gebruikte methodes of examenopgaven van de afgelopen jaren. In de CEVO-syllabus vindt u meer voorbeelden.

Algebraïsche vaardigheden komen bij wiskunde A vrijwel alleen voor bij het oplossen van contextproblemen. De eisen die op dit terrein aan wiskunde A-leerlingen worden gesteld, zijn dan ook minder hoog dan de eisen die worden gesteld aan wiskunde B-leerlingen.

In het algemeen geldt dat bij contextproblemen de GR vaker zal worden gebruikt om een oplossing te vinden dan bij strikt wiskundige problemen. In een aantal gevallen echter is een algebraïsche aanpak mogelijk. De eis om een vraag met algebraïsch handelen te beantwoorden, zal daarom in het CE expliciet zo worden geformuleerd. Het aantal vragen in een examen waarin een kandidaat algebraïsche vaardigheid moet tonen, kan wel groter zijn dan de (huidige) praktijk bij de examens van wiskunde A12.

Voor de invulling van de algebraïsche vaardigheden in het schoolexamen staat het de school vrij om meer vaardigheden te toetsen dan het CE voorschrijft.

De kruisjeslijst hieronder geeft een overzicht van de algebraïsche vaardigheden, voor zover deze in de eindexamenprogramma's vwo C, vwo A en vwo B (deels) zijn opgenomen. In de Syllabus wiskunde A vwo vindt u een groot aantal voorbeelden die horen bij de vaardigheden uit deze kruisjeslijst.

Deze lijst heeft niet de pretentie om volledig dekkend te zijn. U moet het zien als een indicatie.

In de lijst kunnen op de plaats van  $A$ ,  $B$  en  $C$  eenvoudige expressies staan zoals

$$ax + b \text{ of } \frac{a}{x} + b.$$

Kennis		vC	vA	vB
A. Breukvormen	1. $\frac{1}{A} + \frac{1}{B} = \frac{A+B}{AB}$ 2. $\frac{A}{B} + C = \frac{A+BC}{B}$ 3. $\frac{A}{B} + \frac{C}{D} = \frac{AD+BC}{BD}$ 4. $A \cdot \frac{B}{C} = \frac{A \cdot B}{C} = \frac{A}{C} \cdot B = A \cdot B \cdot \frac{1}{C}$ 5. $\frac{A}{B} \cdot \frac{C}{D} = \frac{A \cdot C}{B \cdot D}$ 6. $\frac{A}{\frac{B}{C}} = A \cdot \frac{C}{B} = \frac{A \cdot C}{B}$	X	X	X
B. Wortelvormen	1. $\sqrt{A \cdot B} = \sqrt{A} \cdot \sqrt{B}$ 2. $\sqrt{\frac{A}{B}} = \frac{\sqrt{A}}{\sqrt{B}}$ 3. $\sqrt{A} = B \rightarrow A = B^2$	X	X	X
C. Bijzondere producten	1. $(A \pm B)^2 = A^2 \pm 2AB + B^2$ 2. $(A + B)(A - B) = A^2 - B^2$			X
D. Exponenten en logaritmen	1. Machtsregels kennen 2. Regels voor logaritmen kennen	X	X	X
E. Goniometrie	Zie syllabus vwo wiskunde B, domeinDb			X

Vaardigheden		vC	vA	vB
F. 'Herleidingen' uitvoeren aan de hand van de elementen genoemd bij 'kennis'	1. Via substitutie van getallen 2. Via substitutie van expressies 3. Via reductie van expressies 4. Via het omwerken van formules	X	X	X
G. Vergelijkingen oplossen met behulp van algemene vormen	1. $A \cdot B = 0 \rightarrow A = 0$ of $B = 0$ 2. $A \cdot B = A \cdot C \rightarrow A = 0$ of $B = C$ 3. $\frac{A}{B} = C \Leftrightarrow A = B \cdot C$ met $B \neq 0$ 4. $\frac{A}{B} = \frac{C}{D} \Leftrightarrow A \cdot D = B \cdot C$ met $B, D \neq 0$ 5. $A^2 = B^2 \Leftrightarrow A = B$ of $A = -B$	X	X	X
H: Vergelijkingen oplossen met behulp van standaardfuncties en transformaties	1. $f(bx + c) + d = e$ 2. $f(A) = f(B)$ 3. Lijn- en puntsymmetrie kunnen hanteren: * $f(a+b) = f(a-b)$ bij lijnsymmetrie in $x = a$ * $f(a+b) = -f(a-b)$ bij puntsymmetrie in $(a, 0)$			X
I: Vergelijkingen met polynomen oplossen via standaardalgoritmen	1. Eerstegraadsvergelijkingen 2. Tweedegraadsvergelijkingen 3. Eerste- of tweedegraads-	X	X	X

<sup>1</sup> wiskunde A; C=1

	vergelijkingen met parameter(s)			
J: Vergelijkingen van het type $f(x) = g(x)$	1. Indien mogelijk exact			X
K: Ongelijkheden van het type $f(x) > g(x)$	1. Indien mogelijk $f(x) = g(x)$ exact en verder grafisch			X

Inzicht: strategieën en redeneringen		vC	vA	vB
L: Kwalitatief redeneren	1. Kwalitatief redeneren aan de hand van een gegeven expressie (zoals: getransformeerde standaardfuncties als zodanig herkennen en daarmee vanuit de kenmerkende karakteristieken redeneren ipv. rekenen)	X	X	X
	2. Gedrag van een expressie (functie) globaal (uitzoomen) en lokaal (inzoomen) kwalitatief beschrijven	X	X	X
	3. Het doorzien van de structuur van een formule	X	X	X
M: Substitutie en reductie	1. Expressies invullen voor variabelen en daarmee verder werken			X
	2. Complexere delen van een expressie vervangen door 'plaatsvervangers' zodat een herkenbare expressie ontstaat		X	X
N: Algebraïsche stappen om expressies te bewerken kunnen benoemen en afwegen	1. Het vrijmaken van een variabele of expressie en daarmee verder werken			X
	2. Inverteren van formules en elimineren van variabelen en expressies			X
	3. Flexibel kunnen wisselen tussen betekenis toekennen aan symbolen en betekenisloos kunnen manipuleren			X



# Bijlage 5

## Webadressen

Internet is in de loop van de tijd een grote bron van informatie geworden en tegenwoordig vrijwel onmisbaar is voor docenten (en leerlingen). Op diverse websites kunt u veel vinden wat in het onderwijs gebruikt kan worden, met name als het gaat om een alternatieve invulling van bijvoorbeeld een deel van het schoolexamen. De informatie die op internet beschikbaar is, heeft voornamelijk betrekking op:

- algemene informatie voor wiskundedocenten, veelal over het wiskundeonderwijs;
- informatie voor leerlingen over eindexamens en wiskundige onderwerpen, met bijvoorbeeld oefenmateriaal, uitwerkingen, tips en uitleg;
- werkstukken, praktische opdrachten en profielwerkstukken, soms uitgewerkt en vaak een bron van inspiratie;
- wiskunde en ICT.

Informatie over wiskunde opzoeken op internet is een zoektocht, waarbij in veel gevallen dezelfde webadressen worden gevonden. Hieronder vindt u een aantal adressen met een summier aanduiding wat er te vinden is. In een aantal gevallen vindt u op de websites een doorlink naar andere webadressen en daarbij komen ook doublures voor. Omdat webadressen in de loop van de tijd kunnen wijzigen kan het voorkomen onderstaande verwijzingen niet meer actief zijn. Meestal is het nieuwe webadres via een zoekmachine te vinden.

Het overzicht is niet volledig. Vanzelfsprekend zult u, wanneer u gericht informatie zoekt, via een zoekmachine op nog veel meer plaatsen terecht komen.

### A - Algemene informatie wiskundeonderwijs

Website	Korte omschrijving
<a href="http://www.nvfw.nl">www.nvfw.nl</a>	Nederlandse vereniging voor wiskunde leraren
<a href="http://www.digischool.nl/wi">http://www.digischool.nl/wi</a>	Wiskundelokaal van de digitale school
<a href="http://www.digischool.nl/wi/community">http://www.digischool.nl/wi/community</a>	Vakcommunity wiskunde
<a href="http://www.wiskundeonderwijs.nl">http://www.wiskundeonderwijs.nl</a>	Wiskundeonderwijs webwijzer
<a href="http://www.fi.uu.nl/wiskids">http://www.fi.uu.nl/wiskids</a>	Wiskids
<a href="http://www.ctwo.nl">http://www.ctwo.nl</a>	Commissie toekomst wiskunde onderwijs
<a href="http://www.slo.nl">http://www.slo.nl</a>	SLO
<a href="http://www.cevo.nl">http://www.cevo.nl</a>	CEVO
<a href="http://www.cito.nl">http://www.cito.nl</a>	CITO
<a href="http://www.fi.uu.nl">http://www.fi.uu.nl</a>	Freudenthal Instituut
<a href="http://www.aps.nl">http://www.aps.nl</a>	APS
<a href="http://www.tweedefase-loket.nl">http://www.tweedefase-loket.nl</a>	Tweede Fase Adviespunt
<a href="http://www.minocw.nl">http://www.minocw.nl</a>	Ministerie van Onderwijs, Cultuur en Wetenschap

#### B - Wiskunde methoden

Website	Korte omschrijving
<a href="http://www.getalenruimte.epn.nl">http://www.getalenruimte.epn.nl</a>	Getal en Ruimte
<a href="http://www.modernewiskunde.wolters.nl">http://www.modernewiskunde.wolters.nl</a>	Moderne Wiskunde
<a href="http://www.netwerk.wolters.nl">http://www.netwerk.wolters.nl</a>	Netwerk
<a href="http://www.pascal-online.nl">http://www.pascal-online.nl</a>	Pascal
<a href="http://www.wageningse-methode.nl">http://www.wageningse-methode.nl</a>	De Wageningse Methode
<a href="http://www.matrix-malmberg.nl">http://www.matrix-malmberg.nl</a>	Matrix
<a href="http://www.mathadore.nl">http://www.mathadore.nl</a>	Mathadore
<a href="http://www.epsilon-uitgaven.nl">http://www.epsilon-uitgaven.nl</a>	Zebra-reeks Epsilon Uitgaven

#### C - Algemene informatie wiskunde

Website	Korte omschrijving
<a href="http://www.wiskunde.startpagina.nl">www.wiskunde.startpagina.nl</a>	Veel webadressen over allerlei aspecten van het wiskunde(onderwijs)
<a href="http://mathematics.start4all.com">http://mathematics.start4all.com</a>	Veel webadressen over wiskunde
<a href="http://www.wiskgenoot.nl">http://www.wiskgenoot.nl</a>	Koninklijk Wiskundig Genootschap
<a href="http://www-history.mcs.st-andrews.ac.uk">http://www-history.mcs.st-andrews.ac.uk</a>	Geschiedenis van de wiskunde
<a href="http://nl.wikipedia.org">http://nl.wikipedia.org</a> → wiskunde	Wikipedia
<a href="http://www.kennislink.nl/">http://www.kennislink.nl/</a> → wiskunde	Kennislink
<a href="http://www.jet-net.nl">http://www.jet-net.nl</a> .	Wiskunde en beroepen

#### D - Wiskundehulp voor leerlingen

Website	Korte omschrijving
<a href="http://www.wisfaq.nl">http://www.wisfaq.nl</a>	Digitale vraagbaak voor het wiskundeonderwijs
<a href="http://wiskunde1.starttips.com">http://wiskunde1.starttips.com</a>	Wiskunde starttips
<a href="http://www.wiskundeleren.nl">http://www.wiskundeleren.nl</a>	Forum over wiskunde leren
<a href="http://www.wiskundeonline.nl">http://www.wiskundeonline.nl</a>	Wiskunde online
<a href="http://wiskunde.hacom.nl">http://wiskunde.hacom.nl</a>	Wiskunde op het net
<a href="http://www.examenbundel.nl">http://www.examenbundel.nl</a>	Examenbundel en Samengevat
<a href="http://havovwo.nl">http://havovwo.nl</a>	Uitwerkingen van examens
<a href="http://examen.kennisnet.nl">http://examen.kennisnet.nl</a>	Kennisnet examen
<a href="http://www.beta1op1.nl">http://www.beta1op1.nl</a>	Bèta 1 op 1

#### E - Praktische opdrachten

Website	Korte omschrijving
<a href="http://www.digischool.nl/wj">http://www.digischool.nl/wj</a> → bronnen voor werkstukken	Database van de digitale school
<a href="http://www.stepnet.nl">http://www.stepnet.nl</a> → opdrachten	Stepnet
<a href="http://www.rug.nl/fwn">http://www.rug.nl/fwn</a> → informatie voor scholieren)	Bètasteunpunt van de RuG en Hanzehogeschool
<a href="http://www.math4all.nl">http://www.math4all.nl</a> → praktische opdrachten	Stichting Math4all
<a href="http://www.win.tue.nl/~jessers/aansluiting">http://www.win.tue.nl/~jessers/aansluiting</a>	Aansluitingsproject VWO-WO van de TU/e
<a href="http://www.fi.uu.nl/wisbdag">http://www.fi.uu.nl/wisbdag</a>	Wiskunde B-dag
<a href="http://www.math.ru.nl/kangoeroe">http://www.math.ru.nl/kangoeroe</a>	Europese Wiskunde Kangoeroe
<a href="http://www.kennisnet.nl">http://www.kennisnet.nl</a>	Kennisnet
<a href="http://www.scholieren.com/werkstukken">http://www.scholieren.com/werkstukken</a>	Werkstukken van leerlingen
<a href="http://www.collegenet.nl">http://www.collegenet.nl</a>	Huiswerk hulpsite werkstukken

#### F - Profielwerkstukken

Website	Korte omschrijving
<a href="http://www.werkstuknetwerk.nl">http://www.werkstuknetwerk.nl</a>	Werkstuknet Kennisnet
<a href="http://www.aarde.nu">http://www.aarde.nu</a>	Profielwerkstukken over de aarde
<a href="http://www.ru.nl/exo">http://www.ru.nl/exo</a>	Exo-steunpunt
<a href="http://pws.schoolsite.utwente.nl">http://pws.schoolsite.utwente.nl</a>	Schoolsite profielwerkstukken UTwente
<a href="http://www.betasteunpunt.nl">http://www.betasteunpunt.nl</a>	Landelijk bètasteunpunt (profiel)werkstukken
<a href="http://www.tue.nl/profielwinkel">http://www.tue.nl/profielwinkel</a>	Profielwinkel TU/e
<a href="http://www.werkstuksite.uu.nl">http://www.werkstuksite.uu.nl</a>	Werkstuksite UU

#### G - Wiskunde en ICT

Website	Korte omschrijving
<a href="http://www.fi.uu.nl/wisweb">http://www.fi.uu.nl/wisweb</a>	Wisweb Freudenthal Instituut
<a href="http://www.digischool.nl/wj">http://www.digischool.nl/wj</a> → software	Overzicht van software voor het wiskundeonderwijs
<a href="http://wiskunde.startpagina.nl">http://wiskunde.startpagina.nl</a> → software	Overzicht van wiskundesoftware
<a href="http://home.wxs.nl/~hklein/math.htm">http://home.wxs.nl/~hklein/math.htm</a>	Wiskunde en wetenschap
<a href="http://home.hccnet.nl/david.dirkse">http://home.hccnet.nl/david.dirkse</a>	Diverse wiskundesoftware
<a href="http://www.wiskunde.nu">http://www.wiskunde.nu</a>	ICT in de wiskundepraktijk
<a href="http://wims.math.leidenuniv.nl">http://wims.math.leidenuniv.nl</a>	Interactive Mathematica server
<a href="http://www.wisnet.sohosted.com">http://www.wisnet.sohosted.com</a>	Wisnet
<a href="http://education.ti.com">http://education.ti.com</a>	Texas Instruments
<a href="http://world.casio.com/edu">http://world.casio.com/edu</a>	Casio
<a href="http://www.visiria.nl">http://www.visiria.nl</a>	Visiria
<a href="http://www.pandd.demon.nl/cabri.htm">http://www.pandd.demon.nl/cabri.htm</a>	Informatie over Cabri
<a href="http://cinderella.de">http://cinderella.de</a>	Cinderella
<a href="http://www.geocadabra.nl">http://www.geocadabra.nl</a>	Geocadabra
<a href="http://www.rhombus.be">http://www.rhombus.be</a> → software	Derive computer algebra

<a href="http://groepen.kennisnet.nl">http://groepen.kennisnet.nl</a>	Groepen Kennisnet
<a href="http://www.blackboard.com">http://www.blackboard.com</a>	Blackboard Digitale leeromgeving

#### H - Wiskunde toetsen

Website	Korte omschrijving
<a href="http://www.wisbase.nl">http://www.wisbase.nl</a>	Toetsenbank
<a href="http://www.wisster.nl">http://www.wisster.nl</a>	Toetsprogramma
<a href="http://webserv.nhl.nl/~kamminga">http://webserv.nhl.nl/~kamminga</a>	Informatie over het toetsprogramma Maple
<a href="http://toetswijzer.kennisnet.nl">http://toetswijzer.kennisnet.nl</a>	Toetswijzer Kennisnet

#### I - Hogescholen en universiteiten

Website	Korte omschrijving
<a href="http://www.wiskundestuderen.nl">http://www.wiskundestuderen.nl</a>	Rijksuniversiteit Groningen
<a href="http://www.math.utwente.nl">http://www.math.utwente.nl</a>	Universiteit Twente
<a href="http://www.studiekeuze.tudelft.nl">http://www.studiekeuze.tudelft.nl</a>	TU Delft
<a href="http://www.science.uva.nl">http://www.science.uva.nl</a>	Universiteit van Amsterdam
<a href="http://www.math.vu.nl">http://www.math.vu.nl</a>	Vrije Universiteit
<a href="http://www.math.leidenuniv.nl">http://www.math.leidenuniv.nl</a>	Universiteit Leiden
<a href="http://www.ru.nl/wiskunde">http://www.ru.nl/wiskunde</a>	Universiteit Nijmegen
<a href="http://www.math.uu.nl">http://www.math.uu.nl</a>	Universiteit Utrecht
<a href="http://www.win.tue.nl">http://www.win.tue.nl</a>	Technische universiteit Eindhoven
<a href="http://www.hbo-raad.nl">http://www.hbo-raad.nl</a>	Vereniging van Hogescholen
<a href="http://www.driestar-educatief.nl">http://www.driestar-educatief.nl</a>	Driestar Gouda
<a href="http://www.fontys.nl">http://www.fontys.nl</a>	Fontys Hogescholen Sittard en Tilburg
<a href="http://www.haagsehogeschool.nl">http://www.haagsehogeschool.nl</a>	Haagse HS/TH Rijswijk
<a href="http://www.inholland.nl">http://www.inholland.nl</a>	Hogeschool INHOLLAND
<a href="http://www.hogeschool-rotterdam.nl">http://www.hogeschool-rotterdam.nl</a>	Hogeschool Rotterdam
<a href="http://www.hva.nl">http://www.hva.nl</a>	Hogeschool van Amsterdam
<a href="http://www.nhl.nl">http://www.nhl.nl</a>	Noordelijke Hogeschool Leeuwarden

