

Handreiking schoolexamen wiskunde B havo

Tweede fase

Herziening Iris van Gulik
examenprogramma 's Nico Alink
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: Iris van Gulik, Nico Alink, 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  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

Inhoud

Voorwoord	5
1. Wiskunde B in de nieuwe tweede fase	7
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	9
1.5 Toewijzing van het deel van het programma aan het centraal examen	9
1.6 Gespecificeerde subdomeinen voor het centraal examen	10
1.7 Examinering	10
1.8 Leermiddelen	10
1.9 Praktische opdrachten	10
1.10 ICT	11
1.11 Algebraïsche vaardigheden	11
1.12 Nieuwe Wiskunde vanaf 2010	11
2. Het programma voor wiskunde B	13
2.1 Inleiding	13
2.2 Het programma	13
3. Het centraal examen en het schoolexamen	15
3.1 Het centraal examen	15
3.2 Het schoolexamen	15
4. De eindtermen voor het schoolexamen	17
4.1 Inleiding	17
4.2 Niet-bindende interpretatie van globale subdomeinen	17
4.3 Toelichting met suggesties voor de geglobaliseerde subdomeinen	18
4.4 Algebraïsche kennis, vaardigheden en inzicht	21
5. Mogelijkheden voor toetsing en weging (PTA)	23
5.1 Inrichting van het PTA	23
5.2 Overwegingen bij het opstellen van een PTA	24
5.3 Weging	25
6. Afstemming met andere vakken	27
6.1 Inleiding	27
6.2 Afstemming tussen wiskunde B en andere bètavakken	27
6.3 Afstemming tussen wiskunde B en gammavakken	28
6.4 Afstemming tussen wiskunde B en talen	29
7. Onderdelen naar keuze van de school	31
7.1 Ruimte in het programma	31
7.2 Praktische opdrachten	31
7.3 ICT	32
7.4 Vernieuwende projecten	33

8.	Vernieuwing examinering	35
8.1	Centraal examen	35
8.2	Schoolexamen	35
8.3	Kwaliteitszorg schoolexamen	36
Bijlage 1	Examenprogramma wiskunde B havo	39
Bijlage 2	Eindtermen examenprogramma wiskunde B 1998	43
Bijlage 3	Inhoudsopgave syllabus CEVO voor het centraal examen	51
Bijlage 4	Overzichtslijst algebraïsche kennis, vaardigheden en inzicht	53
Bijlage 5	Webadressen	55

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 om 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 de hoofdstukken 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 B in de nieuwe tweede fase

1.1 Plaats van het vak

Het vak wiskunde B (360 sl) is een profielvak in het profiel N&T (Natuur & Techniek). In het profiel N&G (Natuur & Gezondheid) mogen de leerlingen in plaats van wiskunde A desgewenst wiskunde B als profielvak kiezen. Dit geldt ook in het profiel E&M (Economie & Maatschappij). In het profiel C&M (Cultuur & Maatschappij) komt wiskunde niet voor, niet bij de profielvakken en ook niet bij de profielkeuzevakken. Desgewenst kan een leerling in dit profiel wiskunde B als keuze-examenvak opnemen. Het is een keuze van de school of wiskunde B in de andere profielen wordt aangeboden. Met name voor het profiel N&G lijkt dit wel wenselijk. Een combinatie van wiskunde A en B is niet toegestaan.

Naast wiskunde B bevat het profiel N&T als verplichte profielvakken natuurkunde en scheikunde en één profielkeuzevak, te kiezen uit informatica, biologie, het nieuwe bètavak natuur, leven, technologie en wiskunde D. Het profiel N&G bevat naast wiskunde A (of B) als verplichte profielvakken biologie en scheikunde en één profielvak te kiezen uit natuurkunde, het nieuwe bètavak natuur, leven, technologie en aardrijkskunde.

1.2 Veranderingen in het examenprogramma vanaf 2007

Bij de invoering van de tweede fase in 1998/1999 werd voor wiskunde B een nieuw examenprogramma vastgesteld voor wiskunde B1, gebaseerd op 320 sl, en voor wiskunde B12, gebaseerd op 440 sl.

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 B12 waarbij door schrappen en inperken van subdomeinen de omvang is gereduceerd (zie verder paragraaf 1.4).
3. Invulling van het centraal- en schoolexamen.
Voor wiskunde B wordt het gehele examenprogramma in het centraal examen getoetst (dit in tegenstelling tot 60% voor wiskunde A), behalve onderdelen die zich niet lenen voor een schriftelijk examen. Het schoolexamen dient in elk geval de toegewezen subdomeinen te omvatten (zie paragraaf 2.2), maar het is toegestaan om het volledige examenprogramma te toetsen in het schoolexamen of onderwerpen toe te voegen. 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 (zie hoofdstuk 7).

4. Het specificeren van de subdomeinen voor het centraal examen.

In een syllabus van de CEVO (zie voor inhoudsopgave bijlage 3) 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 aangegeven (zie verder paragraaf 1.6 en bijlage 2).

1.3 Globaal geformuleerde subdomeinen

De meest opvallende verandering is dat het nieuwe wiskunde-examenprogramma minder, en 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, vooral 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 E: Toegepaste analyse 1.

1.3.1 Domein E: Toegepaste analyse 1

Subdomein E1: Functies en grafieken

Globale eindterm:

De kandidaat kan standaardfuncties (machtsfuncties, exponentiële en logaritmische functies en goniometrische functies) hanteren, interpreteren binnen een context, de grafieken beschrijven en in een functievoorschrift vastleggen, eenvoudige vergelijkingen oplossen en werken met eenvoudige transformaties.

Subdomein E2: Vergelijkingen en ongelijkheden

Globale eindterm:

De kandidaat kan eenvoudige vergelijkingen, ongelijkheden en stelsels van twee lineaire vergelijkingen oplossen met behulp van een algoritme, in voorkomende gevallen grafisch oplossen of numeriek benaderen en de oplossingen interpreteren in relatie met de context.

Subdomein E3: Afgeleide functies

Globale eindterm:

De kandidaat kan de lokale verandering van een functie benaderen zowel met een differentiaalquotient als numeriek-grafisch en de afgeleide functie van een polynoom en van eenvoudige goniometrische functies bepalen en gebruiken zowel voor bestudering van het veranderingsgedrag van een functie als voor het benaderen van een functiewaarde.

Subdomein E4: Periodieke functies

Globale eindterm:

De kandidaat kan periodieke verschijnselen beschrijven door middel van een goniometrische functie, de bijbehorende sinusoïde tekenen en kenmerkende eigenschappen ervan benoemen en alle oplossingen van een eenvoudige goniometrische vergelijking op een gegeven interval vinden.

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. Het vak wiskunde B1 verdwijnt en het vak wiskunde B neemt de plaats in van het oude vak wiskunde B12. Voor het vak wiskunde B wordt de omvang gereduceerd van 440 slu (het wiskunde B12 programma) naar 360 slu. Hiervan is 60 slu niet ingevuld. Zij hebben betrekking op bijvoorbeeld praktische opdrachten (zie hoofdstuk 7).

Het nieuwe programma is opgebouwd uit bestaande (sub)domeinen. Gezien de geringere studielast van wiskunde B ten opzichte van wiskunde B12 is een aanzienlijke reductie noodzakelijke geweest. Vergeleken met het examenprogramma wiskunde B12 van 1998 zijn de 'wiskunde A-achtige' elementen zoals combinatoriek en kansrekening vervallen. Bovendien zijn er delen van ruimtemeetkunde en toegepaste analyse geschrapt.

Daarentegen komt er in het nieuwe programma meer aandacht voor het aanleren en onderhouden van algebraïsche vaardigheden. Het ontwikkelen van algebraïsch inzicht kost veel tijd en interactie tussen docenten en leerlingen is daarbij van groot belang. In paragraaf 4.4 wordt uitgebreid ingegaan op algebraïsche kennis, vaardigheden en inzicht.

Het overzicht in bijlage 2 geeft de wijzigingen in het examenprogramma ten opzichte van 1998 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.

Vanaf 2007 wordt voor wiskunde B tijdelijk het geheel vastgestelde examenprogramma centraal geëxamineerd, behalve die onderdelen die zich door hun aard niet lenen voor een schriftelijk examen. Dit in tegenstelling tot wiskunde A, waarbij slechts 60% van het examenprogramma centraal wordt getoetst.

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 veel beperktere, aanwijzing:

Het schoolexamen heeft betrekking op domein A en:

- de (sub)domeinen waarop het centraal examen geen betrekking heeft; in het geval van wiskunde B is een aantal (sub)domeinen aangewezen die in elk geval ook in het SE getoetst moeten worden, zie hoofdstuk 3;
- indien het bevoegd gezag daarvoor kiest: een of meer van de overige (sub)domeinen waarop het centraal examen geen 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.

1.6 Gespecificeerde subdomeinen voor het centraal examen

In de syllabus van de CEVO voor het centraal examen zijn de globale subdomeinen 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 1 van de CEVO-syllabus staat het totale examenprogramma geformuleerd in domeinen en subdomeinen met een globale omschrijving van elk subdomein. Vervolgens worden in hoofdstuk 2 de subdomeinen voor het CE nader door de CEVO 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.

Het schoolexamen heeft betrekking op de globale eindtermen. De inhoud en wijze van examinering van het schoolexamen wordt door de school vastgelegd in het Programma van Toetsing en Afsluiting (PTA; zie ook hoofdstuk 5). Het eindexamencijfer voor wiskunde B zal het gemiddelde zijn van het schoolexamen en het 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 B12 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 B. 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 methode 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 paragraaf 7.3).

1.9 Praktische opdrachten

Praktische opdrachten kunnen ook vanaf 2007 deel uit maken van het examenprogramma. De verplichting om voor elk examenvak ten minste één praktische opdracht in het programma op te nemen, vervalt. De school krijgt meer vrijheid de organisatie van praktische opdrachten naar eigen inzicht in te richten. Dat is een prima gelegenheid om niet alleen vakinhoudelijke kennis te toetsen, maar vooral

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 (zie ook paragraaf 7.2).

1.10 ICT

In het domein A: Vaardigheden wordt nadrukkelijk aandacht besteed aan het gebruik van ICT. Bij het eindexamen kan daar tot nu toe geen sprake van zijn. Voor zover het eindexamen betrekking heeft op ICT-vaardigheden, beperkt dit zich tot het gebruik van de grafische rekenmachine.

ICT is goed in te passen in het schoolexamen of een praktische opdracht. In hoofdstuk 4 en paragraaf 7.3 vindt u een aantal suggesties voor de invulling van het schoolexamen.

In bijlage 5G vindt u een overzicht met websites, waarop meer informatie is te vinden over ICT in het wiskundeonderwijs in het algemeen en mogelijkheden tot gebruik in het schoolprogramma en het schoolexamen in het bijzonder.

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 (zie ook paragraaf 4.4). In domein A is, in vergelijking met het oude wiskunde B-programma een subdomein A5 toegevoegd dat specifiek hierop betrekking heeft. In bijlage 4 vindt u een kruisjeslijst 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 vanaf 2010

De commissie Toekomst Wiskunde Onderwijs (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 7.4);
- 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 vooral 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 rekent 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.

2. Het programma voor wiskunde B

2.1 Inleiding

Zoals eerder is aangegeven, heeft het programma van wiskunde B een omvang van 360 slu. Hiervan is 60 slu hiervan is niet ingevuld en dat geeft ruimte voor onderdelen naar keuze van de school, zoals praktische opdrachten (zie hoofdstuk 7). Dit heeft als gevolg dat er 300 slu overblijven waarin het inhoudelijke deel van het eindexamenprogramma moet worden bestudeerd. In tegenstelling tot het oude programma is daarin extra ruimte bestemd voor het verwerven van algebraïsch inzicht en het aanleren en onderhouden van de daarvoor noodzakelijke kennis en vaardigheden.

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.

In het centraal examen zal meer dan in de vorige situatie het geval was aandacht worden besteed aan formele wiskunde, wiskunde zonder context, en het abstracte denken. Subdomein A5 is hierdoor aan het examenprogramma toegevoegd. Het geeft aan dat de bij het examenprogramma passende algebraïsche vaardigheden ook zonder gebruik van een grafische rekenmachine moeten worden beheerst.

Domeinen	Subdomeinen
A: Vaardigheden	A1: Informatievaardigheden
	A2: Onderzoeksvaardigheden
	A3: Technisch-instrumentele vaardigheden
	A4: Oriëntatie op studie en beroep
	A5: Algebraïsche vaardigheden
B: Veranderingen	B1: Veranderingen
D: Ruimte meetkunde 1	D1: Fragmenttekeningen van ruimtelijke objecten
	D2: Oppervlakte en inhoud
E: Toegepaste analyse 1	E1: Functies en grafieken
	E2: Vergelijkingen en ongelijkheden
	E3: Afgeleide functies
	E4: Periodieke functies
H: Toegepaste analyse 2	H1: Afgeleide functies 2

3. Het centraal examen en het schoolexamen

3.1 Het centraal examen

Het centraal examen heeft betrekking op de (sub)domeinen zoals vermeld in voorgaande 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

De vormvoorschriften voor het schoolexamen 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 waarop het centraal examen geen betrekking heeft;
- indien het bevoegd gezag daarvoor kiest: een of meer van de overige (sub)domeinen waarop het centraal examen betrekking heeft;
- indien het bevoegd gezag daarvoor kiest: andere vakonderdelen, die per kandidaat kunnen verschillen.

In onderstaand schema 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	X	X	
	A2: Onderzoeksvaardigheden	X	X	
	A3: Technisch-instrumentele vaardigheden	X	X	
	A4: Oriëntatie op studie en beroep		X	
	A5: Algebraïsche vaardigheden	X	X	
B: Veranderingen	B1: Veranderingen	X	X	
D: Ruimteteekunde 1	D1: Fragmenttekeningen van ruimtelijke objecten	X	X	
	D2: Oppervlakte en inhoud	X	X	
E: Toegepaste analyse 1	E1: Functies en grafieken	X		X
	E2: Vergelijkingen en ongelijkheden	X		X
	E3: Afgeleide functies	X		X
	E4: Periodieke functies	X		X
H: Toegepaste analyse 2	H1: Afgeleide functies 2	X		X

4. De eindtermen voor het schoolexamen

4.1 Inleiding

Tot het schoolexamen behoren ten minste de domeinen:

- A Vaardigheden
- B Veranderingen
- D Ruimte meetkunde 1.

De hierboven genoemde (sub)domeinen worden geëxamineerd in combinatie met de eindtermen uit het domein A Vaardigheden.

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 een 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 (zie bijlage 5B), toetsontwikkelaars, didactici, vakinhoudelijke verenigingen (zie bijlage 5A) en individuele docenten. De suggesties zijn niet uitputtend, maar bedoeld als illustratie van de keuzeruimte die scholen in de tweede fase 2007 hebben. Ook dienen ze als inspiratie voor de wiskundesecties 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. De school krijgt alle gelegenheid hierin eigen keuzes maken. Zo kan de school er voor kiezen om onderscheid te maken tussen de profielen N&T en N&G (bijvoorbeeld bij praktische opdrachten en keuzeonderwerpen – zie hoofdstuk 7) of 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 met suggesties voor 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 voorbeelden kunnen profielspecifiek worden ingezet.

Voor meer aanknopingspunten verwijzen we graag naar bijlage 5 waarin een uitgebreid overzicht van webadressen is opgenomen. Hier is veel direct bruikbaar lesmateriaal met achtergrondinformatie te vinden. In recente wiskunde B12 CE's (zie bijvoorbeeld <http://havovwo.nl>) zijn daarnaast grote aantallen voorbeelden van schriftelijke examinering te vinden.

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 onderwerp, (kritisch) analyseren;
- op de website <http://www.kennislink.nl> is veel informatie in de vorm van artikelen en dossiers te vinden;
- presentaties en voordrachten houden over gedane literatuurstudie (zie ook paragraaf 7.2);
- (historische) situaties benoemen waarin wiskunde een belangrijke rol speelt of heeft gespeeld (zie bijvoorbeeld <http://www-history.mcs.st-andrews.ac.uk>);
- voorbeelden beschrijven van het gebruik van wiskunde in andere vakgebieden, beroepen (zie ook subdomein A4) of kunst.

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:

- modellen opstellen aan de hand van natuurkundige, scheikundige of biologische metingen;
- meetresultaten van een onderzoek weergeven in een grafiek en een wiskundig model maken bij de grafiek, bijvoorbeeld met behulp van VU-grafiek;
- vermoedens onderzoeken aan de hand van modellen.

Toetsing van de vaardigheden uit dit subdomein kan met name bij praktische opdrachten goed uitgevoerd worden (zie ook paragraaf 7.2). Bronnen zijn bijvoorbeeld te vinden via <http://www.digischool.nl/wi> (bronnen voor werkstukken).

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:

- bij bijvoorbeeld verslaglegging van een praktische opdracht werken met een formule-editor, zoals MathType;
- zoekprogramma's op internet gebruiken voor het verkennen van wiskundige informatie;
- het gebruik van wiskundige software (zie bijlage 5G voor voorbeelden) ter aanvulling van de mogelijkheden die de GR al biedt;
- aanleren en onderhouden van algebra met behulp van computeralgebra (voor meer informatie zie bijvoorbeeld <http://www.fi.uu.nl/nl/ict/welcome.html> en verschillende artikelen in Euclides en Nieuwe Wiskrant);
- interactieve applets, bijvoorbeeld van het Freudenthal Instituut (<http://www.fi.uu.nl/wisweb>);
- werken met digitale leeromgevingen (zie bijvoorbeeld <http://groepen.kennisnet.nl>).

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 (zie ook <http://www.fi.uu.nl/perspectief>). 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 rapportages over bedrijfsbezoeken en interviews met werknemers;
- veel scholen hebben goede contacten met hogescholen en universiteiten (zie bijlage 5I). Deze contacten kunnen leiden tot invulling van dit subdomein;
- leerlingen kunnen informatie inwinnen over vervolgopleidingen waarin wiskunde een rol speelt;
- 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 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 (zie ook paragraaf 4.4); 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 desgewenst ook los van de vakinhoudelijke domeinen worden getoetst.

4.3.2 Domein B: Veranderingen

Subdomein B1: Veranderingen

Globale eindterm:

De kandidaat kan het veranderingsgedrag van een grafiek, tabel of functie onder meer door middel van toenamediagrammen en differentiequotiënten beschrijven en differentiequotiënten berekenen en interpreteren, ook vanuit een contextprobleem.

Suggesties:

- aandacht besteden aan de geschiedkundige ontwikkeling van de differentiaalrekening;
- veranderingen bestuderen in contextproblemen, in relatie met domein E3: Afgeleide functies en H1: Afgeleide functies 2. Voorbeelden zijn volop te vinden in de verschillende schoolboeken. Praktische opdrachten over dit onderwerp zijn bijvoorbeeld te vinden via <http://www.math4all.nl> praktische opdrachten.

4.3.3 Domein D: Ruimteteetkunde 1

Subdomein D1: Fragmenttekeningen van ruimtelijke objecten

Globale eindterm:

De kandidaat kan van een ruimtelijk object aanzichten, uitslagen en vlakke doorsneden tekenen, interpreteren, er berekeningen aan uitvoeren en uit een serie parallelle doorsneden conclusies trekken over vorm en inhoud van een dergelijk object.

Subdomein D2: Oppervlakte en inhoud

Globale eindterm:

De kandidaat kan de oppervlakte van vlakke en ruimtelijke figuren berekenen, van ruimtelijke figuren de inhoud berekenen en schatten en het effect van schaalvergroting op zowel inhoud als oppervlakte beargumenteren.

Suggesties:

- ontwikkelen van ruimtelijk voorstellingsvermogen vergemakkelijken met behulp van concreet materiaal, zoals karton, ijzerdraad, papier of hout;
- doorsneden maken van concrete tastbare objecten, bijvoorbeeld wc-rollen, planken, aardappels of ontbijtkoek;
- gebruik maken van het computerprogramma Doorzien;
- aandacht besteden aan Babylonische-, Egyptische-, Chinese- en Griekse meetkunde (zie bijvoorbeeld <http://www-history.mcs.st-andrews.ac.uk>);
- met behulp van verschillende technieken aanzichten maken van en berekeningen uitvoeren aan plaatselijke gebouwen en kunstwerken;
- aandacht voor onderwerpen als perspectief (zie bijvoorbeeld <http://www.stepnet.nl>) en Platonische lichamen (zie bijvoorbeeld <http://www.win.tue.nl/~jessers/aansluiting>);
- de Wiskunde B-dag van 2004 (zie ook paragraaf 7.2).

4.4 Algebraïsche kennis, vaardigheden en inzicht

Afhankelijk van het wiskundeprogramma (wiskunde A, B 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 volgt. Dat lijkt vanzelfsprekend, echter wat er dan van leerlingen verwacht mag worden was in de afgelopen jaren niet altijd duidelijk. Alle partijen zijn het er over eens dat de kennis van algebra, de mate van algebraïsch inzicht en de daarvoor benodigde vaardigheden de laatste jaren sterk afgenomen zijn bij leerlingen. 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 vaardigheden.

Leerlingen met wiskunde B moeten uiteindelijk voldoende kennis en inzicht hebben om exacte en technische studies op hbo-niveau met succes te kunnen volgen. Voor deze groep is de lijst van vaardigheden die beheerst moeten worden dan ook aanzienlijk (zie bijlage 4). 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. Ten opzichte van leerlingen die wiskunde A volgen moeten de wiskunde B leerlingen zelfstandig berekeningen kunnen uitvoeren, ook zonder GRM, bijvoorbeeld toepassen van regels voor machten en voor logaritmen met parameters in plaats van getallen. Het aantal vaardigheden dat leerlingen handmatig moeten beheersen is aanzienlijk groter dan men de laatste jaren gewend was (zie bijlage 4). Dat vraagt om regelmatig oefenen en toetsen zonder GRM. Ook wordt van deze leerlingen verwacht dat ze algebraïsch inzicht vertonen (algemene algebraïsche vaardigheden, bijlage 4). Bij algebraïsch inzicht horen wiskundige activiteiten als kwalitatief redeneren, inzicht in de structuur van een formule, substitutie van expressies en een aantal wiskundige stappen naar een oplossing zelf kunnen bedenken en uitvoeren, met andere woorden zelfstandig een probleem oplossen. Dat kan alleen bereikt worden door met leerlingen daar gericht aan te werken, o.a. door leerlingen hun ideeën en oplossingen te laten verwoorden en met elkaar van gedachten te wisselen.

De grafische rekenmachine is ook na 2007 een krachtig en waardevol hulpmiddel, mits goed gebruikt. Dat wil zeggen dat leerlingen zich aanwennen voor eenvoudige berekeningen geen GRM te gebruiken. De GRM dient gebruikt te worden voor exploratie, voor ingewikkelde berekeningen, om snel verschillende representaties te verkrijgen en voor controle van berekeningen. Zowel het werken zonder als het werken met de GRM dient regelmatig geoefend en getoetst te worden. Voor voorbeeldopgaven met betrekking tot de vaardigheden verwijzen we naar de syllabus havo wiskunde B (hoofdstuk 3).

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 ten minste 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:

- de (sub)domeinen waarop het centraal examen geen betrekking heeft;
- indien het bevoegd gezag daarvoor kiest: een of meer van de overige (sub)domeinen waarop het centraal examen betrekking heeft;
- 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 die voor de school en/of de leerling een inspiratiebron kunnen zijn voor het maken van een keuze. Zo kan bijvoorbeeld een deel van een van de Zebraboekjes worden gebruikt om leerlingen kennis te laten maken met een onderdeel van de wiskunde dat niet tot het reguliere programma behoort. Uiteraard zijn er veel meer mogelijkheden (zie ook hoofdstuk 7). Veel informatie is ook te vinden op diverse websites (zie bijlage 5).

De keuzeonderdelen mogen zelfs van leerling tot leerling verschillen. 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 360 sluis voor wiskunde verdeeld over het vierde en vijfde leerjaar van de havo?
- hoeveel lessen wiskunde 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 is 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 lesmethode gebruiken 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 zoals werkweken, internationale uitwisseling, cultuurreizen, sporttoernooien, excursies, verlof voor eigen bijscholing, vergaderingen, etc.;
- 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: Veranderingen'. 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', 'actualiteitsopdracht', '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 van 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 sectie wiskunde en die andere vakken.

De volgorde van de domeinen en subdomeinen in het programma wiskunde is een opsomming van vaardigheden en vakinhoud en niet 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 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 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.

6.2 Afstemming tussen wiskunde B en andere bètavakken

Bij de verschillende bètavakken moeten leerlingen wiskundige vaardigheden toepassen om natuurwetenschappelijke problemen op te lossen. Leerlingen moeten basisrekenvaardigheden kunnen uitvoeren, gebruik kunnen maken van een (grafische) rekenmachine en moeten verschillende wiskundige technieken kunnen toepassen. Het is dan ook zeker een zinvolle bezigheid om op schoolniveau met de sectie wiskunde en andere bètasecties om de tafel te gaan om tot afstemming te komen, op inhoud, op tijdsplanning en op taalgebruik.

Onderwerpen waarvoor aan afstemming gedacht kan worden zijn verbanden, bepaling en toepassing van de afgeleide, evenredigheden, grafieken tekenen, rekenen met verhoudingen, het oplossen van lineaire en tweedegraads vergelijkingen, het oplossen van een stelsel van twee lineaire vergelijkingen (scheikunde), logaritmen, kansrekening (biologie) en ICT-toepassingen (informatica).

Op de website <http://digimap.slo.nl> vindt u handvatten om samenhangend onderwijs vorm te geven. Op de website <http://www.rug.nl/fwn/voorzieningen/ido/betadidactiek>

(→ onderzoek bètadidactiek → onderzoeksprogramma) vindt u criteria voor samenhangend (wiskunde)onderwijs.

Enkele voorbeelden van afstemming of samenwerking van wiskunde met natuurwetenschappelijk vakken zijn te vinden in 'Sonate in het Studiehuis', een verslag van een onderzoek op het gebied van samenhangend onderwijs in de natuurprofielen. Inmiddels is dit project voortgezet onder de naam 'Salvo' dat lesmateriaal ontwikkelt waarin de samenhang tussen wiskunde en natuurwetenschappen wordt versterkt (zie <http://www.cdbeta.uu.nl> → voortgezet onderwijs → projecten en <http://www.platformbetatechniek.nl> → onderzoek en cijfers → publicaties Axis).

Een ander voorbeeld is combiuren wiskunde-natuurkunde, waarbij wiskunde wordt gecombineerd met natuurkunde en gekeken wordt naar raakvlakken en verschillen tussen beide vakken. Meer informatie van een school die met combi-uren werkt is te vinden in *Combi-uren wiskunde-natuurkunde*. Euclides 80-8 (juni 2005).

Ook afstemming tussen wiskunde en het nieuwe bètavak natuur, leven, technologie is gewenst. In dit nieuwe vak (<http://www.betavak-nlt.nl>) zijn de natuurwetenschappelijke vakken, wiskunde en fysieke geografie nauw verweven en heeft ook informatica een belangrijke bijdrage (zie verder paragraaf 7.4). Binnen de domeinen is de vakinhoud georganiseerd in (meestal) interdisciplinaire modules, waarin wiskunde vaak een rol speelt. 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.

6.3 Afstemming tussen wiskunde B en gammavakken

Bij het centraal examen economie (en M&O) kunnen vragen gesteld worden waarbij leerlingen wiskundige begrippen moeten kunnen hanteren. Over de behandeling van deze begrippen is afstemming wenselijk. Onderwerpen waaraan kan worden gedacht zijn berekeningen met groeipercentages, indexcijfers en kostenfuncties, bepaling en toepassing van de afgeleide en werken met vergelijkingen.

Tussen het programma wiskunde B 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.

Voor afstemming tussen geschiedenis en wiskunde liggen er interessante perspectieven voor onderzoek naar de geschiedenis van de wiskunde. Veel wiskundige ontwikkelingen, ook op het gebied van techniek en kunst, zijn zeer nauw verbonden met de tijd waarin ze plaatsvonden. De wiskunde kent een grote, rijke geschiedenis. Denk maar aan wiskundigen als Euclides, Euler, Cardano, Einstein, Fermat, enzovoort. Begrip van de (geschiedkundige) omstandigheden waarin deze ontwikkelingen zich afspeelden is noodzakelijk om beter inzicht te krijgen in deze aspecten van de wiskunde.

6.4 Afstemming tussen wiskunde B en talen

Voor een goede afbakening van wiskunde 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.

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 vertrouwd raken met het verwerken van informatie uit Engelse (en soms ook Duitse en eventueel Franse) websites. Ook als voorbereiding op het vervolgonderwijs, vooral omdat daar veel wetenschappelijke rapporten in het Engels worden gepubliceerd.

Voor docenten wiskunde is het wenselijk dat ze zich een goed beeld vormen van het soort Engelse teksten waaruit 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 praktische opdrachten of 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.

7. Onderdelen naar keuze van de school

7.1 Ruimte in het programma

De omvang van het vak wiskunde B is in de tweede fase na 2007 gereduceerd tot 360 slu. Hiervan is 60 slu 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:

- scholen kunnen (sub)domeinen waarop het centraal examen betrekking heeft laten terugkeren in het schoolexamen;
- scholen kunnen er voor kiezen vakonderdelen op te nemen in het schoolexamen die niet als domein in het examenprogramma genoemd staan;
- 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 (zie ook paragraaf 8.2) en samenhang tussen vakken (zie hoofdstuk 6) gestalte te geven.

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 5, waarin we een uitgebreid overzicht geven van interessante webadressen.

7.2 Praktische opdrachten

In de tweede fase vanaf 2007 is de verplichting om ten minste 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 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).

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;
- 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 5E). De genoemde websites geven onder andere informatie over de bruikbaarheid van de praktische opdracht per schoolsoort, profiel, klas, onderwerp en slu. Sommige websites geven daarnaast informatie over benodigde software, vereiste voorkennis, combinatie met andere vakken, beoordelingsschema en docentenhandleiding.

Enkele mogelijke onderwerpen zijn Fibonacci en het getal, fractals, de formule van Cardano, cryptografie, Platonische lichamen, wiskunde en kunst, meetkundige constructies, getijdenbewegingen, GPS, spiralen en Pythagoreïsche drietallen. Deze onderwerpen kunnen profielspecifiek worden ingezet.

Ook de Wiskunde B-dag (<http://www.fi.uu.nl/wisbdag>) of de Europese Wiskunde Kangoeroe (<http://www.math.ru.nl/kangoeroe>) kan als praktische opdracht functioneren en in het PTA worden opgenomen.

“De Wiskunde B-dag is de ‘wiskunde B-variant’ van de wiskunde A-lympiade. Het is een wedstrijd voor leerlingen in 5 havo en 5/6 vwo waarin vaardigheden als probleem-oplossen, kritisch beschouwen van modellen, mathematiseren, logisch redeneren, argumenteren en samenwerken centraal staan. De opdracht waaraan de leerlingen werken is technisch-exact georiënteerd en sluit daarmee aan op de Natuur profielen.”

De Europese Wiskunde Kangoeroe is een wedstrijd die plaatsvindt op scholen in achtentwintig landen tegelijk. De deelnemende landen spreken samen de opgaven af. Het meedoen aan de wedstrijd biedt een gelegenheid om het niveau van de leerlingen te meten met andere scholen (zie ook paragraaf 8.3), maar ook het schoolinterne wedstrijdelement kan interessant zijn. De Wiskunde B-dag of Europese Wiskunde Kangoeroe kan als praktische opdracht echter ook worden gebruikt zonder dat aan de wedstrijd wordt deelgenomen.

7.3 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 wiskunde software zoals Cabri, aan het gebruik van applets, aan digitale leeromgevingen, maar ook aan de mogelijkheid van computeralgebra (zie bijlage 5G 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 (zie bijlagen 5A, B, C en D);
- voor het gebruik van wiskundige software en applets, zowel in lessen als bij voorbereiding van lessen en het maken van toetsen (zie bijlagen 5G en H);
- voor digitalisering van lesmateriaal, ter vervanging van een deel van het lesboek (zie bijlage 5G);
- voor het maken van praktische opdrachten en profielwerkstukken (zie bijlagen 5E en F).

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

7.4 Vernieuwende projecten

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

Wiskunde D biedt modules of opdrachten die in de vrije ruimte van het examenprogramma voor wiskunde B binnen het schoolexamen kunnen worden aangeboden aan leerlingen die geen wiskunde D hebben gekozen.

Volgens cTWO (zie ook paragraaf 1.12 en www.ctwo.nl) heeft het vak wiskunde D leerlingen veel te bieden:

- **“Verbreiding**
Door wiskunde D te kiezen krijgen leerlingen een bredere kijk op wiskunde en ervaren ze de diversiteit binnen het vakgebied. Ook de toepassing van wiskunde in andere vakken en in de beroepspraktijk draagt hieraan bij.
- **Verdieping**
Binnen wiskunde D wordt dieper ingegaan op fundamentele deelgebieden en hun toepassingen. Daardoor krijgt de leerling een beter beeld van wiskunde als zelfstandige discipline, maar ook als wetenschap die zich in samenhang met nieuwe perspectieven in andere vakgebieden ontwikkelt.
- **Voorbereiding**
Wiskunde D vormt een goede voorbereiding op een exacte of technische vervolgopleiding. De leerling ontwikkelt een groter repertoire aan wiskundige vaardigheden, komt in contact met het hoger onderwijs en zal in de vervolgopleiding van deze grotere voorkennis profiteren. De relatie met en de aansluiting bij het hoger onderwijs kenmerkt wiskunde D. Voor havo-leerlingen vergemakkelijkt wiskunde D de overgang naar vwo met wiskunde B.

- Voorkeur

Vanwege de keuzemogelijkheden biedt wiskunde D de ruimte voor scholen en voor leerlingen om hun voorkeuren te volgen. Eigen inkleuringen van het vak zijn tot op zekere hoogte mogelijk en worden aangemoedigd. Dit maakt het mogelijk een programma samen te stellen waarin wordt ingegaan op de wensen van de leerlingen. Docenten kunnen daardoor bovendien onderdelen opnemen waarin zij zich bekwaamd hebben.”

Trefwoorden voor wiskunde D zijn dan ook uitdaging, relevantie, actualiteit, contact met hoger onderwijs en raakvlak met andere exacte vakken. Wiskunde D zal samenhang binnen de wiskunde zichtbaar maken en kent meer diepgang en abstractie dan wiskunde B.

Wiskunde D bestaat onder andere uit de onderwerpen statistiek en kansrekenen, toegepaste analyse, wiskunde in technologie en keuzeonderwerpen.

Naast modules uit wiskunde D kunnen scholen ook modules uit het nieuwe bètavak natuur, leven, technologie binnen het schoolexamen aanbieden. De stuurgroep (www.betavak-nlt.nl) zegt over NLT het volgende: “NLT is een geheel nieuw vak, waarin de natuurwetenschappelijke vakken, wiskunde en fysieke geografie nauw verweven zijn en ook informatica een belangrijke bijdrage heeft. Leerlingen (en docenten) krijgen de kans zich inhoudelijk te oriënteren op het bètabrede spectrum aan mogelijkheden in het hoger onderwijs. Het vak is inter- dan wel multidisciplinair, in aansluiting op studierichtingen in hbo en wo.”

De inhoud van het examenprogramma wordt aangeboden in modules die geordend zijn binnen domeinen. Een van de domeinen is 'over wetenschap en technologie', waarin mathematische vaardigheden in een toegepaste context worden gebruikt. Dit kan een mooie invulling geven aan de vrije ruimte van het examenprogramma.

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> (zoeken op: 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 verschillende vakken lopen experimenten met complex-examens (centraal examen per computer). Meer informatie hierover vindt u op <http://www.citogroep.nl/vo> (→ centrale examens) en www.cevo.nl (→ complex).

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 boektoetsen;
- projecten;
- modules gevolgd en getoetst binnen het vervolgonderwijs;
- groepstoetsen;
- praktijktoetsen o.a. van een stage;
- nationale 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.

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. 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> (zoeken op: 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 kwaliteitsborging 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 het 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 hbo-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 B

havo

Het eindexamen

Het eindexamen bestaat uit het centraal examen en het schoolexamen.

Het examenprogramma bestaat uit de volgende domeinen:

Domein A	Vaardigheden
Domein B	Veranderingen
Domein D	Ruimtemeetkunde 1
Domein E	Toegepaste analyse 1
Domein H	Toegepaste analyse 2.

Het centraal examen

Het centraal examen heeft betrekking op de subdomeinen A5, B1, D1, D2, E1, E2, E3, E4 en H1, 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 domeinen B en D;
- indien het bevoegd gezag daarvoor kiest: een of meer van de overige domeinen en 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 oplostechnieken 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 B: Veranderingen

Subdomein B1: Veranderingen

6. De kandidaat kan het veranderingsgedrag van een grafiek, tabel of functie onder meer door middel van toenamediagrammen en differentiequotiënten beschrijven en differentiequotiënten berekenen en interpreteren, ook vanuit een contextprobleem.

Domein D: Ruimte meetkunde 1

Subdomein D1: Fragmenttekeningen van ruimtelijke objecten

7. De kandidaat kan van een ruimtelijk object aanzichten, uitslagen en vlakke doorsneden tekenen, interpreteren, er berekeningen aan uitvoeren en uit een serie parallelle doorsneden conclusies trekken over vorm en inhoud van zo'n object.

Subdomein D2: Oppervlakte en inhoud

8. De kandidaat kan de oppervlakte van vlakke en ruimtelijke figuren berekenen, van ruimtelijke figuren de inhoud berekenen en schatten en het effect van schaalvergroting op zowel inhoud als oppervlakte beargumenteren.

Domein E: Toegepaste analyse 1

Subdomein E1: Functies en grafieken

9. De kandidaat kan standaardfuncties (machtsfuncties, exponentiële en logaritmische functies en goniometrische functies) hanteren, interpreteren binnen een context, de grafieken beschrijven en in een functievoorschrift vastleggen, eenvoudige vergelijkingen oplossen en werken met eenvoudige transformaties.

Subdomein E2: Vergelijkingen en ongelijkheden

10. De kandidaat kan eenvoudige vergelijkingen, ongelijkheden en stelsels van twee lineaire vergelijkingen oplossen met behulp van een algoritme, in voorkomende gevallen grafisch oplossen of numeriek benaderen en de oplossingen interpreteren in relatie met de context.

Subdomein E3: Afgeleide functies

11. De kandidaat kan de lokale verandering van een functie benaderen zowel met een differentiaalquotiënt als numeriek-grafisch en de afgeleide functie van een polynoom en van eenvoudige goniometrische functies bepalen en gebruiken zowel voor bestudering van het veranderingsgedrag van een functie als voor het benaderen van een functiewaarde.

Subdomein E4: Periodieke functies

12. De kandidaat kan periodieke verschijnselen beschrijven door middel van een goniometrische functie, de bijbehorende sinusoïde tekenen en kenmerkende eigenschappen ervan benoemen en alle oplossingen van een eenvoudige goniometrische vergelijking op een gegeven interval vinden.

Domein H: Toegepaste analyse 2

Subdomein H1: Afgeleide functies 2

13. De kandidaat kan voor het bepalen van de afgeleide functie en de interpretatie daarvan binnen een context gebruik maken van de som-, verschil- en productregel en van de kettingregel bij enkelvoudig samengestelde functies.

Bijlage 2

Eindtermen examenprogramma wiskunde B 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 B12 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.

De eindtermen die in het nieuwe eindexamenprogramma zijn vervallen, zijn doorgestreept en enkele wijzigingen in de eindtermen zijn vet gedrukt 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 is dat vet gedrukt aangegeven.

Eindtermen: Vaardigheden

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. **Zo lang het nog een schriftelijk eindexamen is, beperkt deze eindterm zich tot het selecteren van informatie uit een gegeven context.**
- ~~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.
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 ten gevolge 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: 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: Oriëntatie op studie en beroep

- ~~23. De kandidaat heeft informatie ingewonnen over vervolgopleidingen waarin wiskunde een rol speelt. (valt in het nieuwe programma onder het globale subdomein A4)~~
- ~~24. De kandidaat is nagegaan in hoeverre hij een studiehouding, belangstelling en vaardigheden bezit die wenselijk dan wel noodzakelijk worden geacht voor vervolgopleidingen. (valt in het nieuwe programma onder het globale subdomein A4)~~

Eindtermen: Vakinhoud

Domein B: Veranderingen

Subdomein: Veranderingen

De kandidaat kan

1. in een situatie de relevante variabelen vaststellen en daarmee een bij de situatie passende grafiek tekenen.
2. vaststellen op welke intervallen er sprake is van een constant, een stijgend of een dalend verloop van een grafiek.
3. vaststellen of een stijging/daling toenemend of afnemend is.

4. vaststellen of er minima en maxima zijn en uit een grafiek aflezen hoe groot die zijn.
5. veranderingen beschrijven met behulp van differenties, bijvoorbeeld Δt .
6. een toenamediaagram bij een gegeven grafiek of tabel tekenen en daaruit conclusies trekken.
7. veranderingen beschrijven en vergelijken met behulp van differentiequotiënten, bijvoorbeeld $\frac{dK}{dq}$.
8. differentiequotiënten interpreteren in relatie met de context.
9. differentiequotiënten berekenen in geval de functie is gegeven door een tabel, grafiek of formule.
10. differentiequotiënten interpreteren als maat voor de gemiddelde verandering op een interval.
11. bij afnemende stapgrootte differentiequotiënten interpreteren als benadering van de steilheid of helling van de grafiek in een gegeven punt.

Domein C: Tellen en kansen

Subdomein: Telproblemen

De kandidaat kan

- ~~12. naar aanleiding van een tekst voor een telprobleem een geschikte visualisatie maken zoals een boomdiagram, een wegendiagram of een rooster.~~
- ~~13. met behulp van een boomdiagram, een wegendiagram of een rooster telproblemen oplossen.~~
- ~~14. het aantal kortste routes in een rooster berekenen, bijvoorbeeld met behulp van de driehoek van Pascal.~~
- ~~15. bij telproblemen onderscheiden of er sprake is van rangschikkingen met of zonder herhaling en daarbij rekenen met machten dan wel faculteiten.~~
- ~~16. het aantal permutaties van k uit n vaststellen met behulp van faculteiten.~~
- ~~17. het aantal combinaties van k uit n vaststellen met behulp van faculteiten.~~
- ~~18. een eigen oplossing van een telprobleem beargumenteren.~~
- ~~19. naar aanleiding van een tekst tellingen analyseren en kritisch beoordelen.~~

Subdomein: Kansen

De kandidaat kan

- ~~20. empirische kansen berekenen op grond van statistische gegevens, het herhaald uitvoeren van een kansexperiment of een simulatie.~~
- ~~21. de overgang beschrijven van empirische kansen (relatieve frequenties) naar theoretische kansen vanuit een intuïtief begrip van de wet van de grote aantallen.~~
- ~~22. in eenvoudige gevallen kansen berekenen op grond van symmetrie overwegingen en systematisch tellen.~~
- ~~23. kansbomen tekenen en gebruiken.~~
- ~~24. kanshistogrammen tekenen en gebruiken.~~
- ~~25. in eenvoudige gevallen op grond van kansen of empirische kansen de verwachtingswaarde berekenen en interpreteren in relatie met de context.~~

Domein D: Ruimte meetkunde 1

Subdomein: Fragmenttekeningen van ruimtelijke objecten

De kandidaat kan

26. aanzichten in verschillende kijkrichtingen tekenen en interpreteren.
27. uitslagen tekenen en interpreteren.
28. in een gegeven voorstelling van een ruimtelijk object een vlakke doorsnede tekenen.
29. een vlakke doorsnede van een ruimtelijk object op ware grootte tekenen.
30. uit een serie parallelle doorsneden van een ruimtelijk object een conclusie trekken over de vorm van het object.
31. uit een serie parallelle doorsneden van een ruimtelijk object (bijvoorbeeld een scan) een schatting afleiden over de inhoud van het object.

Subdomein: Oppervlakte en inhoud

De kandidaat kan

32. de oppervlakte van een driehoek, een parallellogram en een cirkel berekenen.
33. de oppervlakte van samengestelde vlakdelen berekenen door middel van opsplitsen in delen dan wel aanvullen tot bekende vormen.
34. de oppervlakte berekenen van een bol, cilindermantel en een kegelmantel.
35. de inhoud berekenen van een prisma, piramide, kegel, cilinder en bol.
36. van verschillende ruimtelijke vormen de inhoud schatten en vergelijken.
37. beargumenteren wat het effect is van schaalvergroting op inhoud en oppervlakte, bijvoorbeeld bij maquettes of de bouw van zoogdieren.

Domein E: Toegepaste analyse 1

Subdomein: Functies en grafieken

De kandidaat kan

38. de kenmerkende eigenschappen (domein, bereik, stijgend, dalend, asymptotisch gedrag) noemen van de grafieken van de volgende standaardfuncties: machtsfuncties met rationale exponent, exponentiële functies, logaritmische functies en de goniometrische functies $\sin x$ en $\cos x$.¹
39. een beschreven groeiproces in verband brengen met een van bovengenoemde standaard-functies.
40. het functievoorschrift bepalen bij de inverse functie van een machtsfunctie (op een positief domein) en van een exponentiële functie.
41. eenvoudige transformaties (translatie en lijnvermenigvuldiging) en combinaties daarvan uitvoeren op de standaardgrafieken.
42. de grafieken van $y = f(x)+c$, $y = f(x+ c)$, $y = c \cdot f(x)$ en $y = f(c \cdot x)$ in verband brengen met de grafiek van de standaardfunctie f .
43. het effect van translaties en lijnvermenigvuldigingen op standaardgrafieken verwerken in het functievoorschrift.

¹ Vergeleken met het oude programma wiskunde B12 zijn $\sin x$ en $\cos x$ toegevoegd aan de standaardfuncties. Het getal e behoort niet tot het programma; er zullen dus geen e -machten en natuurlijke logaritmen voorkomen in het centraal examen.

44. in een concrete situatie transformaties uitvoeren en die interpreteren in relatie met de context.
45. vergelijkingen oplossen van het type $x^n = c$, waarbij c een constante is.
46. vergelijkingen oplossen van het type ${}^n\log x = c$, waarbij c een constante is.
47. vergelijkingen oplossen van het type $a^x = c$, waarbij c een constante is.
48. logaritmen met een willekeurig grondtal omrekenen naar logaritmen met het grondtal 10.

Subdomein: Vergelijkingen en ongelijkheden

De kandidaat kan

49. een grafische voorstelling maken van vergelijkingen van het type $ax + by = c$.
50. een stelsel van twee lineaire vergelijkingen met twee onbekenden oplossen.
51. een algoritme gebruiken voor het oplossen van tweedegraads vergelijkingen.
52. vergelijkingen oplossen van de vorm $f(x) + c = d$, $f(x + c) = d$, $c \cdot f(x) = d$ en $f(c \cdot x) = d$, met c en d constanten en f een standaardfunctie.
53. in concrete gevallen de snijpunten van grafieken numeriek benaderen.
54. ongelijkheden oplossen met behulp van grafieken.
55. de oplossingen van (stelsels) vergelijkingen en ongelijkheden interpreteren in relatie met de context.

Subdomein: Afgeleide functies

De kandidaat kan

56. het differentiaalquotient gebruiken als maat voor de lokale verandering van een functie en als richtingscoëfficiënt van de raaklijn.
57. de helling in een punt numeriek-grafisch benaderen als de functie gegeven is door een formule.
58. de afgeleide functie gebruiken om een functiewaarde te benaderen (1e graads benadering).
59. de afgeleide functie gebruiken voor het bestuderen van het veranderingsgedrag van een functie, ook in concrete situaties.
60. de diverse notaties voor de afgeleide functie $f'(x)$, $\frac{dy}{dx}$, $\frac{d}{dx}f(x)$, $\frac{dK}{dq}$, $\frac{ds}{dt}$ herkennen en gebruiken.
61. de afgeleide functie gebruiken bij het verifiëren van extreme waarden van een functie.
62. de afgeleide functie bepalen van veeltermfuncties.
63. in concrete gevallen binnen een context de afgeleide functie gebruiken bij het bepalen van een optimale situatie.

Subdomein: Periodieke functies

De kandidaat kan

- ~~64. de kenmerkende eigenschappen noemen van de grafieken van de functies $f(x) = \sin x$ en $f(x) = \cos x$.~~
65. graden omrekenen in radialen en omgekeerd.
66. de cirkelbeweging en de harmonische beweging in verband brengen met goniometrische functies.
67. de begrippen schommeling en trend hanteren.
68. de grafiek tekenen van functies van de vorm $f(x) = a \cdot \sin b(x+c) + d$ en $f(x) = a \cdot \cos b(x+c) + d$.

- 69. in concrete situaties vergelijkingen oplossen van het type $f(x) = k$, met k een constante en f een functie als hierboven genoemd.
- 70. in concrete situaties de periodiciteit gebruiken bij het vinden van alle oplossingen in een gegeven interval.
- 71. bij een gegeven sinusoïde het bijbehorend functievoorschrift opstellen.
- 72. gebruik maken van de begrippen amplitude, evenwichtstand, faseverschil en frequentie bij het beschrijven van een periodiek verschijnsel.
- 73. een periodiek verschijnsel beschrijven door een geschikte goniometrische functie.

Domein F: Kansrekening en statistiek

Subdomein: Rekenen met kansen

De kandidaat kan

- ~~74. kansexperimenten vertalen in het trekken van balletjes uit een vaas en daarbij onderscheid maken tussen trekken met terugleggen en trekken zonder terugleggen, in het laatste geval al dan niet lettend op de volgorde.~~
- ~~75. kansen berekenen in eenvoudige kansmodellen door gebruik te maken van de somregel, productregel en complementregel.~~

Subdomein: Binomiale verdeling

De kandidaat kan

- ~~76. een binomiaal kansexperiment vertalen in een toevalswandeling langs de lijnen van een rooster.~~
- ~~77. de binomiale verdeling gebruiken bij het trekken van steekproeven uit relatief grote populaties.~~
- ~~78. rekenen met cumulatieve kansen.~~
- ~~79. kansen berekenen door gebruik te maken van tabellen voor cumulatieve binomiale kansverdelingen of de rekenmachine.~~

Subdomein: Normale verdeling

De kandidaat kan

- ~~80. de normale verdeling gebruiken als continu model bij klokvormige frequentieverdelingen.~~
- ~~81. het gemiddelde en de standaardafwijking gebruiken als karakteristieken van de normale verdeling.~~
- ~~82. de twee vuistregels gebruiken om uitspraken te doen over het percentage dat afwijkt van het gemiddelde in relatie tot 1 of 2 keer de standaardafwijking.~~
- ~~83. een normale verdeling vertalen naar de standaard normale verdeling met gemiddelde 0 en standaardafwijking 1.~~
- ~~84. bij berekeningen de standaardnormale tabel gebruiken of een overeenkomstige functie op de rekenmachine.~~

Domein G: Ruimte meetkunde 2

Subdomein: Onderlinge ligging van punten, lijnen, vlakken in concrete situaties

De kandidaat kan

- ~~85. lijnstukken berekenen met behulp van evenredigheden.~~

- ~~86. argumenteren door gebruik te maken van incidentie-relaties:

 - punt ligt op lijn, punt ligt in vlak;
 - twee lijnen kruisen elkaar, snijden elkaar of zijn parallel;
 - lijn snijdt vlak, is parallel met vlak of ligt in vlak;
 - twee vlakken snijden elkaar of zijn parallel.~~
- ~~87. constructies uitvoeren door gebruik te maken van argumenten betreffende incidentie-relaties.~~
- ~~88. gebruik maken van rechthoekige coördinaten in de ruimte.~~
- ~~89. snijpunten van lijnen en vlakken bepalen door gebruik te maken van argumenten betreffende incidentie-relaties, dan wel rechthoekige coördinaten.~~

Subdomein: Afstanden en hoeken in concrete situaties

De kandidaat kan

- ~~90. goniometrische berekeningen in een driehoek uitvoeren.~~
- ~~91. de stelling van Pythagoras en de cosinusregel gebruiken bij berekeningen.~~
- ~~92. in eenvoudige situaties de afstand tussen twee objecten in de ruimte aangeven en berekenen.~~
- ~~93. de hoek aangeven en berekenen tussen: twee lijnen; een lijn en een horizontaal vlak; twee vlakken, waarvan een vlak horizontaal is. in eenvoudige gevallen bij een hoekberekening zonodig door draaiing een vlak in horizontale stand brengen.~~

Domein H: Toegepaste analyse 2

Subdomein: Afgeleide functies 2

De kandidaat kan

- ~~94. de afgeleide bepalen van twee typen standaardfuncties: machtsfuncties en goniometrische functies~~
- ~~95. het verband aangeven tussen de afgeleide van $y = f(x)$ en de afgeleide van $y = f(x) + c$, $y = f(x + c)$, $y = c \cdot f(x)$ en $y = f(c \cdot x)$.~~
- ~~96. voor het bepalen van de afgeleide functie de som-, verschil- en/of productregel gebruiken.~~
- ~~97. de kettingregel gebruiken bij het bepalen van de afgeleide van enkelvoudig-samengestelde functies~~
- ~~98. in concrete gevallen binnen een context de afgeleide functie gebruiken bij het bepalen van een optimale situatie.~~

Subdomein: Periodieke functies 2

De kandidaat kan

- ~~99. goniometrische functies grafisch optellen in verband met het samenstellen van trillingen.~~
- ~~100. gegeven formules gebruiken om bijvoorbeeld het effect van zo'n optelling te verklaren.~~
- ~~101. de eigenschappen $\sin^2 x + \cos^2 x = 1$ en $\frac{\sin x}{\cos x} = \tan x$ gebruiken bij het werken met goniometrische formules.~~
- ~~102. de afgeleide bepalen van de functies $f(x) = \sin x$ en $f(x) = \cos x$.~~
- ~~103. optimaliseringsproblemen oplossen die aanleiding geven tot het gebruik van goniometrische functies.~~

Subdomein: Exponenten en logaritmen

De kandidaat kan

~~104. de kenmerkende eigenschappen noemen van exponentiële en logaritmische functies met grondtal e .~~

~~105. de afgeleide bepalen van exponentiële en logaritmische functies.~~

106. de eigenschappen $a^p \cdot a^q = a^{p+q}$ en $(a^p)^q = a^{pq}$ gebruiken in relatie met grafieken van exponentiële functies.

107. de eigenschappen ${}^g\log ab = {}^g\log a + {}^g\log b$ en ${}^g\log a^p = p \cdot {}^g\log a$.

Bijlage 3

Inhoudsopgave syllabus CEVO voor het centraal examen

1. Inleiding
 2. Specificatie van de globale eindtermen voor het centraal examen
 3. Algebraïsche kennis, vaardigheden en inzicht
- Bijlage Examenprogramma wiskunde B havo

Bijlage 4

Overzichtslijst algebraïsche kennis, vaardigheden en inzicht

De kruisjes geven aan welke algebraïsche basisvaardigheden leerlingen voor het CE moeten beheersen en wat in het CE getoetst zal worden. De lijst is niet bedoeld als 'afstreeplijst', maar als hulpmiddel dat voorbeelden geeft van algebraïsche vaardigheden die de leerlingen moeten aanleren en onderhouden.

De lijst is gebaseerd op de syllabus van de CEVO (zie ook bijlage 3). Voor uitgebreide voorbeelden en opgaven van de algebraïsche vaardigheden verwijzen we dan ook naar deze syllabus, waarin bij de onderstaande categorieën voorbeelden worden gegeven waaruit af te lezen valt welke vaardigheden van leerlingen worden verwacht.

Het onderscheid tussen kennis, vaardigheden en inzicht is 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.

De laatste categorie, Inzicht: strategieën en redeneringen, is moeilijk toetsbaar in een centraal schriftelijk examen. Het schoolexamen dient aan de ontwikkeling van inzichtelijk redeneren ruim aandacht te besteden.

Bij de onderstaande kennisopsomming, waarbij een onderscheid wordt gemaakt tussen wiskunde A en B om het verschil in beheersingsniveau te illustreren, geldt zeker dat een deel (wellicht alleen in zijn grondvorm) bekend verondersteld moet worden vanuit de onderbouw. Denk bijvoorbeeld maar aan de voorrangsregels en het werken met haakjes.

Op de plaats van de A, B en C kunnen getallen of variabelen maar ook eenvoudige vormen, bijvoorbeeld van het type $ax + b$ of $\frac{a}{x} + b$, worden geplaatst. De regels kunnen zowel van links naar rechts als van rechts naar links worden uitgevoerd.

Kennis		hA	hB
A. Breukvormen	1. $\frac{1}{A} + \frac{1}{B} = \frac{A+B}{AB}$		X
	2. $\frac{1}{A} + 1 = \frac{A+1}{A}$		X
	3. $\frac{A}{B} + \frac{C}{D} = \frac{AD+BC}{BD}$		X
	4. $A \cdot \frac{B}{C} = \frac{A \cdot B}{C} = \frac{A}{C} \cdot B = A \cdot B \cdot \frac{1}{C}$	X	X
	5. $\frac{A}{B} \cdot \frac{C}{D} = \frac{A \cdot C}{B \cdot D}$	X	X
	6. $\frac{A}{\frac{B}{C}} = A \cdot \frac{C}{B} = \frac{A \cdot C}{B}$		X

B. Wortelvormen	<ol style="list-style-type: none"> $\sqrt{A \cdot B} = \sqrt{A} \cdot \sqrt{B}$ $\sqrt{\frac{A}{B}} = \frac{\sqrt{A}}{\sqrt{B}}$ $\sqrt{A} + B = C \rightarrow A = (C - B)^2$ 		X X X
C. Bijzondere producten	<ol style="list-style-type: none"> $(A \pm B)^2 = A^2 \pm 2AB + B^2$ $(A + B)(A - B) = A^2 - B^2$ $(A \pm B)(C \pm D) = AC \pm AD \pm BC \pm BD$ 		X ² X X
D. Exponenten en logaritmen	<ol style="list-style-type: none"> Machtsregels kennen Regels voor logaritmen kennen 		X X
E. Goniometrie	$\sin^2 x + \cos^2 x = 1$ $\sin(-x) = -\sin x$ $\cos(-x) = \cos x$		X X X

Vaardigheden		hA	hB
F. Omwerken van formules	<ol style="list-style-type: none"> Omwerken van expressies Substitutie van expressies in expressies Complexere delen van een expressie vervangen door een enkelvoudige 'plaatsvervanger' en daarmee verder werken 		X X X
G. Vergelijkingen oplossen met behulp van algemene vormen	<ol style="list-style-type: none"> $A \cdot B = 0 \rightarrow A = 0$ of $B = 0$ $A \cdot B = A \cdot C \rightarrow A = 0$ of $B = C$ $\frac{A}{B} = C \Leftrightarrow A = B \cdot C$ met $B \neq 0$ $\frac{A}{B} = \frac{C}{D} \Leftrightarrow A \cdot D = B \cdot C$ met $B, D \neq 0$ $A^2 = B^2 \Leftrightarrow A = B$ of $A = -B$ 		X X X X X
H. Vergelijkingen met polynomen oplossen via standaardalgoritmen	<ol style="list-style-type: none"> Eerstegraadsvergelijkingen Tweedegraadsvergelijkingen 	X	X X
I. Ongelijkheden van het type $f(x) \leq g(x)$	<ol style="list-style-type: none"> Indien mogelijk $f(x) = g(x)$ exact en verder grafisch 		X

Inzicht: strategieën en redeneringen		hA	hB
J. Algebraïsch redeneren	<ol style="list-style-type: none"> Kwalitatief redeneren aan de hand van een gegeven expressie (zoals: getransformeerde standaardfuncties als zodanig herkennen en daarmee vanuit de kenmerkende karakteristieken redeneren ipv. rekenen) het doorzien van de structuur van een formule 		X X

² voor het CE bijzondere producten alleen vlnr (haakjes wegwerken), voor SE indien gewenst ook vnl

Bijlage 5

Webadressen

Internet is in de loop van de tijd een grote bron van informatie geworden, die tegenwoordig vrijwel onmisbaar is voor docenten (en leerlingen). Op diverse websites kunt u veel vinden wat in het onderwijs gebruikt kan worden, vooral 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 is. 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
http://www.nvfw.nl	Nederlandse vereniging voor wiskunde leraren
http://www.digischool.nl/wi	Wiskundelokaal van de digitale school
http://www.digischool.nl/wi/community	Vakcommunity wiskunde
http://www.wiskundeonderwijs.nl	Wiskundeonderwijs webwijzer
http://www.fi.uu.nl/wiskids	Wiskids
http://www.ctwo.nl	Commissie toekomst wiskunde onderwijs
http://www.slo.nl	SLO
http://www.cevo.nl	CEVO
http://www.cito.nl	CITO
http://www.fi.uu.nl	Freudenthal Instituut
http://www.aps.nl	APS
http://www.tweedefase-loket.nl	Tweede Fase Adviespunt
http://www.minocw.nl	Ministerie van Onderwijs, Cultuur, Wetenschap

B - Wiskunde methoden

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

C - Algemene informatie wiskunde

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

D - Wiskundehulp voor leerlingen

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

E - Praktische opdrachten

Website	Korte omschrijving
http://www.digischool.nl/wi → bronnen voor werkstukken	Database van de digitale school
http://www.stepnet.nl → opdrachten	Stepnet
http://www.rug.nl/fwn → informatie voor scholieren)	Bètasteunpunt van de RuG en Hanzehogeschool
http://www.math4all.nl → praktische opdrachten	Stichting Math4all
http://www.fi.uu.nl/wisbdag	Wiskunde B-dag
http://www.math.ru.nl/kangoeroe	Europese Wiskunde Kangoeroe
http://www.kennisnet.nl	Kennisnet
http://www.scholieren.com/werkstukken	Werkstukken van leerlingen
http://www.collegenet.nl	Huiswerk hulpsite werkstukken

F - Profielwerkstukken

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

G - Wiskunde en ICT

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

H - Wiskunde toetsen

Website	Korte omschrijving
http://www.wisbase.nl	Toetsenbank
http://www.wisster.nl	Toetsprogramma
http://webserv.nhl.nl/~kamma	Informatie over het toetsprogramma Maple
http://toetswijzer.kennisnet.nl	Toetswijzer Kennisnet

I - Hogescholen en universiteiten

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

