



# **Toelichtingsdocument conceptexamenprogramma's**

**WISKUNDE HAVO EN VWO**



# Toelichtings- document

Conceptexamenprogramma's  
wiskunde maatschappij &  
wiskunde natuur  
voor havo - vwo

September 2024

**slo**



een doordacht curriculum  
dat doen we *samen*

## Verantwoording



### 2024 SLO, Amersfoort

Mits de bron wordt vermeld, is het toegestaan zonder voorafgaande toestemming van de uitgever deze uitgave geheel of gedeeltelijk te kopiëren en/of verspreiden en om afgeleid materiaal te maken dat op deze uitgave is gebaseerd.

### Auteurs

Johan Brons en Jos Tolboom

### Met dank aan

De vakvernieuwingscommissie en de advieskring wiskunde havo en vwo

### Informatie

SLO  
Postbus 502, 3800 AM Amersfoort  
Telefoon (033) 4840 840  
Internet: [www.slo.nl](http://www.slo.nl)  
E-mail: [info@slo.nl](mailto:info@slo.nl)

**AN 3.8055.003**

# Inhoudsopgave

<b>1. Inleiding</b>	<b>5</b>
1.1 Functie van de examenprogramma's	5
1.2 Uitwerking van de examenprogramma's	7
1.3 Uitwerking van de syllabi	8
1.4 Kwaliteit van onderwijs in de school	8
<b>2. Inhoudelijke toelichting</b>	<b>9</b>
2.1 Vakspecifieke uitdagingen actualisatie examenprogramma's	9
2.1.1 Maatschappelijke uitdagingen	9
2.1.2 Curriculaire uitdagingen	10
2.2 Toelichting op conceptexamenprogramma's	12
2.2.1 Wat is een karakteristiek en een raamwerk?	12
2.2.2 Historische ontwikkeling	13
2.2.3 Keuzes in inhoud en opbouw	15
2.2.4 Doorlopende leerlijn onderbouw-bovenbouw vo	28
2.2.5 Kern van het vak en uitvoerbaarheid	29
2.2.6 Aandacht voor doeldomeinen	35
2.2.7 Samenhang tussen vakken	37
2.3 Toelichting op concepteindtermen	39
2.3.1 Differentiatie schoolsoorten en examenprogramma's	40
2.3.2 Aandacht voor beheersing en ervaringen	41
2.3.3 Aandacht voor kennis en vaardigheden	41
2.3.4 Aandacht voor geletterdheid	42
2.3.5 Aandacht voor burgerschap	42
2.3.6 Aandacht voor digitale geletterdheid	43
2.3.7 Aandacht voor diversiteit en inclusiviteit	45
2.3.8 Aandacht voor oriëntatie op jezelf, studie en beroep	46
2.4 Toelichting op SE-CE-verdeling en wijzen van afsluiting	47
2.4.1 Uitgangspunten vanuit bedoeling, inhoud en omvang	47
2.4.2 Voorstel	51
2.4.3 Adviezen over passende wijzen van afsluiting	53
<b>3. Proces</b>	<b>54</b>
3.1 Inrichting van de actualisatie	54
3.1.1 Samenstelling vakvernieuwingscommissie	54
3.1.2 Advieskring	55
3.1.3 Leerlingbetrokkenheid	55
3.1.4 Kwaliteitsmonitoring	57
3.1.5 Expertpoule	58
3.1.6 Redactie	58
3.2 Vakspecifiek verloop van de actualisatie	59

<b>4. Conclusies, adviezen en vervolg</b>	<b>65</b>
4.1 Maatschappelijke en curriculaire uitdagingen	65
4.2 Adviezen vanuit vakspecifieke werkopdracht	67
4.3 Vergelijking huidige en conceptexamenprogramma's	69
4.3.1 Wiskunde maatschappij	69
4.3.2 Wiskunde natuur	70
4.3.3 Samenvatting	72
4.4 Kerndoelen, examenprogramma's en het referentiekader	73
4.5 Fase van beproeven	74
4.5.1 Ontwikkelen van conceptsyllabi	74
4.5.2 Beproeven van de conceptexamenprogramma's	75
4.5.3 Opleveren van handreikingen	76
4.5.4 Adviezen ten aanzien van de fase van beproeven	76
<b>5. Referenties</b>	<b>79</b>
<b>Bijlage 1: doorlopende leerlijn onderbouw-bovenbouw vo</b>	<b>86</b>
<b>Bijlage 2: vergelijking examenprogramma's: huidig-nieuw</b>	<b>87</b>
2.1 Vergelijking conceptexamenprogramma's vmbo	87
2.2 Vergelijking conceptexamenprogramma's havo-vwo	88
<b>Bijlage 3: samenstelling vakvernieuwingscommissie</b>	<b>93</b>
<b>Bijlage 4: samenstelling advieskring</b>	<b>94</b>
<b>Bijlage 5: geraadpleegde vakexperts</b>	<b>95</b>
<b>Bijlage 6: rekenen, algebra, vergelijkingen en functies per examenprogramma</b>	<b>96</b>
<b>Bijlage 7: ontwerpruimte naar wiskundige inhoud (concepten)</b>	<b>100</b>
<b>Bijlage 8: overzicht eindtermen per conceptexamenprogramma</b>	<b>102</b>

# 1. Inleiding

Examenprogramma's en het Referentiekader Taal en Rekenen gelden als het landelijk curriculum voor de bovenbouw van het voortgezet onderwijs (vo) en het voortgezet speciaal onderwijs (vso).

Het ministerie van OCW gaf SLO in oktober 2021 [opdracht](#) om examenprogramma's te actualiseren voor de vakken Nederlands, moderne vreemde talen, maatschappijleer, wiskunde havo-vwo en de natuurwetenschappelijke vakken. Daarnaast brengt SLO advies uit over de toekomst van het Referentiekader Taal en Rekenen. Zomer 2022 startten de vakvernieuwingscommissies voor bovengenoemde vakken. In januari 2023 startte de actualisatie van de examenprogramma's Fries en klassieke talen, vanwege de verwantschap met Nederlands en moderne vreemde talen. De actualisatie betreft de examenprogramma's voor vmbo, havo en vwo.

## 1.1 Functie van de examenprogramma's

In de bovenbouw vo doen leerlingen eindexamen ter afsluiting van hun onderwijs op vmbo, havo of vwo. Leerlingen doen examen in meerdere vakken en programmaonderdelen. Voor elk vak beschrijven examenprogramma's in zogenoemde eindtermen wat er aan het einde van het vo bereikt moet zijn om het vak met succes af te ronden.

Hoewel het een bewuste keuzes was om de huidige eindtermen globaal te formuleren, bieden ze leraren, schoolleiders en andere direct betrokkenen te weinig houvast om onderwijs en toetsing vorm te geven. De beschreven inhouden en globale formulering waren de aanleiding tot de actualisatie van examenprogramma's.

De nieuwe generatie examenprogramma's is concreter geformuleerd. De eindtermen beschrijven doelstellingen die kennis, vaardigheden en houdingen bevatten die leerlingen aan het einde van de bovenbouw vo minimaal bereikt moten hebben. In tegenstelling tot de vorige generatie gaat het hierbij om zowel beheersings- als ervaringsdoelen. Examenprogramma's bevatten:

- een karakteristiek die de visie op en de positie van het vak in de bovenbouw vo beschrijft;
- een set van eindtermen bestaande uit doelzin en uitwerking, geordend in (sub)domeinen;

- voor vakken met een centraal en schoolexamen: de verdeling van inhouden over het centraal en het schoolexamen;
- een begrippenlijst met belangrijke vakspecifieke begrippen.

Examenprogramma's gelden als de wettelijke opdracht voor elke school in de bovenbouw vo, vastgesteld door de overheid. Ze dragen bij aan een breed, inclusief en gevarieerd curriculum. Ze geven richting en bieden kaders voor verdere uitwerking naar onderwijs- en toetsprogramma's. De examenprogramma's zijn zodanig opgebouwd en geformuleerd dat leraren, schoolleiders en bestuurders ruimte behouden voor een eigen schoolvisie en zelf accenten kunnen leggen op basis van de leerlingpopulatie of identiteit. Examenprogramma's fungeren daarmee – net als kerndoelen – als instrument voor curriculum- en onderwijsontwikkeling. Ze zijn onderdeel van de eigen kwaliteitszorg voor scholen.

Geactualiseerde examenprogramma's hebben op hoofdlijnen drie kenmerken:

❑ **Een ambitieus curriculum**

Een ambitieus curriculum legt de basis voor rijk onderwijs aan alle leerlingen en vergroot gelijke kansen voor leerlingen. Dat krijgt in de examenprogramma's vorm door de keuze van inhouden, de perspectieven op die inhouden en de formulering ervan. Ook wordt recht gedaan aan de diversiteit in de samenleving. Voor elke schoolsoort en leerweg ligt de lat hoog, zonder verschillen tussen leerlingen uit het oog te verliezen. Afstemming vanuit de onderbouw vo en met vervolgonderwijs is een belangrijk uitgangspunt. Ook de afstemming tussen schoolsoorten en leerwegen wordt meegewogen.

❑ **Een betekenisvol curriculum**

Betekenisvol onderwijs betekent dat het onderwijs een brede opdracht heeft. De examenprogramma's weerspiegelen dat de inhouden gericht zijn op kwalificatie, socialisatie en persoonsvorming. Geactualiseerde examenprogramma's bestaan uit doelstellingen die kennis, vaardigheden en houdingen beschrijven. Deze zijn zo beschreven dat de samenhang duidelijk zichtbaar is, zodat het onderwijs betekenisvol kan worden aangeboden. Goede beheersing van taal- en reken-/wiskundevaardigheden in alle (relevante) vakken naast Nederlands en wiskunde, zijn een belangrijk uitgangspunt. Loopbaancompetenties worden in ieder examenprogramma met vakinhouden verbonden.

#### □ **Een afsluitbaar curriculum**

Een goede afstemming tussen curriculum en toetsing is cruciaal. De examenprogramma's doen recht aan de eigenstandige, gelijkwaardige en complementaire positie van zowel schoolexamen (SE) als centraal examen (CE) in de diplomabeslissing. De wijze van afsluiting past bij de visie op en inhouden van de examenprogramma's in de verschillende schoolsoorten en leerwegen. Voor de gewenste afstemming tussen bedoeling en inhouden van examenprogramma's en centrale examinering, kan onderscheid worden gemaakt tussen de gewenste uitwerking van SE-CE over 8-10 jaar en de eerste stap daar naartoe (3-5 jaar).

### **1.2 Uitwerking van de examenprogramma's**

De huidige examenprogramma's verschillen zeer in hoe de eindtermen zijn geformuleerd en hoeveel het er zijn. De geactualiseerde examenprogramma's zijn qua architectuur, omvang en mate van concreetheid veel meer gelijk.

De examenprogramma's zijn bovendien voor vmbo, havo en vwo gelijktijdig ontwikkeld. Daarmee wordt een soepele overstap tussen schoolsoorten en leerwegen gefaciliteerd. Bij de uitwerking is kritisch bekeken in hoeverre inhouden in alle schoolsoorten en leerwegen passend zijn voor de leerlingen. Ook is bekeken in hoeverre ze aansluiten bij wat nodig is voor verschillende uitstroomrichtingen in het vervolgonderwijs.

Doordat ook de kerndoelen onderbouw vo zijn/worden geactualiseerd, wordt er gewerkt aan een doorlopende leerlijn van de onderbouw vo naar de bovenbouw vo. Daarbij worden zowel de inhouden afgestemd als de wijze van formuleren en de terminologie. Kerndoelen en eindtermen worden dus op dezelfde manier geformuleerd.

Met concretere examenprogramma's per vak per schoolsoort/leerweg wordt de opdracht aan de school scherper geformuleerd. Ook wordt duidelijk omschreven wat iedere leerling aan het einde van de bovenbouw vo moet kennen en kunnen. Dat heeft tot positief gevolg dat de eindtermen die worden getoetst in zowel het CE als SE, beter worden gedefinieerd en afgebakend. Dit biedt leraren meer houvast om onderwijs en toetsing in de bovenbouw te ontwerpen.

De concreetheid van de eindtermen ligt tussen de huidige eindtermen en het Referentiekader Taal en Rekenen in. Ze bevatten een bondige doelzin, vergelijkbaar met een huidige eindterm. Ook bevatten ze een uitwerking die begint met: 'Het gaat hierbij om'. Tegelijkertijd zijn de eindtermen niet te gedetailleerd geformuleerd. Zo bieden ze nog steeds de ruimte voor hoge(re)



ambities en keuzes van scholen. Door beter te omschrijven wat wordt verwacht, ontstaat een beter beeld van wat binnen een vak 'moet' worden aangeboden, en van de totale onderwijsopdracht. Dat creëert ruimte voor eigen keuzes of verbindingen tussen vakken.

### **1.3 Uitwerking van de syllabi**

Voor vakken met een CE ontwikkelen syllabuscommissies onder regie van het College voor Toetsen en Examens (CvTE) syllabi. Daarin worden eindtermen die in het CE worden getoetst waar nodig nader gespecificeerd. Net als de huidige examenprogramma's verschillen ook de huidige syllabi zeer in mate van gedetailleerdheid van specificaties. De (te ontwikkelen) geactualiseerde syllabi bouwen voort op de architectuur van de eindtermen. Qua omvang en mate van concreetheid zijn ze dus veel meer gelijk.

### **1.4 Kwaliteit van onderwijs in de school**

Geactualiseerde examenprogramma's en syllabi zijn een belangrijke voorwaarde, maar ze zijn geen garantie op goed onderwijs en valide toetsing. De werkelijke kwaliteit van het onderwijs ontstaat in de school en in de klas. Een goede vertaalslag van doelen naar passende onderwijsactiviteiten, didactiek en toetsing is essentieel. De rol van leraren, schoolleiders en andere betrokkenen in de school is hierbij cruciaal. Didactiek, leermiddelen en toetsen zijn instrumenten in handen van leraren die deze met kennis van zaken toepassen in de praktijk. Een sterk curriculum krijgt verdieping door de pedagogische en didactische kwaliteiten van leraren. Zij weten waar hun leerlingen staan, wat zij nodig hebben om de leerdoelen te bereiken en welke aanpak effectief is.

Om leraren en scholen daarin te ondersteunen, zijn – naast examenprogramma's en syllabi – ook adequate handreikingen voor onderwijs- en toetsprogramma nodig. Deze zijn weliswaar niet wettelijk vastgelegd, maar bieden wel het passende concretiseringsniveau voor een vertaling naar en uitwerking van het landelijk curriculum. Niet alleen belangrijk voor leraren en schoolleiders, maar ook voor educatieve uitgeverijen, toetsontwikkelaars en andere onderwijsprofessionals.

## 2. Inhoudelijke toelichting

In dit hoofdstuk wordt een toelichting gegeven op de inhoudelijke keuzes die ten grondslag liggen aan de conceptexamenprogramma's wiskunde voor havo en vwo. De toelichting is opgezet op basis van de onderdelen waaruit een conceptexamenprogramma bestaat: de karakteristiek, het raamwerk, de concepteindtermen, voor vakken met een SE en CE een verdeling van inhouden over SE en CE, en de begrippenlijst.

### 2.1 Vakspecifieke uitdagingen actualisatie examenprogramma's

Conform het advies over de vakkenstructuur wiskunde (Werkgroep vakkenstructuur wiskunde, 2022), is de vakvernieuwingscommissie uitgegaan van de opdracht om twee wiskundevakken te ontwerpen: wiskunde maatschappij voor de profielen C&M en E&M en wiskunde natuur voor de profielen N&G en N&T. Voor elk profiel zijn er examenprogramma's met een deel-geheelontwerp: wiskunde maatschappij - C&M is een deel van wiskunde maatschappij - E&M, en wiskunde - N&G is een deel van wiskunde - N&T.<sup>1</sup>

Voor wiskunde zijn een aantal uitdagingen beschreven in de [Startnotitie Wiskunde](#) (Tolboom en Hendrikse, 2022) en in het onderzoek naar het functioneren van de huidige vakkenstructuur van wiskunde A, B, C en D (Caspers et al., 2022). De maatschappelijke en curriculaire uitdagingen zijn grotendeels met elkaar verweven, bijvoorbeeld over burgerschap, probleemaanpakken en omgaan met data, en betreffen daarom zowel wiskunde maatschappij als wiskunde natuur. Daarom spreken we van wiskunde in het algemeen, verbijzonderen we vervolgens de vakken wiskunde maatschappij en wiskunde natuur, om tot slot de verschillen tussen de examenprogramma's per profiel te bespreken.

#### 2.1.1 Maatschappelijke uitdagingen

Uit de startnotie volgen twee uitdagingen: i) het borgen van gecijferdheid en bewerkstelligen van kansengelijkheid, en ii) het omgaan met digitale technologieën: datatoepassingen, digitaal wiskundig gereedschap, en computationeel denken.

---

<sup>1</sup> In de tekst gebruiken we 'wiskunde' voor wiskunde maatschappij en wiskunde natuur. 'Wiskunde maatschappij' gebruiken we voor de programma's voor C&M en E&M en 'wiskunde natuur' voor de programma's voor N&G en N&T.

### *Gecijferdheid en kansengelijkheid*

In alle schoolsoorten en leerwegen is het van belang dat leerlingen een voldoende niveau van gecijferdheid behouden of bereiken. Gecijferdheid bestaat uit het kennen van relevante wiskundige concepten en daarmee kunnen werken (Bron et al., 2020). Gecijferdheid is een voorwaarde voor vaardigheden in algebra, omgaan met data (datageletterdheid), en formules. In de conceptexamenprogramma's heeft de vakvernieuwingscommissie de accenten van deze onderdelen per profiel uitgewerkt.

Een voldoende mate van gecijferdheid draagt bij aan kansengelijkheid in vervolgopleiding en bij maatschappelijk functioneren. Daarnaast is het belangrijk dat leerlingen in probleemsituaties buiten het vak wiskunde, binnen het eigen profiel weten wanneer en hoe ze wiskunde kunnen gebruiken. Hiermee krijgt elke leerling een kans om zich te ontwikkelen en met de juiste wiskundige bagage aan een vervolgopleiding te beginnen. Zo is het voor leerlingen die bèta-opleidingen gaan volgen belangrijk dat ze een stevige algebraïsche vaardigheid meekrijgen om hun opleiding met goed gevolg af te ronden. Het thema kansengelijkheid lichten we toe in paragraaf 2.3.7 over diversiteit en inclusiviteit.

### *Omgaan met digitale technologieën en computationeel denken*

Digitale technologieën veranderen de wereld en de wiskunde. Wiskunde is een aanjager van digitaal-technologische ontwikkelingen en digitaal wiskundig gereedschap draagt bij aan het leren van wiskunde.

In de startnotitie komen een aantal technologische ontwikkelingen aan bod: i) werken met data en statistiek, ii) gebruik maken van de rekenkracht van ICT (digitaal wiskundig gereedschap) en iii) de toename van digitale toepassingen in de maatschappij en wat dit vraagt aan digitale geletterdheid. Deze ontwikkelingen vragen aandacht voor computationeel denken, wat inhoudt dat de leerling zich bewust is van de mogelijkheden die ICT biedt voor het oplossen van problemen en hiervan gebruik maakt.

#### **2.1.2 Curriculaire uitdagingen**

Een curriculaire uitdaging is het geven van een invulling aan een vernieuwde vakkenstructuur. Het ontwerp van wiskunde maatschappij en wiskunde natuur is een uitwerking van het advies vakkenstructuur (Werkgroep vakkenstructuur wiskunde, 2022). Dit advies volgde op het onderzoek van Caspers, et al. (2021) naar knelpunten bij de huidige wiskundevakken A, B, C en D. Deze studie gaat in op structuurknelpunten zoals de kleine leerlingaantallen bij wiskunde C (en soms ook bij wiskunde B) en het feit dat leerlingen met het profiel N&G een gemengde groep vormen die wiskunde A of B volgen. Daarnaast maakt deze

studie inhoudelijke knelpunten zichtbaar: de motivatie van leerlingen is veelal onvoldoende en de samenhang met andere vakken ontbreekt.

Binnen de twee wiskundevakken volgt de vakvernieuwingscommissie het advies vakkenstructuur over een typering van de te ontwerpen conceptexamenprogramma's:

- Wiskunde maatschappij - C&M: leerlingen gebruiken wiskunde met veel aandacht voor praktische toepassingen in herkenbare situaties. Vanwege de beperkte ontwerpruimte vraagt dit examenprogramma om een strakke en duidelijke inhoudelijke prioritering.
- Wiskunde maatschappij - E&M: leerlingen worden praktisch algebraïsch vaardig en combineren dit met conceptueel inzicht. Ze werken toepassingsgericht en besteden veel aandacht aan analyse van data, kansen en onzekerheid.
- Wiskunde natuur - N&G: leerlingen zijn sterk algebraïsch vaardig en ontwikkelen een hoog abstractievermogen. Er is aandacht voor hoe wiskundige concepten gebruikt en ontwikkeld worden voor natuurwetenschappelijke toepassingen en onderzoek.
- Wiskunde natuur - N&T: ten opzichte van wiskunde natuur - N&G is er een extra deel meetkunde. Met de analytische aard van deze meetkunde ontwikkelen leerlingen extra algebraïsche vaardigheden.

Overige curriculaire uitdagingen zijn verbetering van motivatie van leerlingen, een betere samenhang met andere schoolvakken en doorlopende leerlijnen van po tot aan vervolgopleiding, met aandacht voor overstap tussen vmbo, havo en vwo.

De laatste curriculaire uitdaging die we hier beschrijven ligt in de rol en wijze van toetsing. Het huidige systeem van toetsing is rigide in vorm en uitvoering. In de vorm kent het CE technische beperkingen en een noodzakelijke standaardisering. Scholen lijken zich in de praktijk hiernaar te voegen bij de uitvoering van het SE (Wetenschappelijke Curriculumcommissie, 2021). Zowel bij het SE als bij het CE wordt de noodzaak ervaren om wiskundig denken en wiskundig inzicht te toetsen, gebruik van digitaal wiskundig gereedschap beter te integreren in toetsing, en een betere balans te vinden tussen het toetsen van taalvaardigheden en wiskundige vaardigheden. Een onderliggende curriculaire uitdaging is de wens om het SE een meer onderscheidend eigen karakter te geven en daarmee meer complementair te maken aan het CE.

## **2.2 Toelichting op conceptexamenprogramma's**

De conceptexamenprogramma's beginnen met een karakteristiek waarin de visie op en kenmerken van het vak beschreven staan. De karakteristiek is het fundament onder de inhoud, beschreven in eindtermen die zijn geordend in (sub)domeinen. In dit hoofdstuk lees je de verantwoording van de gemaakte keuzes.

### **2.2.1 Wat is een karakteristiek en een raamwerk?**

*Wat is een karakteristiek?*

De karakteristiek is een bondige tekst, waarin op hoofdlijnen staat waar het vak over gaat. Op basis van de karakteristiek maakte de vakvernieuwingscommissie inhoudelijke keuzes voor de eindtermen geordend in het raamwerk.

*Hoe is een karakteristiek opgebouwd?*

De karakteristiek bestaat uit:

- de kenmerken van het vak wiskunde;  
De vakvernieuwingscommissie beschrijft wat het vak kenmerkt. Ook beschrijft de commissie hoe de drie doeldomeinen (kwalificatie, socialisatie en persoonsvorming) een plek krijgen binnen het vak.
- wat wiskunde als schoolvak inhoudt;  
De vakvernieuwingscommissie beschrijft de positie van het vak in de bovenbouw vo. Ook beschrijft de commissie hoe het vak voortbouwt op de onderbouw.
- het schoolvak wiskunde in de schoolsoorten en leerwegen.

De vakvernieuwingscommissie heeft beschreven wat de belangrijkste overeenkomsten en verschillen van de vakken zijn binnen de verschillende schoolsoorten en leerwegen. Ook beschreef de commissie hoe de vakken zich verhoudt tot eventuele verwante vakken.

*Wat is een raamwerk?*

Welke inhoud moet een plek krijgen in de examenprogramma's van het schoolvak wiskunde? En hoe worden die inhoud precies geordend? Om dat inzichtelijk te maken, ontwikkelde de vakvernieuwingscommissie een raamwerk waarin schematisch weergegeven wordt hoe de vakinhoud onderverdeeld worden in domeinen en subdomeinen, waaronder eventuele keuze(sub)domeinen.

*Waarom worden raamwerken gemaakt?*

Het doel van het raamwerk is de inhoud binnen de examenprogramma's te structureren. De raamwerken zorgen voor consistentie in structuur: binnen het

vak zelf, tussen schoolsoorten en tussen verwante vakken. Hierdoor ontstaat een gezamenlijke architectuur voor de examenprogramma's van alle vakken en schoolsoorten.

*Hoe is een raamwerk opgebouwd?*

Het raamwerk is een tabel met per schoolsoort en leerweg de inhouden die aan bod moeten komen, geordend naar domeinen en subdomeinen.

### **2.2.2 Historische ontwikkeling<sup>2</sup>**

Voor vwo waren er tot aan 1985 twee vakken wiskunde: wiskunde I met analyse, kansrekening en statistiek en wiskunde II met lineaire algebra en keuzeonderwerpen. Meetkunde kwam niet voor in beide vakken en kreeg daardoor ook in de onderbouw minder aandacht. De vakken hadden geen overlap en leerlingen konden beide vakken kiezen, zij het dat wiskunde II een aanvulling was op wiskunde I. Voor havo was er een wiskundevak met analyse, vectormeetkunde en kansrekening.

Wiskunde I (vwo) betrof een heterogene groep leerlingen en sloot onvoldoende aan op sociale en economische opleidingen. Wiskunde II, juist bedoeld voor leerlingen die bètastudies gingen volgen, werd niet door vervolgoopleidingen vereist en werd door weinig leerlingen gekozen. Onder andere om deze redenen werden wiskunde A en B voor vwo in 1985 ingevoerd.<sup>3</sup> Wiskunde A betrof inhoudelijke en toegepaste analyse, matrixrekening, waarschijnlijkheidsrekening en statistiek, en automatische gegevensverwerking. Wiskunde B betrof een veel uitgebreidere analyse en synthetische meetkunde. Leerlingen konden kiezen tussen geen, een, of beide wiskundevakken in hun vakkenpakket.

In 1990 werden ook wiskunde A en B voor havo ingevoerd.<sup>4</sup> Wiskunde A betrof tabellen, grafieken, formules, discrete wiskunde (afstanden, grafen en matrices) en statistiek en kansrekening. Wiskunde B betrof analyse met toepassingen op het gebied van natuur en techniek en synthetische meetkunde. Wiskunde was niet verplicht en het kiezen van beide wiskundevakken werd ontmoedigd.

De programma's voor wiskunde A voor havo en vwo kregen in deze vernieuwingsslag een meer algemeen vormend karakter. De leerdoelen legden meer accent op het gebruik van wiskunde in de maatschappij, het oplossen van

---

<sup>2</sup> Voor deze paragraaf hebben we gebruik gemaakt van 'Verandering en behoud. Wijzigingen in wiskundeprogramma's in het Nederlands voortgezet onderwijs, 1864-2020 (Krüger, 2021) en van 'Honderd jaar leerplan wijzigingen' (Groen, 2000) in 'Honderd jaar wiskunde onderwijs (Goffree, et al., 2000).

<sup>3</sup> Herverkaveling Eindexamenprogramma's Wiskunde Een en Twee (HEWET): onderwijsmaterialen beschikbaar op [Platform Wiskunde Nederland: HEWET materialen](#).

<sup>4</sup> HAWEX (Havo Wiskunde EXperiment): onderwijsmaterialen beschikbaar op [Platform Wiskunde Nederland: HAWEX materialen](#).

praktische problemen en het gebruik van wiskundige hulpmiddelen. Vernieuwingen waren vooral gestoeld op de ontwikkeling van rijk voorbeeldmateriaal<sup>5</sup> en minder op een beschrijving van de onderliggende rationale bij wat wiskunde A in diende te houden.

In 1998 (de Tweede Fase) zijn de vier profielen in de bovenbouw van havo en vwo ingevoerd. Een vakontwikkelgroep ontwierp hiertoe examenprogramma's voor elk van de vier profielen in havo en in vwo. In alle programma's was statistiek opgenomen en in wiskunde B1 was Euclidische meetkunde opgenomen. In deze periode is de grafische rekenmachine geïntroduceerd. In tabel 1 staat de omvang van de examenprogramma's per examenprogramma als percentage van de totale studielast. Wiskunde A1 voor havo had geen CE.

	<b>C&amp;M A1</b>	<b>E&amp;M A1,2</b>	<b>N&amp;G B1</b>	<b>N&amp;T B1,2</b>
Havo	5%	8,8%	10%	13,8%
Vwo	7,5%	12,5%	12,5%	15,8%

Tabel 1: Ontwerpruimte examenprogramma's 1998.

In 2007 werden de vakken hernoemd en de omvang van de vakken aangepast (Tabel 2). De algebraïsche vaardigheden in de programma's werden steviger aangezet. Zo werd bijvoorbeeld de meetkunde in wiskunde B analytisch. Daarnaast kregen wiskundige denkactiviteiten meer aandacht en werd het statistiekprogramma herzien.

	<b>C&amp;M C</b>	<b>E&amp;M A</b>	<b>N&amp;G A</b>	<b>N&amp;T B</b>
Havo		10%	10%	11,3%
Vwo	10%	10,8%	10,8%	12,5%

Tabel 2: Ontwerpruimte examenprogramma's 2007.

Vanaf 2007 werkte de Commissie Toekomst WiskundeOnderwijs aan een visiestuk en aan de huidige examenprogramma's (cTWO, 2007, 2012)<sup>6</sup>. Van 2009-2012 zijn de pilots van deze examenprogramma's uitgevoerd (Kuiper et al. 2012). In 2017/18 heeft er een monitoring plaatsgevonden (Penning de Vries et al., 2019a, 2019b).

<sup>5</sup> Zie ook de [Google Leergang Wiskunde](#) op de site van de Nederlandse Vereniging van Wiskundeleraren.

<sup>6</sup> Voorbeeldmateriaal beschikbaar op de site van Platform Wiskunde Nederland: pilotmateriaal 2015 ([divers](#) en [statistiek](#))

### 2.2.3 Keuzes in inhoud en opbouw

In deze paragraaf beschrijven en onderbouwen we het raamwerk van de acht conceptexamenprogramma's. Dit raamwerk is afgestemd met de onderbouw vo en met het vmbo (paragraaf 2.2.4) en gebruiken we om de kern van de acht examenprogramma's weer te geven (sectie 2.2.5). In de conclusie (hoofdstuk 4) gaan we in op de verschillen met de huidige programma's en de implicaties voor de fase van beproeven.

In de karakteristiek bij de examenprogramma's staat de aard van wiskunde als volgt beschreven:

“Wiskunde is er om de wereld te beschrijven, te structureren, te organiseren en te begrijpen. Maatschappelijke en wetenschappelijke vraagstukken geven aanleiding tot het ondernemen van wiskundig werk oftewel wiskundige activiteiten. Bij deze activiteiten worden wiskundige concepten gebruikt, aangescherpt en ontwikkeld. Wiskunde draagt bij aan het analytisch vermogen.”

Deze beschrijving van wiskunde duidt de drie domeinen in het voorliggende raamwerk. Op hoofdlijnen gaan deze domeinen over wiskundige concepten inclusief procedures (domein A), wiskundige activiteiten met probleemaanpakken, modelleren en redeneren (domein B), en wiskundige oriëntatie met onder andere wiskundige denkwijzen, communiceren, en oriëntatie op loopbaan en beroep (domein C). Hieronder bespreken we de subdomeinen.

De domeinen zijn in de praktijk verweven en niet geïsoleerd te beschouwen. Højgaard (2023) beargumenteert met een KOM-bloemmodel (*'KOM flower'*) dat competenties, zoals probleemaanpakken, modelleren, gebruik van digitaal wiskundig gereedschap, en de inhoudelijke vakken elkaar moeten versterken, en dat je in de uitwerking *'syllabusisme'* moet voorkomen. *Syllabusisme* is een te rigide uitwerking van afzonderlijke eindtermen. Verwevenheid blijkt ook uit de beschrijving van wiskundige bekwaamheid van Kilpatrick et al. (2001) die in de wiskundedidactiek verwoord wordt als weten dat, weten hoe, weten waarom, weten over weten, en houding (Drijvers, et al. 2012).

De drie domeinen zijn:

- A. Wiskundige concepten: dit domein gaat over concepten en procedures die leerlingen zich vanuit wiskundige activiteiten eigen maken en ze vlot en met inzicht gebruiken.
- B. Wiskundige activiteiten: dit domein gaat over probleemaanpakken, onderzoeken met modellen, redeneren en het gebruiken van digitaal



wiskundig gereedschap. Deze activiteiten worden ingezet zowel om het inzicht in wiskundige concepten en procedures verder te ontwikkelen als om deze toe te passen in allerlei probleemsituaties.

- C. Wiskundige oriëntatie: dit domein gaat over de basishouding om wiskundig te denken en te werken. Vanuit oriëntatie ondernemen de leerlingen wiskundige activiteiten om vraagstukken over de wereld en over wiskunde aan te pakken, en denken ze na over de eigen houding ten aanzien van wiskunde.

Het kader hieronder representeert het raamwerk. De subdomeinen A1 (concepten bij activiteiten) en B1 (activiteiten met concepten) leggen een link tussen de domeinen A en B, voor de praktische organisatie van SE's en het CE. Subdomeinen A1 en B1 geven de verwevenheid van concepten en activiteiten weer en borgen deze verwevenheid zowel bij SE als CE.

Domeinen	Subdomeinen
A. Wiskundige concepten	A1. Concepten bij activiteiten A2. Getallen en variabelen A3. Data en kans A4. Verbanden A5. Veranderingen A6. Analytische meetkunde A7. Keuzeruimte
B. Wiskundige activiteiten	B1. Activiteiten met concepten B2. Wiskundig probleemaanpakken B3. Onderzoeken met modellen B4. Redeneren en bewijzen B5. Digitaal wiskundig gereedschap
C. Wiskundige oriëntatie	C1. Formuleren en communiceren C2. Wiskundige houding

Kader 1: Raamwerk van de conceptexamenprogramma's.

In deze toelichting gebruiken we één codering van subdomeinen (A1 t/m A7; B1 t/m B5; C1 en C2) en eindtermen (1 t/m 43). Dit maakt het eenvoudiger om de examenprogramma's onderling te vergelijken. In de gepubliceerde afzonderlijke examenprogramma's is de codering volgens een doorlopende telling. In bijlage 8 staat het overzicht van de nummering van de eindtermen per examenprogramma.

We geven een algemene beschrijving van de subdomeinen en de eindtermen<sup>7</sup> met de belangrijkste verschillen tussen de examenprogramma's.

### **Domein A. Wiskundige concepten**

Binnen het domein wiskundige concepten staan vijf subdomeinen (A2 t/m A7) met inhouden die wiskundig samenhangen en voorkomen in de gebruikelijke curricula. Het gaat om getallen en variabelen; statistiek (data en kans); analyse van verbanden; analyse van veranderingen, en vorm en ruimte (analytische meetkunde). Twee subdomeinen hebben een praktische doelstelling, achtereenvolgens om een verbinding te leggen tussen wiskundige concepten en activiteiten (A1) en om scholen en leerlingen keuzeruimte te bieden (A7).

#### *Subdomein A1. Concepten bij activiteiten*

Er is een wisselwerking tussen wiskundige activiteiten en wiskundige concepten. Enerzijds leunen activiteiten op concepten en conceptueel inzicht: om bijvoorbeeld verdelingen te analyseren heb je statistische concepten nodig. Anderzijds vormen leerlingen inzicht in wiskundige concepten tijdens de wiskundige activiteiten. Een wiskundige activiteit kan bijvoorbeeld bestaan uit het afleiden en ontdekkend leren van een wiskundige regel bij kansrekening of differentiëren.

#### *Subdomein A2. Getallen en variabelen*

Getallen en variabelen representeren, beschrijven en vergelijken kwantitatief verhoudingen, verdelingen en veranderingen. De rekenregels voor getallen zijn eveneens van toepassing op algebra. Leerlingen worden zich bewust van de bias vanwege kwantificering: niet alles is te schalen en te ijken met getallen.

Vanuit een notie van de concepten van getal en variabele (eindterm 2)<sup>8</sup> werken leerlingen aan vaardigheid in rekenen en algebraïsch werken. Eindterm 3, over rekenvaardigheid, volgt uit de recente nadruk vanuit de samenleving op het belang van het onderhouden van rekenvaardigheden, onder andere voor alledaagse praktische rekenvereisten en burgerschap. Hoewel rekenvaardigheid niet bedoeld is als een hoofdingrediënt van bijvoorbeeld wiskunde - C&M, erkent de vakvernieuwingscommissie de noodzaak van een brede en praktische rekenvaardigheid. Dit wordt onderstreept door de toelatingseisen voor rekenen op pabo-opleidingen. Eindterm 4, over algebraïsche vaardigheid, is een basis voor het hele examenprogramma. Beheersing van een basis aan algebraïsche vaardigheden faciliteert het leerproces, begripvorming en zelfstandig werken

---

<sup>7</sup> Hierbij maken we gebruik van wiskundecurricula in het buitenland: Australië, België, British Columbia, Duitsland, Frankrijk, Ontario, Verenigde Staten, Victoria, en het PISA Mathematical Framework. De betreffende websites staan bij de referenties.

<sup>8</sup> Zie bijlage 8 voor overzicht van nummering van de eindtermen, algemeen en per examenprogramma.

vanuit verschillende oplossingsstrategieën (CTWO, 2012). De eindtermen 3 en 4 sluiten aan bij de referentieniveaus ten aanzien van rekenvaardigheden en wiskundig werken.

Tot slot maakt eindterm 4, over eenhedenanalyse en nauwkeurigheid, de verbinding met andere vakken. Anders dan in het abstract-wiskundige raamwerk, hebben getallen en variabelen bij de andere vakken een praktische interpretatie en functie. Het onderkennen van dit onderscheid draagt bij aan begrip van wiskundig denken en werken en van het nut van wiskunde voor andere vakken.

### *Subdomein A3. Data en kans*

Onzekerheid vanwege variatie hoort bij het dagelijks leven en vormt de kern van statistiek en kansrekening (OECD, 2018). Het structureren en analyseren van data draagt bij aan een vergelijking en interpretatie van reële situaties: kansrekening is de studie van kansmodellen en statistiek is de toepassing ervan vanuit data. Omgaan met informatie, data en onzekerheid vormt de kern van onderzoeksvaardigheden en besluitvorming, en versterkt intuïtief begrip en communicatie (Boels, et al., 2022; Boels, 2023; Van Dijke, 2021). Over de samenhang tussen statistiek en onderzoekscyclus in de bovenbouw van het vo is recent een denkraam ontwikkeld door de werkgroep Statistiek van de Nederlandse Vereniging van Wiskundeleraren (Kop et al., 2024). Het denkraam gaat in op de vaardigheid van leerlingen om data te genereren, te bewerken, en te gebruiken bij onderzoek, zelfstandig en met anderen.

Ook in de conceptkerndoelen is de aandacht voor statistiek uitgebreid ten opzichte van de huidige situatie. Daarnaast is er vanuit digitale geletterdheid aandacht voor het omgaan met software en dataverwerking. De conceptexamenprogramma's bouwen hierop voort in het subdomein data en kans met: i) kritisch begrip van informatie uit statistische representaties (eindterm 6), ii) het werken met data (eindterm 7), iii) beschrijvende en inferentiële statistiek (eindterm 8 en 9), en iv) kansrekening (eindterm 10 en 11). De profielspecifieke inkleuring is voor wiskunde maatschappij beduidend anders dan voor wiskunde natuur. In de eerste plaats is de toebedeelde ontwerpruimte bij wiskunde maatschappij - E&M ruimer dan bij wiskunde natuur. In de tweede plaats is er bij wiskunde natuur ook aandacht voor algebraïsch werken met continue kansverdelingen.

Bij wiskunde maatschappij vormt het subdomein data en kans bijna de helft van de totale ontwerpruimte. Voor het profiel E&M is er ruime aandacht voor het werken met databestanden (eindterm 6) en van daaruit verdieping van beschrijvende en verklarende statistiek (eindterm 8 en 9). De kansrekening

(eindterm 10) wordt ondersteund met combinatoriek (eindterm 11). Het vaardig omgaan met digitaal gereedschap is een vanzelfsprekend leerdoel bij het werken met groot databestanden. De inhoud van het subdomein data en kans komt uitgebreid aan bod bij de wiskundige activiteiten, in het bijzonder bij het uitvoeren van een eigen onderzoek. Voor leerlingen met het profiel C&M ligt de nadruk op aspecten van datageletterdheid, onderbouwing van conclusies op basis van statistiek, en burgerschap.

Bij wiskunde natuur gaat het werken met data en kans over een inzicht in hoe data worden gegenereerd, van daaruit redeneren over spreiding van gegevens, causaliteit en correlatie, en verschillen tussen groepen. Hierbij komen onder andere voorbeelden uit het vak biologie aan bod. Bij vwo behoren bij kansrekening ook continue kansverdelingen, waarbij integreren wordt toegepast.

#### *Subdomein A4. Verbanden*

Veel verschijnselen in de wereld vertonen onderliggende wiskundige structuren. Het subdomein verbanden vormt een basis om patronen te herkennen en onderlinge verbanden weer te geven met onder andere tabellen, grafieken, formules en beschrijvingen. Een wiskundig essentieel type verband is de functie: een basisgereedschap om verschillende patronen en verbanden wiskundig te beschrijven en te onderzoeken. In samenhang met de algebraïsche vaardigheden (eindterm 4) is het belangrijk dat leerlingen over *symbol sense* (symboolbegrip of algebraïsche geletterdheid) beschikken, formules doorzien en vandaaruit met en over verbanden en functies kunnen redeneren (Drijvers, 2006; Kop, 2020).

Van het subdomein verbanden komt de inhoud in grote lijnen overeen met de leerdoelen voor analyse in de huidige examenprogramma's. De volgorde van de eindtermen en een aantal accenten verschillen wel, waarmee er meer aandacht komt voor verbanden met meer variabelen en functioneel denken en redeneren met en over formules. We illustreren dit met een vergelijking van het huidige wiskunde A en B voor vwo met wiskunde natuur - N&T (zie Kader 2).<sup>9</sup> In de eerste plaats zijn overkoepelende algebraïsche vaardigheden ondergebracht in eindterm 4, in subdomein A2 (Getallen en variabelen). In de tweede plaats staan de eindtermen van subdomein A4 (Verbanden) in de volgorde van i) redeneren met verbanden (eindterm 12), ii) rijen als een bijzondere vorm van verband (eindterm 13), iii) redeneren met standaardfuncties (eindterm 14), en iv) werken met functies (eindterm 15).

---

<sup>9</sup> In bijlage 2 staat een uitgebreidere vergelijking van de conceptexamenprogramma's met de huidige examenprogramma's.

<p><b>Huidig raamwerk</b></p> <p><b>Subdomeinen bij wiskunde A vwo</b></p> <p>B1: Algebra C1: Functies C2: Functies, grafieken, vergelijkingen en ongelijkheden D1: Rijen</p> <p><b>Subdomeinen bij wiskunde B vwo</b></p> <p>B1: Formules en functies B2: Standaardfuncties B3: Functies en grafieken B4: Inverse functies B5: Vergelijkingen en ongelijkheden B6: Asymptoten en limietgedrag van functies D1: Goniometrische functies en vergelijkingen</p>	<p><b>Conceptraamwerk</b></p> <p><b>Wiskunde natuur en wiskunde maatschappij</b></p> <p><b>In subdomein A2 Getallen en variabelen</b></p> <p>04. De leerling is algebraïsch vaardig.</p> <p><b>Subdomein A4 Verbanden</b></p> <p>12. De leerling redeneert met verbanden tussen variabelen. 13. De leerling werkt met rijen (alleen E&amp;M). 14. De leerling redeneert met standaardfuncties. 15. De leerling werkt en redeneert met functies.</p>
---	---

Kader 2: Verbanden in huidig raamwerk en conceptraamwerk.

#### *Subdomein A5. Veranderingen*

Verandering is de meest constante factor in de wereld (OECD, 2018; Buijsman, 2018; Orlin, 2019). Met wiskunde is het mogelijk om een gemiddelde verandering en een momentane verandering (ogenblikkelijke verandering) te berekenen. Dit kan met berekeningen op basis van formules en beschrijvingen, en op basis van grafieken. De resultaten hiervan zijn te gebruiken in bijvoorbeeld wiskundige modellen.

Ook de inhoud van het subdomein veranderingen komt ten opzichte van de leerdoelen voor analyse in de huidige examenprogramma's grotendeels overeen. Anders zijn de volgorde van de eindtermen en een aantal accenten, hetgeen we eveneens illustreren met een vergelijking van het huidige wiskunde A en B voor vwo met de wiskunde natuur - N&T.

In kader 3 vergelijken we het huidige raamwerk met het voor de vakvernieuwingscommissie voorgestelde conceptraamwerk.

<p><b>Huidig raamwerk</b></p> <p><b>Subdomeinen bij wiskunde A vwo</b></p> <p>D2: Helling D3: Afgeleide</p> <p><b>Subdomeinen bij wiskunde B vwo</b></p> <p>C1: Afgeleide functies C2: Technieken voor differentiëren C3: Integraalrekening</p>	<p><b>Conceptraamwerk</b></p> <p><b>Subdomein A5 Veranderingen</b></p> <p><b>Wiskunde natuur en wiskunde maatschappij</b></p> <p>15. De leerling analyseert discrete en gemiddelde veranderingen.</p> <p><b>Specifiek per profiel en schoolsoort</b></p> <p>17. De leerling gebruikt de eerste en tweede afgeleide in probleemsituaties. 18. De leerling differentieert functies.</p> <p><b>Alleen in wiskunde natuur</b></p> <p>19. De leerling gebruikt integralen. 20. De leerling primitiveert functies.</p>
---	--

Kader 3: Verandering in huidig raamwerk en conceptraamwerk.

#### *Subdomein A6. Analytische meetkunde*

Het subdomein analytische meetkunde richt zich op het analyseren van rechten en krommen middels algebraïsche vergelijkingen en parametervoorstellingen. Leerlingen werken met meetkundig objecten zoals hoeken, vectoren, lijnen, cirkels, en krommen. Dit subdomein is alleen opgenomen in wiskunde natuur - N&T voor havo en vwo.

In dit subdomein kijken leerlingen naar meetkunde met een algebraïsche blik en verbreden en verdiepen zo hun algebraïsche vaardigheden. Dit helpt hen bij hun vaardigheid met betrekking tot subdomein B3: onderzoeken met modellen. Daarnaast worden de onderwerpen in dit subdomein typisch van meerdere kanten wiskundig geanalyseerd. Zo worden meetkundige objecten beschreven met coördinaten en vergelijkingen, of met vectoren. Diverse onderwerpen lenen zich om vaardigheden van probleemaanpakken en redeneren te versterken.

In het subdomein analytische meetkunde is ook aandacht voor synthetische meetkunde. Het subdomein is voor havo anders ingericht dan voor vwo, met name het aandeel synthetische meetkunde. Meetkundige figuren (eindterm 21) vullen bij havo ongeveer de helft van dit subdomein, bij vwo een kwart. Driedimensionale meetkunde wordt alleen bij havo kort behandeld. Bij vwo is driedimensionale meetkunde niet opgenomen, om overladenheid te voorkomen.

Bij vwo is de parameterkromme (eindterm 24) een belangrijk onderwerp, zowel in de vorm van een vergelijking als van een vectorvoorstelling van een lijn. Op basis van de concepten van baansnelheid en baanversnelling wordt differentiaalrekening toegepast. Hierdoor worden de algebraïsche vaardigheden

uit de subdomeinen A3 (Verbanden) en A4 (Verandering) versterkt. Dit betekent dat de leerlingen ook vaardiger worden in het deel van het examenprogramma dat zij delen met de leerlingen bij wiskunde natuur - N&G.

#### *Subdomein A7. Keuzeonderwerp*

In de examenprogramma's is een keuzeonderwerp opgenomen van ongeveer twee tot vijf procent van de omvang van het gehele programma. Leerlingen richten zich op een wiskundig onderwerp dat hen aanspreekt. Ter verbreding of verdieping werken de leerlingen een wiskundig of historisch maatschappelijk onderwerp uit. Deze keuze draagt bij aan overzicht, inzicht in praktische toepassingen, of een oriëntatie op een specifiek wiskundig onderwerp dat van nut is voor een mogelijke vervolgopleiding. Het is aan het bevoegd gezag om het keuzeprocess te bepalen.

### **Domein B. Wiskundige activiteiten**

Het domein wiskundige activiteiten ligt in het verlengde van de wiskundige vaardigheden zoals opgenomen in de huidige programma's wiskunde A, B en C. Deze vaardigheden betreffen in de huidige examenprogramma's modelleren en algebraïseren, ordenen en structureren, analytisch denken en probleemoplossen, formules manipuleren, abstraheren, en logisch redeneren, inclusief functioneel gebruik van ICT (CTWO, 2012; College voor Toetsen en Examens, 2024). Deze wiskundige vaardigheden worden ook wel wiskundige denkactiviteiten genoemd. Tussen deze denkactiviteiten bestaat overlap en de opsomming ervan was nooit bedoeld als een uitputtende lijst van vaardigheden of wiskundige denkactiviteiten (Drijvers et al. 2012; Drijvers, 2011). De wiskundige denkactiviteiten zijn ontstaan om zichtbaar te maken dat wiskunde meer is dan het leren en reproduceren van procedurele vaardigheden.

De verschuiving van wiskundige denkactiviteiten naar wiskundige activiteiten in de conceptexamenprogramma's behoeft een toelichting. Het woord denken komt op verschillende plekken en in bijna alle vakken in het onderwijs voor. In de vorige vernieuwingsslag werden de begrippenparen 'context en concept' en 'denken en doen' gebruikt om samenhang in het programma aan te brengen (CTWO, 2012). De SLO-handreiking vaardigheden (Sol & Visser, 2023) onderscheidt denkvaardigheden, met onder andere kritisch, analytisch en creatief denken. De natuurwetenschappelijke vakken gebruiken het woord denkwijzen voor aspecten die in het buitenland doorsnijdende concepten (*cross cutting concepts*) of fundamentele concepten worden genoemd. Hieronder valt denken in patronen en in oorzaak-gevolg relaties. Ook vakken zoals aardrijkskunde en economie gebruiken vakeigen denkwijzen. Om niet met deze achtergronden van denkwijzen te interfereren, spreekt de vakvernieuwingscommissie in het raamwerk over wiskundige activiteiten en niet

over wiskundige denkactiviteiten. Wiskundige denkwijzen staan wel in domein C (wiskundige oriëntatie).

Het domein wiskundige activiteiten bestaat grotendeels uit dezelfde eindtermen voor wiskunde maatschappij en wiskunde natuur. Toch verschilt de reikwijdte per examenprogramma sterk. Elk examenprogramma heeft immers een eigen repertoire aan wiskundige concepten, die op verschillende niveaus ingezet worden en tot verschillende breedte en diepgang van de activiteiten leiden. Als er bijvoorbeeld onderzoek wordt gedaan naar maatschappelijke trends en scenario's, dan wordt bij wiskunde maatschappij - C&M beperkt gewerkt met lineaire en exponentiële functies, terwijl er bij wiskunde maatschappij - E&M diepgaander en met andere verbanden gewerkt wordt.

Er zijn vijf subdomeinen: activiteiten met concepten, wiskundig probleemaanpakken, onderzoeken met modellen, redeneren en bewijzen, en digitaal wiskundig gereedschap.

#### *Subdomein B1. Activiteiten met concepten*

Evenals in domein A is er in dit domein een wisselwerking tussen wiskundige activiteiten en wiskundige concepten. Leerlingen ontwikkelen en gebruiken inzicht in wiskundige concepten vanuit de werkwijzen en heuristieken die bij de wiskundige activiteiten horen.

#### *Subdomein B2. Wiskundig probleemaanpakken*

Leerlingen worden vaardig in het aanpakken van niet-routineproblemen. Wiskundig probleemaanpakken gaat over niet-routineproblemen: problemen die de leerling niet met een bekende routine kan aanpakken. Pólya (1945) vroeg hier aandacht voor in zijn standaardwerk *How to solve it?* en deze activiteit wordt doorgaans probleemoplossen genoemd. Wij kiezen voor de term probleemaanpak, omdat de nadruk in dit subdomein niet zozeer ligt op de oplossing, maar op het werken naar een oplossing toe. Leerlingen ontwikkelen metacognitieve vaardigheden, heuristische methoden en technieken, abstract denken, en een positieve houding ten opzichte van de worsteling die bij probleemaanpakken hoort.

Het aanpakken van niet-routineproblemen, en deze opdelen in deelproblemen, vereist een stevig en paraat inzicht in wiskundige concepten en procedures. Activiteiten in dit subdomein zijn daarom verweven met de andere subdomeinen in het gehele examenprogramma.

Het subdomein wiskundig probleemaanpakken bestaat uit drie eindtermen. Eindterm 28 richt zich op het ontwikkelen van metacognitieve vaardigheden,



zoals het vormgeven van het proces in fasen, en het kunnen organiseren van samenwerking en eventuele hulp en ondersteuning vragen. Daarnaast (eindterm 29) ontwikkelt de leerling een abstract perspectief op concepten en technieken vanuit heuristieken, zoals het benoemen en aanpakken van deelproblemen. Het leren door probleemaanpakken daagt leerlingen uit tot wiskundig onderzoek. Eindterm 30 gaat in op het vragen stellen bij niet-routineproblemen en het formuleren van een goede probleemstelling (*problem posing*). Deze eindterm beschrijft daartoe de vaardigheden die leerlingen helpen bij het identificeren, formuleren en oplossen van niet-routineproblemen en bij het vertrouwd raken met inbedden van wiskundig probleemaanpakken in onderzoekscycli.

### *Subdomein B3. Onderzoeken met modellen*

Wiskundig modelleren slaat een brug tussen concrete realistische probleemsituaties en de abstracte wereld van de wiskunde. Elk vakgebied dat gebruik maakt van wiskunde werkt met wiskundige modellen. Denk bijvoorbeeld aan een verdienmodel, watermodel, populatiemodel, marketingmodel, natuurkundig model of gedragsmodel. Werken met wiskundige modellen kan ingebed worden in omvangrijkere onderzoeksopdrachten. Daarnaast zijn in dit subdomein, en ook in subdomein A3 (data en kans), resultaten van onderzoek naar de diverse praktijk van statistiekonderwijs verwerkt, bijvoorbeeld over samenwerkend leren en datageletterdheid (Tolboom, 2012; Tolboom & Kuiper, 2013), statistische onderzoeksvaardigheden (Van Dijke, 2021), en begrip van statistische representaties (Boels et al., 2022)

Onderdelen van modelleercycli (eindterm 31) zijn bijvoorbeeld: probleemsituaties analyseren en conceptualiseren, aannames expliciteren, en mathematiseren naar een wiskundig model. Hiermee redeneren en rekenen de leerlingen om tot de meest eenvoudige oplossing te komen en daarna het resultaat te vertalen naar de probleemsituatie. Vervolgens wordt beoordeeld of het resultaat van het wiskundige model ook een oplossing biedt voor de probleemsituatie in de werkelijkheid. Berekeningen worden gecontroleerd en als nodig worden modellen aangepast.

In eindterm 32 gaat het om het kiezen uit bestaande modellen en deze te vergelijken en aan te passen. Hierbij leren de leerlingen de modellen kritisch te beoordelen: het interpreteren van de uitkomsten, het valideren van de aannames, en het benoemen van sterke en zwakke punten.

De toepassing van wiskundige modellen (eindterm 33) is verschillend per examenprogramma. Voor wiskunde maatschappij - E&M voor havo en vwo is gekozen om vanuit lineair optimaliseren aandacht te besteden aan aspecten van modelleren. Lineair optimaliseren behoort tot de wiskundige besliskunde

(*operations research*) en wordt vaak toegepast in situaties van schaarste, dus in economische context. Voor wiskunde natuur is gekozen voor dynamische modellen, omdat veel verschijnselen in de natuur als continu in de tijd worden gemodelleerd. Bij wiskunde natuur (vwo) wordt door middel van continue dynamische modellen aandacht besteed aan differentiaalvergelijkingen. Voor de havo is gekozen voor het werken met discrete dynamische modellen, die in maatschappelijke en praktische situaties vaker voorkomen dan continue.

Empirische onderzoekscycli (eindterm 34) en modelleercycli beschrijven hetzelfde proces vanuit een verschillende insteek. Vanuit een verkenning en onderzoeksvragen worden data verzameld, gerepresenteerd en geanalyseerd en wordt er verslag gedaan van resultaten en conclusies. Zowel bij modelmatig als bij empirisch onderzoek wordt digitaal wiskundig gereedschap functioneel ingezet om ingewikkelde of omvangrijke berekeningen uit te voeren.

#### *Subdomein B4. Redeneren en bewijzen*

Bij het redeneren en bewijzen en het ontwerpen en toepassen van algoritmes maken leerlingen kennis met een aantal typisch wiskundige manieren van denken.

Eindterm 35 gaat over het onderbouwen van een bewering en het geven van argumenten, bijvoorbeeld in de beantwoording van een wiskundeopgave. Het gaat over het kunnen opzetten van een logische redenering, waarin aandacht is voor de structuur van de redenering. Denk ook aan adequaat gebruik van notaties en logische termen zoals 'dus', aan samenhang en structuur, voor het onderscheiden van deductieve en inductieve argumentatie. Redeneren met en over onzekerheid is eveneens een belangrijk aspect bij deze eindterm.

Algoritmes komen aan bod in eindterm 36. Het gaat hierbij zowel om een reflectieve vaardigheid van het herkennen van algoritmes en het benoemen van voor- en nadelen, als om een constructieve vaardigheid van het opstellen van een algoritme. Het reflectieve aspect weerspiegelt een link met de maatschappijwetenschappelijke vakken, de constructieve vaardigheid verbindt met informatica.

Eindterm 37 specificeert een bewijs als een vorm van een redenering. In de betekenis waarbij het woord bewijzen in de eindtermen wordt gebruikt, zijn de redeneerregels strikter dan bij de redeneringen zoals bedoeld in eindterm 35. Een wiskundig bewijs is formeler en strikter in de onderbouwing van de denkstappen.

### *Subdomein B5. Digitaal wiskundig gereedschap*

Wiskunde staat aan de wieg van de ontwikkeling van digitale technologie en is er vanaf het begin mee verweven. Wiskundig denken vormt de basis voor de werking van digitale technologie en omgekeerd is digitaal wiskundig gereedschap onmisbaar geworden bij het aanpakken van complexe problemen met wiskundige componenten.

In de examenprogramma's heeft het gebruik van digitaal wiskundig gereedschap in de eerste plaats als doel om bij te dragen aan het leerproces (gebruik om te leren). Met het juiste digitale gereedschap worden problemen aangepakt die niet eenvoudig algebraïsch opgelost kunnen worden, wiskundige technieken vereisen die niet tot het algebraïsche curriculum behoren, of te omvangrijk zijn om zonder digitaal gereedschap op te lossen, bijvoorbeeld data-analyse of exploratie van meetkundige problemen. De commissie realiseert zich dat er tijd nodig is voor de leerlingen om digitaal gereedschap te leren gebruiken. Die tijd zien wij als een investering in wiskundig denken en een uitbreiding van de wiskundige vaardigheid en computationeel denken. Tevens dient hier vanuit algemeen schoolbeleid, vakoverstijgend, bijzondere aandacht aan gegeven te worden.

Indelingen van digitaal wiskundige gereedschap zijn veelal gebaseerd op het gebruikte *device* of programma (grafische rekenmachine, Excel, Wolfram Alpha). Volgens de vakvernieuwingscommissie is er juist een *device*- en software-neutrale indeling nodig. Om te kunnen werken aan de hiervoor genoemde typische problemen heeft de vakvernieuwingscommissie vijf methoden opgevoerd (eindterm 38), waarbij als voorbeeld steeds enkele wiskundige activiteiten staan:

- Grafische methoden: het gebruiken van grafische weergaven om een wiskundig probleem op te lossen en te onderzoeken, bijvoorbeeld transformaties van grafieken uitvoeren, snijpunten berekenen, het extremen bepalen van een functie.
- Numerieke methoden: methoden voor het getalsmatig, bij benadering oplossen van wiskundige problemen, die niet (eenvoudig) exact kunnen worden opgelost, bijvoorbeeld het gebruik van een oplosser-functionaliteit van een rekenmachine of software.
- Symbolische methoden, bijvoorbeeld met behulp van een computeralgebrasysteem een vergelijking in stappen oplossen, of een afgeleide of primitieve functie symbolisch weergeven.
- Methoden voor verwerking en analyse van data zoals statistische software en rekenbladprogramma's.
- Methoden voor het ontwerpen en gebruiken van wiskundige modellen, bijvoorbeeld voor een simulatie.

## **Domein C. Wiskundige oriëntatie**

Wiskundige oriëntatie omvat i) de houding van leerlingen ten aanzien van wiskunde (doorzettingsvermogen, speelsheid, zelfvertrouwen en zorgvuldigheid); ii) het kritisch en proactief gebruiken van wiskunde in reële situaties (beroepssituaties, burgerschap, oriëntatie op vervolgoopleidingen); en iii) overzicht over het vak wiskunde. Het domein wiskundige oriëntatie heeft twee subdomeinen. Subdomein C1 (formuleren en communiceren) gaat in op het gebruik van wiskundige vaktaal. Subdomein C2 (wiskundige houding) gaat in op specifieke wiskundige denkwijzen en een productieve en kritische houding ten aanzien van het gebruik wiskunde.

### *Subdomein C1. Formuleren en communiceren*

Een generieke beheersing van wiskundige taal en symbolen faciliteert het werkproces in de wiskunde en de communicatie tussen wiskundigen en niet-wiskundigen. Formuleren en representeren wordt gebruikt voor het eigen denkproces en het communiceren met anderen, in wiskundige en alledaagse taal. Leerlingen leren formuleren en ontwikkelen een repertoire van visuele en abstracte gereedschappen om hun denken te communiceren met behulp van representaties van wiskundige concepten zoals formules en grafieken. De eindtermen zijn gebaseerd op een grofmazig onderscheid tussen passief en receptief (eindterm 39) en actief en productief (eindterm 40).

### *Subdomein C2. Wiskundige houding*

Een wiskundige houding betreft een houding ten aanzien van de wereld en het vak wiskunde (Bramall & White, 2000). Het eerste gaat onder andere om het gebruik van wiskunde om de wereld te begrijpen via wiskundige denkwijzen zoals abstraheren en structureren, het zoeken naar efficiëntie, het kritisch kijken naar de rol van wiskunde in maatschappelijke thema's. Het tweede heeft een link met persoonsvorming en gaat onder andere om het ontwikkelen van een constructieve houding ten aanzien van wiskunde, waarin vertrouwen in het eigen wiskundige denken centraal staat. De eindtermen zijn ingedeeld naar oriëntatie op en houding ten aanzien van wiskundige denkwijzen (eindterm 41), toepassingen van wiskunde (eindterm 42), en wiskunde en loopbaan en beroep (eindterm 43). Dit subdomein is doorsnijgend op domeinen A en B. Zo is bijvoorbeeld de aandacht voor compressie van concepten en procedures (eindterm 41) ingebed in wiskundig probleemaanpakken (van den Bogaart & Bos, 2020, 2024; Bos & van den Bogaart, 2022).

Met dit subdomein benadrukt de vakvernieuwingscommissie een aantal aspecten met betrekking tot persoonsvorming en socialisatie die ook terugkomen bij de andere subdomeinen en bij andere vakken. Het betreft bijvoorbeeld het abstraheren en het kritisch kijken naar eigen en andermans

werk (reflecteren), naar correct en logisch redeneren, en naar gebruik van wiskundige modellen in maatschappelijke kwesties.

#### **2.2.4 Doorlopende leerlijn onderbouw-bovenbouw vo**

Tegelijkertijd met de actualisatie van wiskunde voor havo en vwo vindt de actualisatie van de kerndoelen en van de examenprogramma's wiskunde voor vmbo plaats. De actualisatie van kerndoelen is in september 2022 van start gegaan en na een fase van beproeven vanaf september 2023 wordt de definitieve set van conceptkerndoelen najaar 2024 gepubliceerd. De actualisatie van de conceptexamenprogramma's wiskunde voor het vmbo is in januari 2020 van start gegaan. Na de publicatie van zes conceptexamenprogramma's in oktober 2022 zijn in zomer 2024 zes conceptsyllabi ontwikkeld en is de fase van beproeven in september 2024 van start gegaan voor de programma's wiskunde 1,2 (actualisatie van de huidige wiskundeprogramma's). Voor leerlingen die nu geen wiskunde hebben in hun pakket, zijn drie conceptexamenprogramma's wiskunde 1 ontwikkeld. In 2024-2025 onderzoekt SLO samen met negen scholen de praktische positionering van deze programma's in het vmbo-curriculum.

##### *Conceptkerndoelen*

De conceptkerndoelen (SLO, 2024a) en de conceptexamenprogramma's voor havo-vwo zijn tot stand gekomen in een parallel proces waarbij er afstemming was over de uitgangspunten, de indeling van de raamwerken en de inhoudelijke keuzes. Op hoofdlijnen is er eenzelfde verwevenheid tussen wiskundige concepten, wiskundige activiteiten en wiskundige oriëntatie (zie bijlage 1.1). Een aantal conceptkerndoelen in het domein wiskundige denk-werkwijzen van de definitieve conceptkerndoelen sluit aan bij wiskundige activiteiten en wiskundige denkwijzen. Andere conceptkerndoelen, ingedeeld in het domein wiskunde en de wereld, sluiten aan bij wiskundige houding. De inzet van digitaal wiskundig gereedschap en de wisselwerking met hoe wiskunde geleerd wordt, heeft eveneens aandacht bij subdomein C2 (wiskundige houding). Verder is er een gezamenlijke begrippenlijst met als basis handboeken (Lerman, 2020; Skemp, 1971), buitenlandse curricula en publicaties van PISA en TIMSS (OECD, 2018; Mullis & Martin, 2017).

Voor specifieke wiskundige inhouden bouwen de conceptexamenprogramma's voort op de verwachting dat leerlingen vanuit de onderbouw:

- vaardig zijn in het statistisch verwerken en interpreteren van data, met gebruik van digitaal wiskundig gereedschap;
- vertrouwd zijn met de vaardigheden onderliggend aan de wiskundige activiteiten: probleemaanpakken, onderzoeken, modelleren en wiskundig redeneren; en

- een basis aan digitale geletterdheid hebben, ook vanuit vakken zoals digitale geletterdheid, burgerschap en Nederlands. Hierbij valt onder andere te denken aan een basisbeheersing van een rekenbladprogramma.

Daartoe zijn er voor het derde leerjaar havo en vwo conceptkerndoelen geformuleerd, aanvullend op de conceptkerndoelen voor de volle breedte van de onderbouw van het vo (zie bijlage 1). Deze aanvullende uitwerkingen gaan in op algebraïsche vaardigheden (kerndoel 1), vergelijkingen (kerndoel 2), data (kerndoel 3), kans (kerndoel 4), verbanden (kerndoel 5), vorm en ruimte (kerndoel 6), wiskundig modelleren (kerndoel 8), aantonen (of redeneren; kerndoel 9), algoritmes (kerndoel 10), en wiskundige instrumenten (kerndoel 11).

#### *Conceptexamenprogramma wiskunde vmbo*

Er is eveneens afstemming geweest met de ontwikkeling van de conceptexamenprogramma's wiskunde voor vmbo. Het raamwerk voor vmbo heeft weliswaar een enigszins andere structuur (bijlage 2.1), doordat deze programma's in een afzonderlijk traject zijn ontwikkeld en eerder zijn opgeleverd, maar inhoudelijk zijn er veel overeenkomsten tussen de programma's. Ook in de conceptexamenprogramma's voor vmbo is er een verschuiving naar meer aandacht voor statistische vaardigheden, wiskundig denken en abstraheren, wiskundige activiteiten, en gebruik van digitaal wiskundig gereedschap. De voor de hand liggende doorstroomroute voor leerlingen is van wiskunde 1,2 op vmbo-gl/tl naar havo wiskunde maatschappij. Voor doorstroom vanuit vmbo naar havo wiskunde natuur is maatwerk vereist. Ook is er maatwerk nodig bij een eventuele doorstroom vanuit wiskunde 1 op vmbo-gl/tl naar havo wiskunde maatschappij - E&M.

De commissie verwacht dat vanuit deze afstemming op inhoud en vorm er op een effectieve manier onderwijsmateriaal ontwikkeld kan worden, zodat doorlopende leerlijnen vmbo – havo – vwo gewaarborgd zijn. De fase van beproeven voor wiskunde vmbo en havo-vwo maakt verdere afstemming en aansluiting mogelijk.

#### **2.2.5 Kern van het vak en uitvoerbaarheid**

We beschrijven achtereenvolgens de kern van het vak wiskunde maatschappij voor C&M en E&M, en van wiskunde natuur voor N&G en N&T. Hierna gaan we in op de uitvoerbaarheid van de examenprogramma's in het perspectief van de vakkenstructuur en de ontwerpruimte per vak. We werken hierbij volgens het deel-geheelontwerp: eerst algemene kenmerken, dan verbijzondering van het kleinere vak (C&M en N&G), en vervolgens de aanvullingen betreffende het

grotere vak (E&M ten opzichte van C&M en N&T ten opzichte van N&G). Daarnaast lichten we het onderscheid tussen de havo- en vwo-programma's toe. Een specificering per examenprogramma staat in de bijlagen: vaardigheden in rekenen en algebra (bijlage 6) en een inschatting van ontwerpruimte per onderdeel (bijlage 7).

### De kern van het vak

De kern van de vakken wiskunde maatschappij en wiskunde natuur wordt onder andere bepaald door profielspecifieke voorbeelden en toepassingen. Hoewel de profielstructuur niet bedoeld was als instrument om samenhang in onderwijsinhoud te organiseren (Onderwijsraad, 2011), zijn de gerelateerde profielvakken van belang om de examenprogramma's een eigen gezicht te geven. Leerlingen gebruiken immers wiskunde bij ontwerpen, onderzoeken en informatieverwerking en zetten wiskunde in bij vakoverstijgende opdrachten, projecten en werkstukken. De profielonderscheidende vakken zijn in kader 4 weergegeven.

C&M	Moderne vreemde taal	Geschiedenis	Maatschappijleer Aardrijkskunde Onderzoek en ontwerpen Bewegen, sport en maatschappij
E&M	(Bedrijfs)economie	Maatschappijwetenschappen	
N&H	Biologie	Scheikunde	
N&T	Natuurkunde	Natuur leven en technologie	

Kader 4: Vakken gerelateerd aan de profielen.

In elk examenprogramma is er aandacht voor het vlot en routinematig uitvoeren van procedures, passend bij de schoolsoort. Denk bijvoorbeeld aan het algebraïsch herleiden, meetkundig rekenen, en statistische representaties maken. Een overzicht van verschillen tussen de examenprogramma's ten aanzien van algebraïsche vaardigheden staat in bijlage 6. Ook is er in elk examenprogramma ruim aandacht voor wiskundige activiteiten: wiskundig probleemaanpakken, onderzoeken met modellen, en redeneren en formuleren.

### Wiskunde maatschappij

Wiskunde maatschappij richt zich op het functioneel gebruik van wiskunde bij probleemsituaties van abstracte en realistische aard. Het vak gebruikt contexten met actuele sociaal-economische thema's. Voor gamma schoolvakken zoals aardrijkskunde is het nodig om over wiskundig inzicht en kwantitatieve informatie te beschikken (Rietbergen, 2023), of over leesbare en heldere infographics over de staat van de mondiale bestaansbronnen (Porcelijn, 2021). Ook historisch-economische analyses maken veelvuldig gebruik van wiskundige representaties van inkomensverdeling en -ontwikkeling (Piketty, 2022; Alvaredo

et al., 2018). Wiskunde maatschappij leert leerlingen diverse wiskundige, statistische representaties te lezen en gebruiken.

Het vak houdt de wiskunde zo concreet mogelijk en in verbinding met alledaagse taal, en steekt in op een beperkte mate van abstractie en formalisering. Leerlingen leren vragen te stellen, argumenten te formuleren en wiskundige uitwerkingen kritisch te analyseren. De examenprogramma's zijn gericht op het onderhouden van rekenvaardigheden en een basis van gecijferdheid, begrip van data en statistiek (data-geletterdheid of statistische geletterdheid). Burgerschapsvaardigheden komen hiermee ook ruim aan bod.

#### *Wiskunde maatschappij - C&M*

Wiskunde maatschappij - C&M (voor havo en vwo) heeft een beperkte ontwerpruimte. Een goede implementatie van dit vak vraagt om voldoende onderwijstijd en om andere werkvormen dan in de andere examenprogramma's. Een deel van het programma kan in projectvorm aangeboden worden, ook domein A (wiskundige concepten). Vanuit de keuzeruimte en vanuit verbindingen met andere vakken is er ruimte om aandacht te besteden aan de relatie tussen wiskunde en cultuur.

De algebraïsche vaardigheden zijn voor havo eenvoudige herleidingen, eenvoudige lineaire vergelijkingen, en inzicht in de lineaire en de exponentiële standaardfunctie. Bij vwo zijn de algebraïsche vaardigheden daarnaast breuken en wortelvormen, uitgebreider herleiden, rekenen met machten, het uitvoeren van substituties, en inzicht in omgekeerd evenredige verbanden. Wiskunde maatschappij - C&M voor vwo besteedt ook aandacht aan de karakteristieken van functies en aan veranderingsgedrag van grafieken van de genoemde functies. Bij vwo leren leerlingen wiskunde in te zetten in verschillende fasen van empirisch onderzoek.

#### *Wiskunde maatschappij - E&M*

Wiskunde maatschappij - E&M biedt een stevige basis om te redeneren en te werken met verbanden en met data. Leerlingen verwerven een breed repertoire aan wiskundige technieken, ook met gebruik van digitaal wiskundig gereedschap. Statistische vaardigheden en onderzoeksmethodiek krijgen ruim aandacht en er wordt een link gelegd met datawetenschappen. Leerlingen leren wiskunde in te zetten in verschillende fasen van onderzoek. In de wiskundige activiteiten is er aandacht voor de samenhang met andere vakken, onder andere via werken met modellen, probleem aanpakken, en datasets.

Naast het gebruik van rekenregels betreffen de algebraïsche vaardigheden ook het werken met de karakteristieken van standaardfuncties en het redeneren met



formules. Leerlingen leren breuk- en wortelvormen, haakjes wegwerken, rekenen met machten, en het uitvoeren van substituties. Het examenprogramma betreft lineaire, kwadratische, exponentiële en omgekeerd evenredige functies. De examenprogramma's besteden aandacht aan de karakteristieken en aan veranderingsgedrag van de grafieken van de genoemde functies. Bij vwo betreffen de algebraïsche vaardigheden, naast die van havo, het herleiden van vergelijkingen van meer diverse vormen. Ook algoritmes om een machtsvergelijking op te lossen komen aan bod. Naast de genoemde functies voor het examenprogramma voor havo komen polynomen en wortelfuncties aan bod. Tot slot leggen de leerlingen op vwo een basis in differentiaalrekening.

### **Wiskunde natuur**

Wiskunde natuur laat leerlingen verdiepend kennismaken met wiskundige concepten en denk- en werkwijzen. Een belangrijk onderdeel is het functioneel gebruik bij probleemsituaties, abstract wiskundig en in contexten. Wiskunde natuur bestudeert probleemsituaties en modellen uit de natuur, techniek en gezondheid. Leerlingen krijgen te maken met complexe, samenhangende stapelingen van wiskundige concepten en procedures en het formaliseren hiervan. Ook leren ze wiskundige concepten en denk- en werkwijzen te gebruiken om te werken aan maatschappelijke kwesties en probleemsituaties uit andere vakken.

#### *Wiskunde natuur - N&G*

Wiskunde natuur - N&G is een deel van wiskunde natuur - N&T. Leerlingen van beide natuurprofielen krijgen een basis in kansrekening en statistiek, en een verdieping in differentiaal- en integraalrekening. Onderwerpen lenen zich om een link te leggen met het vak biologie, bijvoorbeeld bij de analyse van verschillen tussen behandelingen in de medische zorg of in de landbouw en bij analyse van populatieveranderingen met dynamische wiskundige modellen. Met differentiaalvergelijkingen wordt een link gelegd met onder andere het vak natuurkunde.

#### *Wiskunde natuur - N&T*

Naast het gemeenschappelijke deel met wiskunde natuur - N&G heeft wiskunde natuur - N&T een deel meetkunde met wiskunde die nodig is voor natuurwetenschappelijke en technische vervolgopleidingen. Vanuit de meetkunde versterken leerlingen ook andere wiskundige vaardigheden, die ze benutten in het gemeenschappelijke deel met de leerlingen met het profiel N&G.

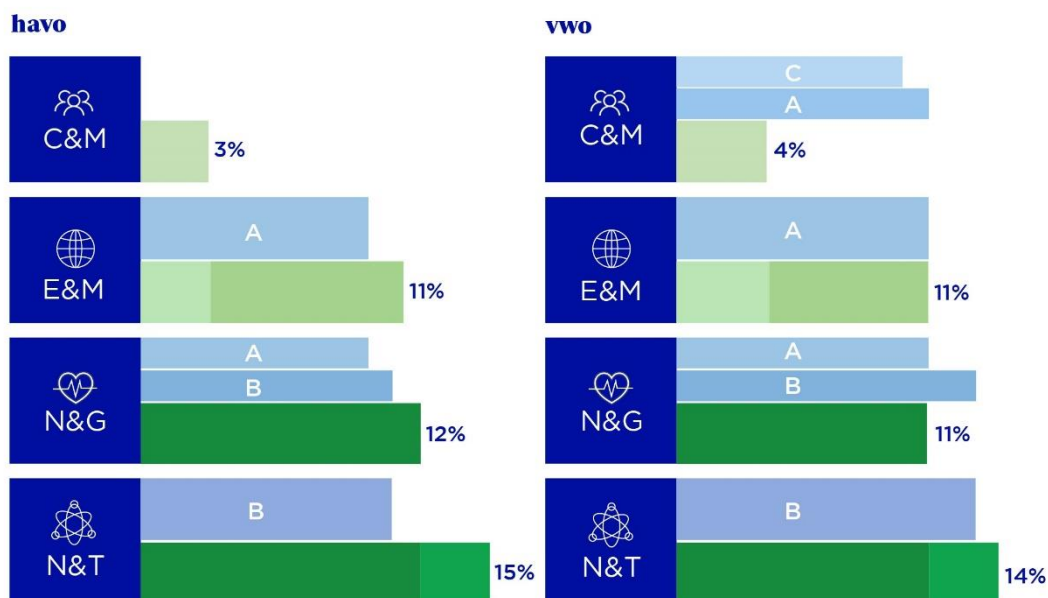
## Uitvoerbaarheid

We vergelijken de conceptexamenprogramma's met de huidige examenprogramma's voor wiskunde A, B en C, eerst ten aanzien van de totale ontwerpruimte en vervolgens ten aanzien van de wiskundige inhoud gerelateerd aan analyse, statistiek en meetkunde.

### Ontwerpruimte per vak

De ontwerpruimte voor de nieuwe en de huidige examenprogramma's is weergegeven in figuur 1. De opvallende verschillen van de voorgestelde vakkenstructuur ten opzichte van huidige conceptexamenprogramma's wiskunde A, B en C zijn:

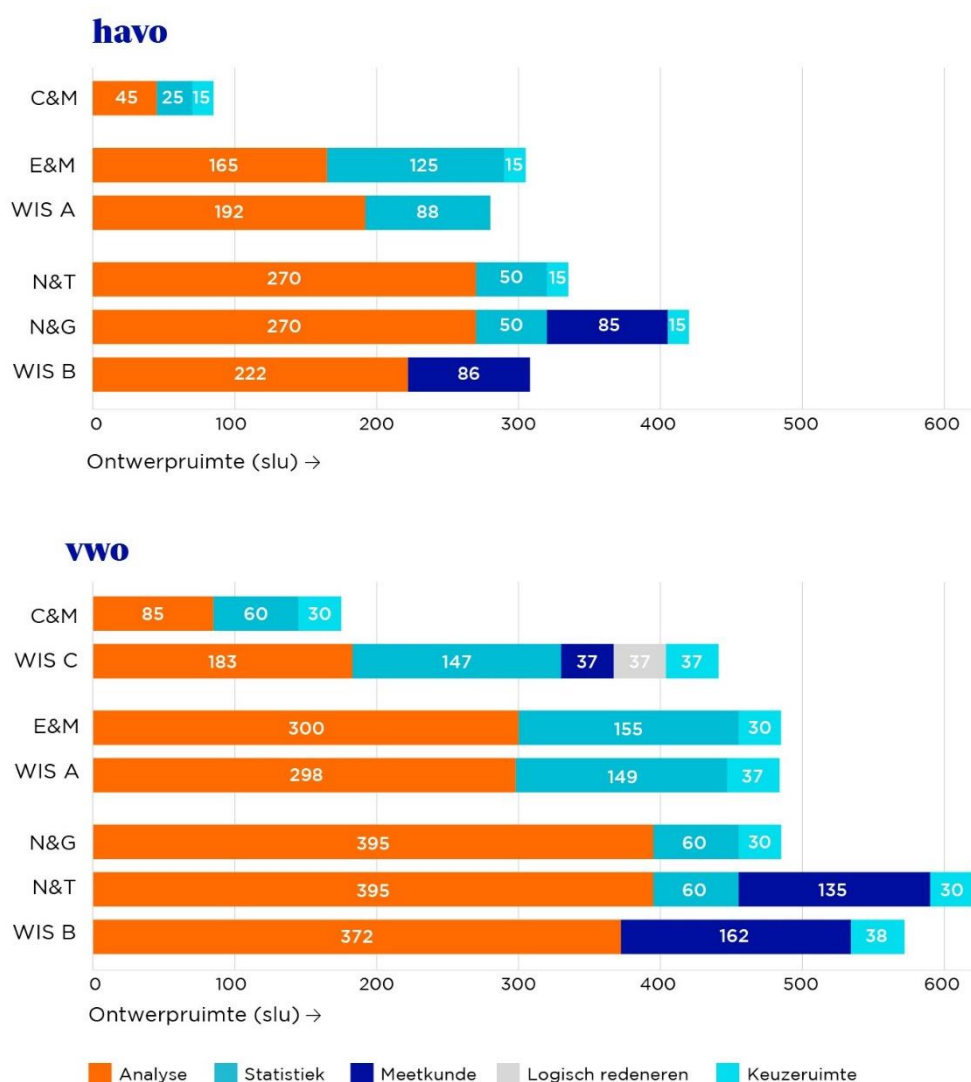
- Wiskunde maatschappij - C&M heeft een geringe omvang en is nieuw voor havo (of in plaats van het huidige vak rekenen). Voor vwo heeft dit vak 40 procent van de omvang van wiskunde C (6 procentpunt minder ontwerpruimte).
- Wiskunde maatschappij - E&M heeft vergelijkbare omvang als wiskunde A (voor havo 1 procentpunt meer).
- Wiskunde natuur - N&G is voor havo iets groter: 2 procentpunt meer dan wiskunde A; 1 procentpunt meer dan wiskunde B. Voor vwo is er sprake van gelijke omvang ten opzichte van wiskunde A; wiskunde natuur is 2 procentpunt kleiner dan wiskunde B.
- Wiskunde natuur - N&T is voor havo beduidend groter (4 procent meer) dan wiskunde B en voor vwo 1 procent meer dan wiskunde B.



Figuur 1: Ontwerpruimte voor conceptexamen-programma's (groen) en huidige examenprogramma's (blauw).

### Ontwerpruimte naar inhoud: analyse, statistiek en meetkunde

Voor het ontwerp van de programma's heeft de vakvernieuwingscommissie keuzes gemaakt voor een verdeling van ontwerpruimte over analyse, statistiek en meetkunde (Figuur 2). In elk examenprogramma is een klein deel aan keuzeruimte opgenomen. De vakvernieuwingscommissie heeft de conceptuele subdomeinen als volgt gegroepeerd: *analyse* betreft de subdomeinen A2 (getallen en variabelen), A4 (verbanden) en A5 (verandering); *statistiek* betreft subdomein A3 (data en kans); en *meetkunde* betreft het subdomein A6 (analytische meetkunde). De ontwerpruimte is weergegeven in studielasturen (slu) voor havo en vwo en gebaseerd op het kader ontwerpruimte (SLO, 2022, 2024c).



Figuur 2. Ontwerpruimte (slu) naar inhoud voor de conceptexamenprogramma's vergeleken met de huidige examenprogramma's wiskunde A, B en C.

Met het oog op de uitvoerbaarheid heeft de vakvernieuwingscommissie de volgende keuzes gemaakt:

- Wiskunde maatschappij - C&M is een nieuw, klein vak. Het examenprogramma bestaat uit vier ongeveer gelijke delen: i) rekenvaardigheid, ii) verbanden en algebra, iii) statistiek, en iv) keuzeruimte. Wat haalbaar is en hoe dit in de praktijk uitpakt, hangt sterk samen met keuzen ten aanzien van didactiek, onderwijs- en toetsvormen.
- Wiskunde maatschappij - E&M heeft een vergelijkbare indeling en omvang als wiskunde A. Voor havo kiest de commissie voor meer aandacht voor statistiek, hetgeen implicaties heeft voor de haalbaarheid van het gedeelte analyse.
- Wiskunde natuur - N&G is even groot als wiskunde A en kleiner dan wiskunde B. Leerlingen in het profiel N&G krijgen geen meetkunde. Voor leerlingen met profiel N&G die anders wiskunde B zouden kiezen, is het aandeel analyse van het programma vergelijkbaar. Voor leerlingen met profiel N&G die anders wiskunde A zouden kiezen, is het aandeel analyse in het programma fors omvangrijker, terwijl het aandeel statistiek fors kleiner is.
- Wiskunde natuur - N&T is groter dan wiskunde B, wat zich vertaalt in een groter aandeel analyse (algebra, verbanden en verandering). Het deel meetkunde is kleiner dan in de huidige programma's.

In hoofdstuk 4 (4.3) bespreken we de aandachtspunten die voortkomen uit specifieke verschillen per examenprogramma.

### **2.2.6 Aandacht voor doeldomeinen**

Het funderend onderwijs heeft een belangrijke functie in het toerusten van leerlingen voor de huidige en toekomstige samenleving. Het beoogt alle leerlingen, ongeacht hun potentie, interesse, ambitie of achtergrond, gelijke kansen te bieden om kennis, vaardigheden en houdingen te ontwikkelen en doelen te bereiken. Dit komt tot uitdrukking in drie doeldomeinen waarop het funderend onderwijs, dus ook in de bovenbouw van het vo, gericht is: kwalificatie, socialisatie en persoonsvorming:

- Kwalificatie: leerlingen realiseren hun potentieel en kwalificeren zich voor vervolgstudie en beroep.
- Socialisatie: leerlingen zijn bekend met culturen en verbinden zich daarmee.
- Persoonsvorming: leerlingen doen ervaringen op die aanzetten tot nadenken over henzelf als persoon in de wereld.

Deze drie doeldomeinen worden in het onderwijs in onderlinge samenhang gerealiseerd. Het gaat hier om drie werkdefinities van doeldomeinen en nadrukkelijk niet om onderwijskundige definities.

De karakteristieken beschrijven hoe wiskunde wordt gebruikt om de wereld te beschrijven, structureren, organiseren en begrijpen. Dit wordt geïllustreerd met veelzijdige thema's uit maatschappij en bedrijfsleven in de publicatie *Succesformules*, dat als motto heeft: "wiskunde is als zuurstof" (Mols & Smeets, z.j.). Hoewel dit in zekere zin voor elk vak geldt, heeft wiskunde een kenmerkende eigen methodiek en vaktaal. Wiskundige concepten, activiteiten en denkwijzen zijn in veel gevallen bepalend voor inzicht in sectoren, en kennis ervan is kwalificerend voor toegang tot banen in deze sectoren. Een zekere wiskundige bagage heeft veelal een sterke invloed op hoe leerlingen kijken naar samenlevingen en deelnemen aan culturen. Onderliggend krijgen de leerlingen een repertoire aan wiskundige technieken en houvast aan een structuur om na te denken over de wereld.

In de eindtermen streeft de commissie naar een haalbaar programma dat leerlingen algemeen vormt en goed voorbereidt op verschillende vervolgopleidingen (accent op kwalificatie). Een voorbeeld bij wiskunde natuur is eindterm 33: De leerling gebruikt differentiaalvergelijkingen als dynamisch model in profielgerichte context. Deze eindterm is direct toepasbaar in een studie natuurkunde als de bewegingswetten van Newton wiskundig worden behandeld.

Leren en onderwijzen van wiskunde is een sociaal proces waarbij leerlingen leren communiceren met en over wiskunde (accent op socialisatie). Bijvoorbeeld eindterm 40: de leerling communiceert in de vaktaal van de wiskunde.

Bij wiskunde werken leerlingen samen, zoeken hulp bij anderen en oriënteren zich op welke wiskunde in welke beroepen wordt gebruikt. Daarom is er veel aandacht voor inzicht in wiskundige concepten, toepassingen in profielspecifieke probleemsituaties, en inzicht in de eigen houding ten aanzien van wiskunde (accent op persoonsvorming). Het gaat hier bijvoorbeeld om het proactief gebruiken van wiskunde in (wiskundig) onderzoek en om het beoordelen hoe wiskunde voorkomt in de media. Bijvoorbeeld over de rol van wiskundige modellen in maatschappelijke kwesties.

### **2.2.7 Samenhang tussen vakken**

Samenhang is een belangrijk curriculair vraagstuk dat richting geeft aan de ambitie om overladenheid te voorkomen en betekenisvol onderwijsmateriaal te ontwikkelen. Het vraagstuk kenmerkt zich paradoxaal genoeg door een veelheid aan geslaagde praktijkvoorbeelden en tegelijkertijd een beperkte wetenschappelijke onderbouwing (Wetenschappelijke curriculumcommissie, 2020, 2021). Juist om deze samenhang te bewerkstelligen is het noodzakelijk om losse eindtermen te overstijgen en het geheel te overzien (Højgaard, 2024). De gezamenlijke architectuur van curriculaire raamwerken is een eerste noodzakelijke stap om tot horizontale en verticale samenhang te komen, ook volgens de wetenschappelijke curriculumcommissie.

Afstemming met andere vakken vindt integraal plaats vanuit de drie domeinen. Het domein wiskundige oriëntatie heeft een oriënterend karakter op de wiskunde en op verbindingen met andere vakken. Van hieruit ontstaan profielspecifieke vertakkingen naar het domein wiskundige activiteiten. Zo volgen bijvoorbeeld leerlingen met het E&M-profiel een empirische onderzoekscyclus en leren leerlingen met het N&T-profiel werken met dynamische modellen. Vanuit deze profielspecifieke invulling wordt een repertoire aan wiskundige concepten aangewend (domein A). Profielspecifieke contexten en samenhang worden concreet gemaakt in de voorbeelden (te denken valt aan) bij de eindtermen.

In kader 5 illustreren we met een aantal eindtermen hoe verschillende delen van het conceptexamenprogramma wiskunde maatschappij - E&M op elkaar ingrijpen en verticale en horizontale samenhang bevorderen.

### **Wiskundige concepten**

6. De leerling exploreert profielgerelateerde data met digitaal wiskundig gereedschap.

9. De leerling onderzoekt de statistische samenhang tussen twee variabelen.

*Wiskunde biedt instrumenten om te meten en om precisie en betrouwbaarheid van de resultaten te beoordelen.*

Bij wiskunde wordt de basis gelegd voor redeneren met formules in andere vakken via de eindtermen:

05. De leerling werkt met grootheden en eenheden

12. De leerling redeneert met verbanden tussen variabelen

### **Wiskundige activiteiten**

34. De leerling werkt volgens een statistische onderzoekscyclus.

*Deze eindterm gaat over populatie en steekproef, hypothesen en variabelen, en primaire en secundaire data. Bijvoorbeeld wordt een steekproef van lengte  $n$  genomen.*

### **Wiskundige oriëntatie**

40. De leerling communiceert in de vaktaal van de wiskunde.

*De leerling doet verslag doen van onderzoeksmethoden en resultaten. In dit verslag staat een statistische verantwoording.*

41. De leerling past wiskundige denkwijzen toe.

*Een wiskundige concretiseert, classificeert en structureert. Concreet: een populatie mensen met voorkeur geclassificeerd volgens voor/tegen wordt gerepresenteerd als  $N$  elementen met twee verschillende eigenschappen (voor/tegen).*

42. De leerling herkent en gebruikt wiskunde in dagelijkse, maatschappelijke en onderwijsgerichte situaties.

*De leerling vraagt zich af hoe een groep mensen denkt over een specifiek onderwerp en relateert deze vraag aan wiskundige denkwijzen. Een kijkvenster in een doos met knikkers is een abstractie van een steekproefsgewijze waarneming in een populatie.*

Kader 5: Voorbeelden (cursief) bij eindtermen in samenhang.

## 2.3 Toelichting op concepteindtermen

*Wat zijn eindtermen?*

Een eindterm is een wettelijk doel, waarin staat beschreven welke kennis, vaardigheden en/of houdingen leerlingen aan het einde van het voortgezet onderwijs minimaal bereikt moeten hebben.

Bij de eindtermen worden verschillende typen doelen uitgewerkt:

- *beheersingsdoelen* – deze beschrijven de te realiseren leeropbrengsten: minimale streefwaarden met betrekking tot kennis, vaardigheden en houdingen;
- *ervaringsdoelen* – deze beschrijven welke inspanning van een leerling wordt verwacht met het oog op ervaringen of expressieve reacties.

In de praktijk kan er sprake zijn van een hybride uitwerking van eindtermen: één eindterm bevat zowel een beschrijving van leeropbrengsten als ervaringen.

*Hoe zijn eindtermen opgebouwd?*

De eindtermen zijn concreter dan in de huidige examenprogramma's. De eindtermen kennen een vaste opbouw:

- *doelzin* – deze omvat het hele doel en begint altijd met 'De leerling'. De doelzin beschrijft de leerinhoud, denkactiviteiten en/of waarneembaar gedrag;
- *uitwerking* – hierin worden de leerinhouden en/of de context verder uitgewerkt. Ook de omstandigheden waarin en de middelen waarmee het leren plaatsvindt, kunnen hier een plek krijgen. De uitwerking begint altijd met 'Het gaat hierbij om'.

Doelzin en uitwerking vormen samen een logisch, consistent en afgebakend geheel. Naast de doelzin en de uitwerking zijn illustraties uitgewerkt bij elke eindterm. Deze beginnen met 'Te denken valt aan'. Omdat alleen de doelzin en de uitwerking een wettelijke status krijgen, moeten de formuleringen daarvan ook zonder de 'Te denken valt aan' te begrijpen zijn.



### 2.3.1 Differentiatie schoolsoorten en examenprogramma's

#### *Differentiatie omschreven*

Omdat het havo voorbereidt op het hbo, is er nadrukkelijk aandacht voor beroepsgerichte contexten en het oplossen van praktische problemen. Het functioneel gebruik van wiskunde staat centraal, met inzicht in wiskundige concepten, activiteiten en denkwijzen, en de samenhang daartussen. Leerlingen leren onderzoek uit te voeren in praktische, complexe probleemsituaties. Ze gebruiken wiskundige redeneringen met helder geformuleerde aannames en beperkingen, en rapporteren mondeling en schriftelijk over hun aanpak en bevindingen.

Het vwo bereidt voor op wetenschappelijke opleidingen en is daarom gericht op wetenschappelijke contexten. Leerlingen krijgen meer concepten dan op de havo, die ze breder en dieper leren. Voor de aansluiting met het vervolgonderwijs is de onderbouwing van die concepten formeler en abstracter. Inzicht in de achtergrond en de samenhang van wiskundige onderwerpen is belangrijk. Leerlingen leren onderzoek doen, een probleemaanpak formuleren en een probleem oplossen in complexe, omvangrijke en minder afgebakende probleemsituaties.

#### *Differentiatie vanuit het conceptraamwerk*

Differentiatie tussen havo en vwo en tussen de verschillende examenprogramma's gebeurt vanuit het gemeenschappelijke raamwerk. Daartoe zijn voor een aantal eindtermen de doelzinnen, de uitwerkingen, en de voorbeelden onderscheidend geformuleerd. De tweede wijze van differentiatie gebeurt door het al dan niet opnemen van een doelzin of uitwerking in een examenprogramma. Bijlage 8 geeft een overzicht van deze verschillen tussen de conceptexamenprogramma's.

De derde wijze van differentiatie binnen een examenprogramma volgt uit een indicatieve inschatting van ontwerpruimte van de eindtermen ten opzichte van elkaar (bijlage 7). Tot slot geeft bijlage 6 een verbijzondering van vaardigheden in rekenen en algebra per examenprogramma.

### **2.3.2 Aandacht voor beheersing en ervaringen**

In de conceptexamenprogramma's staan een beperkt aantal ervaringsdoelen in domeinen B (wiskundige activiteiten) en domein C (wiskundige oriëntatie). Vanuit de aard van de wiskunde zijn er overwegend beheersingsdoelen geformuleerd. Leerlingen stapelen wiskundige kennis en breiden die uit om gecompliceerd en geïnternaliseerd te gebruiken op een volgend niveau van wiskundig denken en werken.

Ervaringsdoelen betreffen eindterm 42 (wiskunde en wereld) en eindterm 43 (oriëntatie op loopbaan en beroep). Hier gaat het juist om hoe leerlingen zich, deels vanuit eigen affiniteit, inspannen om hun wiskundige kennis aan te wenden in diverse contexten en deze ervaring te gebruiken om keuzes te maken, bijvoorbeeld over vervolgonderwijs en loopbaan. Contexten vanuit deze eindtermen worden gebruikt in de domeinen A en B.

### **2.3.3 Aandacht voor kennis en vaardigheden**

In de conceptexamenprogramma's zijn aspecten van kennis en vaardigheden uitgewerkt volgens de handreiking Vaardigheden in het landelijke curriculum (Sol en Visser, 2023). Vaardigheden worden in dit rapport als volgt gecategoriseerd: i) leervoorwaardelijke vaardigheden, ii) basisvaardigheden, iii) vakspecifieke vaardigheden, iv) denkvaardigheden, en v) samengestelde vaardigheden (bijvoorbeeld onderzoeken, ontwerpen en oriënteren op loopbaan en beroep). Deze indeling doorsnijdt het raamwerk voor de wiskunde. Vanuit het domein wiskundige houding is er aandacht voor leervoorwaardelijkheid, bijvoorbeeld is beheersing van wiskundevaktaal een leervoorwaarde. Vanuit domein B (wiskundige activiteiten) is er aandacht voor onderzoek en ontwerp, zowel vanuit empirie als met wiskundige modellen. Tot slot wordt er bij veel eindtermen aandacht besteed aan analytisch en kritisch denken en aan wiskundig onderzoekend redeneren en leren.

Onderscheidend zijn kennis van feiten, concepten, procedures en metacognitie, of metacognitieve kennis. De doorsnijdende basis van kennis (feiten, concepten en procedures) wordt gelegd in domein A (wiskundige concepten). De bijlage 6, 7 en 8 geven een gedetailleerd overzicht van verschillen tussen de conceptexamenprogramma's. De verschillen in rekenvaardigheden, algebraïsche vaardigheden en kennis van wiskundige functies werken door in de aard van de wiskundige activiteiten die leerlingen uitvoeren (domein B). Deze basis bepaalt het gebruik van wiskunde en hoe leerling zich oriënteren op het vak (domein C). Vanuit het subdomein C2 (wiskundige houding) is er aandacht voor metacognitie. Elk examenprogramma heeft zo een basis van concepten, activiteiten en toepassingen die onderling verweven zijn.

#### **2.3.4 Aandacht voor geletterdheid**

Geletterdheid is het vermogen om te lezen, te schrijven en informatie te begrijpen en doelgericht te gebruiken. In de Handreiking taaldenkfuncties in de Concept-examenprogramma's staat de koppeling tussen talige kennis en vaardigheden en vakinhouden centraal. Specifiek gaat het om taaldenkfuncties, die de verbinding zichtbaar maken tussen de talige en cognitieve handelingen van leerlingen.

Taaldenkfuncties, en daarmee de rol van taal en geletterdheid, komen tot uitdrukking in de eindtermen met een aantal specifieke handelingswerkwoorden. Bij handelingen zoals redeneren met en over, interpreteren, benoemen, onderscheiden, formuleren, vertalen, verwoorden en beargumenteren, combineren de leerlingen actief de taal van de wiskunde en de Nederlandse taal. Het is vanuit het oogpunt van geletterdheid wenselijk dat de leerlingen zelf ook kennis hebben van het examenprogramma en leerstrategieën ontwikkelen. Geletterdheid begint bij het zich oriënteren op het vak wiskunde, met aandacht voor zorgvuldig formuleren en communiceren (domein C). Van daaruit verantwoorden de leerlingen wiskundige activiteiten zoals modelleren, empirisch onderzoeken, bewijzen en probleemaanpakken (domein B) in wiskundige en alledaagse taal, vanuit een profielspecifieke basis van wiskundige kennis (domein A). Deze explicitering van taaldenkfuncties biedt leerlingen en leraren handvatten voor didactiek, differentiatie naar niveaus, en remediëring.

#### **2.3.5 Aandacht voor burgerschap**

De startnotitie Burgerschap voor de bovenbouw vo (Visser & Gelink, 2021) en de conceptkerndoelen voor burgerschap (SLO 2024) gaan in op kritische denkvaardigheden en een analytische, onderzoekende houding ten aanzien van maatschappelijke en planetaire vraagstukken. Het werken aan deze vraagstukken vereist rekenkundige en wiskundige vaardigheden (Hoogland en Meeder, 2007; Hoogland et al., 2021; Hoogland, 2023)), en ruime aandacht voor samenhang tussen de wiskundepraktijk en bètavakken en gammavakken (Guérin et al., 2021; Savelsbergh, 2019; Steffensen, 2017). Voorbeelden hiervan zijn het omgaan met schaalniveaus van lokaal naar mondiaal, de analyse van de impact van leefstijlen op de leefomgeving, begrip en gebruik van informatie en kentallen over bevolking, welvaart en klimaat, en enig begrip van het gebruik van wiskundige modellen. Voorbeelden uit natuurwetenschappelijke contexten zijn het gebruik van minder frequent gebruikte eenheden zoals terawatt, eenhedenanalyse en het redeneren met formules.

In domein C (wiskundige oriëntatie) is er ruimte voor verkenning van en meningsvorming over vraagstukken over maatschappij, natuur en leefomgeving. De wiskundige uitwerking hiervan vindt plaats in domein B (wiskundige

activiteiten), bijvoorbeeld door modelmatig en empirisch onderzoek. Ook in domein A (wiskundige concepten) worden actuele en betekenisvolle contexten gebruikt om te redeneren met en over wiskunde. In het bijzonder leent eindterm 7, over statistiek in de media en onderzoek, zich hiertoe.

### 2.1.6 Aandacht voor digitale geletterdheid

Bij het vormgeven van digitale geletterdheid in de conceptexamenprogramma's heeft de vakvernieuwingscommissie zich gebaseerd op onder andere de startnotitie Digitale geletterdheid (De Vries & van Rooyen, 2021). De belangrijkste uitgangspunten zijn:

- De focus ligt op het werken met digitaal wiskundig gereedschap. Hierbij wordt digitaal wiskundig gereedschap ingezet om wiskundig inzicht te vergroten (cTWO, 2007).
- De leerlingen wordt de mogelijkheid geboden om technisch vaardig te worden in het gebruik van digitaal wiskundig gereedschap, waarbij vermeden moet worden dat ze dit onderdeel zien als een 'knoppencursus'.
- De wisselwerking tussen de inzet van digitaal wiskundig gereedschap en het handmatig vaardig zijn in algebra moet worden onderzocht (Wolfram, 2020; Grgurina, 2021).
- De organiseerbaarheid van de inzet van digitaal wiskundig gereedschap mag niet uit het oog worden verloren, maar moet evenmin op voorhand het denken erover verhinderen (DUO, 2021).

Vanuit de conceptkerndoelen voor digitale geletterdheid (kader 6) werken door in de examenprogramma's voor wiskunde. Categorisering van digitaal wiskundige gereedschap staat in subdomein B5 (digitaal wiskundig gereedschap) en dit wordt uitgewerkt in de andere relevante eindtermen.

Domein	Kerndoel DG onderbouw vo
Praktische kennis & vaardigheden	1. Digitale systemen 2. Digitale media en informatie 3. Veiligheid en privacy 4. Data 5. Artificiële intelligentie
Ontwerpen en maken	6. Creëren met digitale technologie 7. Programmeren
Wisselwerking tussen digitale technologie, digitale media, mens en samenleving	8. Digitale technologie, jezelf en de ander 9. Digitale technologie, de samenleving en de wereld

Kader 6: Conceptkerndoelen digitale geletterdheid. Bron: Grgurina, et al. (maart 2024).

De doelzin van eindterm 38 betreft het zich verhouden tot digitale technologieën in het algemeen: De leerling gebruikt geschikte digitaal gereedschap. Het gaat hier om een ervaringsdoel. In de wiskundepraktijk kan voortgebouwd worden op de conceptkerndoelen digitale geletterdheid, in het bijzonder 1, 2, 3, 5, 8 en 9. Het gaat erom dat leerlingen het juiste digitale wiskundige gereedschap weten te vinden en adequaat inpassen in leerstrategieën van leren om te gebruiken tot gebruiken om te leren (Levin & Mamlok, 2021).

In elk domein is het gebruik van digitaal wiskundig gereedschap ondersteunend aan het leerproces op verschillende wijzen. Bij complexere algebraïsche vraagstukken kunnen computer algebra systemen of een grafisch numerieke rekenmachine gebruikt worden om wiskundige vermoedens te exploreren, oplossingen te vergelijken en te controleren, en te rapporteren over uitgevoerd wiskundig werk. Digitaal wiskundig gereedschap is onmisbaar bij het exploreren van datasets en het simuleren van steekproeven in subdomein A3 (data en kans). En tot slot kunnen dynamische meetkundeprogramma's worden ingezet bij complexere meetkundige vraagstukken.

De eerder genoemde vijf soorten digitaal wiskundig gereedschap<sup>10</sup> sluiten aan bij specifieke conceptkerndoelen digitale geletterdheid:

- Kerndoel 4 over data betreft gebruik van datasoftware. Omgaan met data wordt vormgegeven in de context van statistiek: leerlingen gebruiken datasoftware om bijvoorbeeld data te ontsluiten en te ordenen, probleemsituaties te visualiseren, vraagstukken en wiskundige vermoedens te formaliseren in formules, data te selecteren en te analyseren, en tot conclusies te komen.
- Kerndoel 6 over het creëren met digitale technologie betreft gebruik van grafische, numerieke en symbolische methoden. Deze methoden hebben een plaats in de subdomeinen A4 (verbanden), A5 (verandering) en A6 (analytische meetkunde). Leerlingen gebruiken digitaal wiskundig gereedschap om eigenschappen van verbanden te bepalen, differentiaalvergelijkingen op te stellen en op te lossen en eigenschappen van meetkundige configuraties te onderzoeken. Er zijn ook verbindingen met de subdomeinen B3 (redeneren en bewijzen) en B4 (wiskundig probleemaanpakken) waarbij digitaal gereedschap van nut is, bijvoorbeeld om wiskundige vermoedens te exploreren, voorafgaand aan het uitwerken van formele oplossingen.  
Er is een nauwe relatie tussen probleemaanpakken en computationeel denken. Wanneer wiskundige routines als algoritmes worden geformuleerd, dan kan probleemaanpakken worden gezien als het

---

<sup>10</sup> In eindterm 38: grafische methoden, numerieke methoden, symbolische methoden, datasoftware, en modelleren.

creatief kiezen, aanpassen en combineren van algoritmes met verbindende heuristieken. Probleemaanpakken betreft ook het kiezen van geschikt digitaal gereedschap, en het transformeren van een talig probleem naar een digitaal computationeel probleem.

- Kerndoel 7 over programmeren betreft het onderzoeken van wiskundige modellen. Digitale geletterdheid speelt een rol bij het vormgeven van een wiskundig model met behulp van de computer. Daarbij kan programmeren een rol spelen en kunnen leerlingen modellen gebruiken om te voorspellen of te simuleren.

### **2.3.7 Aandacht voor diversiteit en inclusiviteit**

De werkopdracht verbindt aandacht voor diversiteit en inclusiviteit aan het bevorderen van kansengelijkheid. Het beoordelingskader hiertoe aangedragen door de Wetenschappelijke Curriculumcommissie (2021) bestaat uit negen criteria die verwijzen naar: i) gebruik van betekenisvolle en maatschappelijke contexten, ii) aandacht voor metakennis over leren en studeren en meertaligheid, iii) doorlopende leerlijnen, en iv) naar keuzeruimte en uitvoerbaarheid voor scholen en voor leerlingen. In de lespraktijk is er lesmateriaal nodig met een gevarieerde opdrachten, veel aandacht voor systematisch verbinden van kennis en redeneren over kennis en hierbij stil te staan bij de mindset van de leerlingen (Hoeve en Alpár, 2020). Op de huidige arbeidsmarkt, met gebrek aan mensen met een bèta-achtergrond, versterkt een gevarieerde en brede wiskundige kennis de kansen van de leerlingen (evenals een voorbeeld uit de 18<sup>e</sup> eeuw, beschreven door Krüger, 2012).

De vakkenstructuur van vier profielspecifieke examenprogramma's biedt verschillende perspectieven van waaruit leerlingen met wiskunde bezig zijn. Voor elk examenprogramma is de inhoud van domein A (wiskundige concepten) en B (wiskundige activiteiten) toegesneden op wat leerlingen nodig hebben voor vervolgopleiding en bij andere vakken. In de onderwijspraktijk werkt dit door op aspecten zoals een adequate en gelijke toegang tot digitaal wiskundig gereedschap voor alle leerlingen, mogelijkheden om aan te sluiten bij eigen interesse en affiniteit (in het hele programma en in het bijzonder in de keuzeruimte).

Praktische aandacht voor diversiteit en inclusiviteit komt terug in domein C (wiskundige oriëntatie). In dit domein wordt ingegaan op de vaktaal van de wiskunde en op de rol van wiskunde in de praktijk. Door aandacht te geven aan hoe wiskundeonderwijs landt bij de leerlingen, ontstaan er mogelijkheden om aan te sluiten bij andere schoolvakken, bij actuele kwesties, en bij wiskunde en statistiek in de media. De leerlingen bekwamen zich immers in het stellen van vragen, bijvoorbeeld bij oriëntatie op loopbaan en beroep.

In domein C gaat het om het ontdekken van eigen kwaliteiten en interesses door de leerlingen. Leerlingen ontdekken of ze wiskunde leuk vinden, en tot welk praktisch en formeel niveau ze aangehaakt blijven. Leerlingen krijgen inzicht in wiskundige denkwijzen en hiertoe worden contexten benut die herkenbaar zijn voor leerlingen. Het stellen van vragen door leerlingen helpt ook om de leefwerelden van leerlingen te benutten voor het leren van wiskunde. Vanuit aandacht voor hoe zich te verhouden tot wiskunde, wordt het risico op afhaken kleiner. Leerlingen blijven niet achter met stereotype gedachten zoals "ik begreep niets van wiskunde".

In subdomein C1 (formuleren en communiceren) gaat het om het schakelen tussen de wiskundetaal in symbolen en begrippen en de Nederlandse taal. Er is aandacht voor het kunnen volgen van uitleg en instructie en voor het adequaat verslag doen van een wiskundige aanpak.

In subdomein C2 (wiskundige houding) leren de leerlingen over verschillende perspectieven op wiskunde: i) naar de aard van wiskundig denken, ii) over de plaats van wiskunde in de praktijk, en iii) hoe zich te verhouden tot wiskunde, gerelateerd aan beroepskeuze. In dit subdomein kan het ook gaan om de sociale dynamiek bij toepassing en ontwikkeling van wiskundige kennis, historisch of actueel. Te denken valt aan de rol van onderzoeken en peilingen in politiek en besluitvorming en aan de impact van wiskunde op technologische ontwikkelingen.

Tot slot is er aandacht voor de sociale dynamiek rondom het gebruik van wiskundige kennis. Doordat leerlingen kritisch kijken naar hoe wiskunde in de maatschappij wordt gebruikt, doen ze inzicht op over de sociale dynamieken die daarbij komen kijken. Daarmee wordt expliciet gemaakt dat de toepassing van wiskunde onderhevig is aan sociale processen. Dit is wenselijk vanuit het perspectief van diversiteit. Verschillende grote wiskundigen hielden zich immers ook bezig met ethische, morele en politieke aspecten van hun tijd.

### **2.3.8 Aandacht voor oriëntatie op jezelf, studie en beroep**

In een examenprogramma staat wat leerlingen leren. Dat betekent dat we in het examenprogramma niet spreken van loopbaanoriëntatie en -begeleiding (LOB), maar van wat de leerling doet: oriënteren op studie en beroep. LOB wordt door de school georganiseerd en vormgegeven.

Leerlingen doen binnen en buiten school ervaringen op, leren in contact met anderen (jong en oud) betekenis te geven aan deze ervaringen en leren weer verder; ze krijgen zicht op hun kwaliteiten en mogelijkheden, ze ontdekken een

nieuwe, andere wereld en leren keuzes te maken. Voor oriëntatie op studie en beroep zijn drie zaken belangrijk (Expertisepunt LOB, 2018):

- Weten wie je bent, wat je mogelijkheden zijn en wat je interesseert.
- Oriëntatie op de volgende stap: profiel, vervolgstudie, beroepen, sectoren en de vraagstukken die daar spelen.
- Gefundeerde keuzes maken op basis van overlap tussen je motieven, interesses, kwaliteiten en mogelijkheden.

Oriëntatie op studie en beroep wordt in elk conceptexamenprogramma uitgewerkt in eindterm 43. Bij de uitvoering ervan gebeurt zoveel mogelijk in de context van de andere subdomeinen. De concepteindterm LOB is een ervaringsdoel, dat wil zeggen dat er van leerlingen een inspanning gevraagd wordt met een bepaald oogmerk en ze kennis nodig hebben om op ervaringen te reflecteren voor hun toekomstige loopbaan.

Oriëntatie op studie en beroep past in domein C (wiskundige oriëntatie). Leerlingen kunnen deze eindtermen lezen als: 43) "wat wil en kan ik met wiskunde?" 42) "waar dient wiskunde toe in de wereld om me heen?" en 41) "wat zijn de typische wiskundige denkwijzen?". Vervolgens kan een selectie uit de onderwerpen van domein B en C aan bod komen.

## **2.4 Toelichting op SE-CE-verdeling en wijzen van afsluiting**

*Wat is een SE-CE-verdeling?*

Voor vakken met een SE en CE doet de vakvernieuwingscommissie een voorstel voor verdeling van inhouden over SE en CE. Uitgangspunt van de werkopdracht van het ministerie van OCW is de eigenstandige, gelijkwaardige en complementaire positie van SE en CE in de diplomabeslissing, op basis waarvan de inhoudsverdeling zo veel mogelijk:

- evenwichtig is qua omvang over SE en CE, overeenkomstig de weging van 50-50 procent;
- uniek toewijst aan ofwel SE ofwel CE;
- op niveau van domeinen en subdomeinen plaatsvindt.

### **2.4.1 Uitgangspunten vanuit bedoeling, inhouden en omvang**

Complementariteit en gelijkwaardigheid van SE en CE wordt bepaald vanuit de aard en verdeling van de inhouden, de toetsvormen en de context, zowel inhoudelijk als toegang tot hulpmiddelen. Hierna gaan we eerst in op verwevenheid, complementariteit en accentverschillen tussen de domeinen A (wiskundige concepten) en B (wiskundige activiteiten). Daarna bespreken we hoe SE en CE ook complementair kunnen zijn waar het de inzet van digitaal wiskundig gereedschap betreft.



Onderdeel van de conceptexamenprogramma's voor vakken met zowel SE als CE is een tabel met daarin een toedeling van de domeinen en subdomeinen aan SE en/of CE. Deze tabel is een vormeis vanuit de opdracht om een verdeling langs de grenzen van de (sub)domeinen te representeren. Tegelijk geldt, omdat de inhouden van wiskunde vervlochten en gestapeld zijn, dat er een inhoudseis is om zowel bij SE als CE de inhouden van de subdomeinen met elkaar te vervlechten.

In de huidige situatie bij wiskunde B voor havo en vwo zijn de inhouden van het hele examenprogramma, uitgezonderd de keuzeonderwerpen, toebedeeld aan het CE. Voor domein A (vaardigheden) en voor een enkel specifiek domein is vereist dat dit in het SE voorkomt (naast het CE). Het betreft hier domein D (toegepaste analyse) voor havo en subdomein E1 (meetkundige vaardigheden) voor vwo. Dit ontwerpprincipe functioneert in het algemeen naar tevredenheid: leerlingen en leraren weten waar ze aan toe zijn in de voorbereiding en het toewerken naar CE via SE. Een nadeel van deze verdeling is dat de onderwijspraktijk en -resultaten behorende bij domein A (vaardigheden) slechts heel beperkt zichtbaar zijn.

In de huidige situatie bij wiskunde A voor havo is het grootste deel van de inhouden toebedeeld aan het CE. De (sub)domeinen B3 (telproblemen), D (verandering) en E5 (statistiek met ICT) worden alleen in het SE getoetst. In de huidige situatie bij wiskunde A voor vwo is het domein statistiek en kansrekening (E) in zijn geheel in het SE ondergebracht. Daardoor wordt domein E niet in het CE getoetst.

Om recht te doen aan zowel het uitgangspunt van de werkopdracht van het ministerie van OCW als de inhoudseis zijn de subdomeinen A1 (concepten en activiteiten) en B1 (activiteiten met concepten) onderdeel van het raamwerk. In deze subdomeinen wordt de vervlechting tussen concepten (domein A) en activiteiten (domein B) en oriëntatie (C) expliciet gemaakt. De vakvernieuwingscommissie gaat daarbij uit van de volgende uitgangspunten:

1. Inhoudelijk: binnen het domein Wiskundige concepten spelen de wiskundige activiteiten een cruciale rol. En omgekeerd zijn in het domein Wiskundige activiteiten de wiskundige concepten onmisbaar. Bovendien zijn alle subdomeinen onderling vervlochten.
2. Gelijktijdigheid: op ieder moment in onderwijs en toetsing wordt gebruik gemaakt van een steeds wisselende mengvorm van wiskundige concepten en wiskundige activiteiten.

3. Toetsing: het SE en CE zijn gelijkwaardig en complementair. Complementariteit komt in het bijzonder tot uiting in de aard van de toetsing. SE's lenen zich voor meer open vragen of grotere opdrachten met samenwerking, in een omgeving die niet te realiseren is bij een CE en in maatwerk passend bij populatie en context. In het SE zijn ook andere toetsvormen mogelijk, zoals een werkstuk of mondelinge toets.
4. Accenten: vanwege de vervlechting van concepten en activiteiten komen beide, met accentverschillen, in het SE en CE aan bod. In het SE is ruimte voor het gebruik van grote datasets, het zinvol benutten van specifiek digitaal wiskundig gereedschap, grotere opdrachten, andere toetsvormen en samenwerking. Tegelijkertijd moet er in het SE aandacht zijn voor algebraïsche vaardigheid. In het CE is ook ruimte voor een open vraag waar wiskundig onderzoeken mee getoetst wordt.
5. De noodzaak van praktijkervaringen: om tot complementariteit en gelijkwaardigheid van SE en CE te komen is er ruimte nodig voor scholen en voor examenmakers om in de fase van beproeven en daarna te kunnen experimenteren en geslaagde voorbeelden uit te wisselen. Scholen en examenketen bewaken de eigenheid van het SE en een goede voorbereiding voor de leerlingen op het CE.

#### *Digitaal wiskundig gereedschap*

Keuzes ten aanzien van de inzet van digitaal gereedschap spelen een rol bij het bepalen van de inhoud, de vorm en de omvang van SE en CE (Grgurina, 2021).

De conceptexamenprogramma's bieden de mogelijkheid om digitaal wiskundig gereedschap in te zetten in SE en CE. Op welke momenten en met welk digitaal wiskundig gereedschap de leerlingen kunnen werken, valt buiten het bereik van een examenprogramma. Voor de vakvernieuwingscommissie is het belangrijk dat er een samenhangend plan van aanpak komt waarin aandacht is voor praktijk, beleid en onderzoek. Hierbij is er aandacht nodig voor bijvoorbeeld de wisselwerking tussen gebruik van digitaal gereedschap gegeven en het niveau van de algebraïsche vaardigheden bij de leerlingen, praktische ontwerpeisen voor de benodigde digitale infrastructuur, en tijd en middelen voor leraren om het gebruik van digitaal gereedschap in te brengen in de onderwijspraktijk.

De inzet van digitaal gereedschap verschilt tussen wiskunde maatschappij en wiskunde natuur. Bij wiskunde maatschappij heeft het kunnen werken met grote datasets prioriteit vanwege de snelle technologische ontwikkeling en het maatschappelijke belang om grip op datagebruik te houden. Bij wiskunde natuur gaat het erom dat leerlingen hun algebraïsche vaardigheden blijven ontwikkelen

vanuit een synergie tussen handmatig werken en gebruik van digitaal gereedschap.

Om tot een plan van aanpak te komen, zijn de ervaringen met eerder gebruik van digitaal wiskundig gereedschap van belang. Geleerde lessen betreffen de opgedane ervaringen met rekenbladprogramma's (open software of onder licentie), online omgevingen met wiskundemateriaal, online statistische software en online computer algebrasystemen. Concrete ervaringen met inzet van digitaal gereedschap zijn: diverse lessenseries georganiseerd door individueel scholen, een pilot van gebruik van een rekenbladprogramma in het CE (COMPEX, 2003- 2009), en de ervaringen met dataverwerking en statistiek na 2015 (de onderwijsvernieuwingen vanuit cTWO).

#### *Het centraal examen*

De examenprogramma's bieden de mogelijkheid om het CE met en zonder digitaal wiskundig gereedschap te organiseren. De vakvernieuwingscommissie adviseert hierbij om omwille van het borgen van algebraïsche vaardigheid ten minste een deel van de opgaven van het CE algebraïsch te laten maken. De omvang en het type opgaven verschillen per examenprogramma.

De inzet van digitaal wiskundig gereedschap in het CE heeft implicaties voor de onderwijspraktijk. Enerzijds heeft het CE veel invloed op de inhoud en de vorm van de SE, en anderzijds moeten scholen toegerust zijn om de leerlingen voor te bereiden op een CE dat vaardigheden met digitaal gereedschap toetst. Om dit in goede banen te leiden is er in ieder geval bij het werk van de syllabuscommissie en in de fase van beproeven een structurele samenwerking nodig tussen scholen, examenmakers van CITO en CvTE, en de makers van onderwijsmateriaal.

#### *Het schoolexamen*

De inzet van digitaal wiskundig gereedschap bij het schoolexamen kan divers zijn. Scholen hebben ruimte om SE's uit te voeren:

- zonder digitaal wiskundig gereedschap;
- met digitaal wiskundig gereedschap om individuele vaardigheid aan te tonen;
- met digitaal wiskundig gereedschap en bij toetsvormen waarbij onderling samengewerkt wordt.

### 2.4.2 Voorstel

De toedeling van subdomeinen aan SE en CE in kader 7 vormt de basis voor het ontwikkelen van de conceptsyllabi en is gericht op invoering van het examenprogramma op korte termijn. Wiskunde maatschappij - C&M wordt uitsluitend met een SE afgesloten.

	Wiskunde maatschappij		Wiskunde natuur			
	E&M		N&G		N&T	
	CE	SE	CE	SE	CE	SE
<b>Domein A. Wiskundige concepten</b>						
A1. Concepten bij activiteiten		x		x		x
A2. Getallen en variabelen	x		x		x	
A3. Data en kans	x	x	x	x	x	x
A4. Verbanden	x		x		x	
A5. Veranderingen	x		x		x	
A6. Analytische meetkunde					x	
A7. Keuzeruimte		x		x		x
<b>Domein B. Wiskundige activiteiten</b>						
B1. Activiteiten met concepten	x		x		x	
B2. Wiskundige probleemaanpakken		x		x		x
B3. Onderzoeken met modellen		x		x		x
B4. Redeneren en bewijzen		x		x		x
B5. Digitaal wiskundig gereedschap		x		x		x
<b>Domein C. Wiskundige oriëntatie</b>						
C1. Formuleren en communiceren	x	x	x	x	x	x
C2. Wiskundige houding		x		x		x

Kader 7: Verdeling SE en CE.

Met oog voor de verwevenheid tussen de drie domeinen is in grote lijnen domein A (wiskundige concepten) toebedeeld aan het CE en domein B (wiskundige activiteiten) en domein C (wiskundige oriëntatie) toebedeeld aan het SE. Vanuit de ervaring met de huidige examenprogramma's acht de vakvernieuwingscommissie het van belang om de wiskundige concepten inhoudelijk in de volle breedte in het CE mee te nemen.

Subdomein A1, concepten bij activiteiten, is toebedeeld aan het SE en houdt in dat bij de wiskundige activiteiten leerlingen werken met wiskundige concepten. Tegelijkertijd verwerven ze begrip van deze concepten en, veelal vanuit context, versterken ze conceptueel inzicht en leggen verbindingen tussen verschillende concepten. Dit proces kan specifieke wiskundige onderwerpen betreffen, zoals de vraag hoe simulaties van steekproefverdelingen zich verhouden tot een statistische analyse op basis van een enkele steekproef. Het is ook mogelijk dat leerlingen met empirische onderzoeksgegevens aan het werk gaan en onderliggende verbanden en trends proberen te duiden, bijvoorbeeld vanuit een lineair of een exponentieel regressiemodel. Bij het eerste voorbeeld ligt het accent op het vaardig kunnen werken met wiskundige concepten, terwijl bij het tweede voorbeeld juist het accent ligt op het uitvoeren van een onderzoeksactiviteit.

Subdomein B1, activiteiten met concepten, is toebedeeld aan het CE. Vanuit wiskundige activiteiten ontdekken leerlingen dat elk wiskundig concept altijd ingebed is in een geheel van andere wiskundige concepten en in een veelheid aan toepassingen. Zo is differentiaalrekening gebaseerd op analyse van verandering op een oneindig klein interval. Om de implicaties hiervan goed te doorgronden worden wiskundige activiteiten ingezet, bijvoorbeeld door vanuit een open vraag een wiskundige probleemaanpak te volgen, of door de functie van een differentiaalvergelijking in een wiskundig model toe te lichten. Bij het CE kunnen onderdelen van de opgaven of een hele opgave hieraan besteed worden. Leerlingen laten zien dat ze relaties tussen wiskundige concepten begrijpen, of leggen compact een praktische toepassing van een wiskundig concept uit.

Subdomein A3, data en kans, is toebedeeld aan CE en SE. Het om kunnen gaan met grote datasets is voor leerlingen doorgaans een open opgave waarbij gebruik van digitaal gereedschap onmisbaar is. Het toetsen van de kennis en vaardigheden van dit domein vraagt een open context met ruimte voor samenwerking, tussentijdse feedback en toegang tot onderzoeksmateriaal. Dit kan in SE georganiseerd worden. Daarnaast beslaat dit subdomein een groot deel van de ontwerpruimte, vooral bij wiskunde maatschappij - E&M. Daarom is het wenselijk om het subdomein data en kans ook met CE af te sluiten.

Subdomein C1, formuleren en communiceren, is eveneens toebedeeld aan SE en CE. Het gaat om wiskundige vaardigheden die ten dienste staan van het hele leerproces. Zorgvuldig formuleren en communiceren is voor de leerlingen een basis van waaruit ze wiskundige activiteiten ondernemen en inzicht in wiskundige concepten verwerven.

### **2.4.3 Adviezen over passende wijzen van afsluiting**

In deze paragraaf beschrijft de vakvernieuwingscommissie een aantal consequenties van voorgestelde wijze van afsluiting. De concretisering in deze paragraaf dient als advies aan CvTE en CITO voor de vormgeving van het CE, en aan scholen voor vakvernieuwing en SE. De volgende ontwikkelingen zijn hierbij van belang: i) samenwerking voor een efficiënte organisatie van het SE en de borging van de kwaliteit; ii) een voorbeeldwerking van CE; en iii) technologische ontwikkelingen ten aanzien van de inzet van digitaal wiskundig gereedschap. Deze ontwikkelingen verdienen een plek in de digitaliseringsagenda van het ministerie van OCW (2019).

#### *Het schoolexamen*

Afsluiting van onderdelen van het examenprogramma vraagt om maatwerk per onderwerp en per type activiteit. Om het SE een eigen gezicht te geven zijn de eindtermen zodanig geformuleerd dat onderwijs en SE ook gericht kunnen zijn op de grotere, complexere en meer authentieke probleemsituaties. Hierbij is er ruimte om samenhang met andere vakken uit te werken en bijvoorbeeld met complexere wiskundige opgaven explicieter op de wiskundige houding van leerlingen in te gaan. Denk aan probleemaanpak, onderzoek doen aan de hand van onderzoekscyclus, modelleren, redeneren en bewijzen, kritisch kijken naar rol van wiskundige modellen in de maatschappij en aan wiskundige denkwijzen als generaliseren en formaliseren. Ook is er meer ruimte het SE om digitaal wiskundig gereedschap in te zetten. Tot slot is er ook ruimte om leerlingen te laten wennen aan de gestandaardiseerde vraagstelling, zoals bij het CE.

#### *Het centraal examen*

Op korte termijn (3-5 jaar) is het raadzaam om het CE organisatorisch dicht bij de huidige praktijk te houden, met inachtneming van de inhoudelijke veranderingen in de conceptexamenprogramma's. Deze eerste periode kan worden gewerkt met modern digitaal wiskundig gereedschap in de setting van het CE. Goede voorbeelden uit het buitenland dienen tot inspiratie, bijvoorbeeld ervaringen met een CE in twee delen: een deel waarin er geen ICT wordt gebruikt en een deel waarin ICT ten volle wordt benut. Verder is het zinvol om goede ervaringen in schoolexaminering en in - eventueel - gesimuleerde - centrale examinering bij elkaar te brengen.

## 3. Proces

### 3.1 Inrichting van de actualisatie

Deze paragraaf gaat in op hoe SLO de actualisatie van de examenprogramma's gedurende twee jaar heeft uitgevoerd en hoe daarin kwaliteitszorg is geïntegreerd. Deze aanpak is gebaseerd op de werkopdracht aan SLO van het ministerie van OCW. In deze paragraaf wordt de samenstelling beschreven van de vakvernieuwingscommissie, de advieskring, het monitorteam, de expertpoule en de redactie, alsmede de betrokkenheid van leerlingen.

#### 3.1.1 Samenstelling vakvernieuwingscommissie

De vakvernieuwingscommissie wiskunde bestaat onder functionele leiding van een procesregisseur uit:

- acht leraren havo en vwo;  
Leraren zijn essentiële deelnemers van de vakvernieuwingscommissie, omdat ze dagelijks werken met examenprogramma's in de onderwijspraktijk.
- vier vakexperts;  
Vakexperts zijn betrokken vanwege hun aantoonbare expertise op de inhoudsgebieden van de examenprogramma's en (praktijkgericht) onderzoek.
- twee curriculumexperts.  
De curriculumexperts brengen curriculaire en vakinhoudelijke expertise in. Zij zijn verantwoordelijk voor het schrijven en de uiteindelijke kwaliteit van de conceptexamenprogramma's.

In bijlage 3 vind je een lijst van de commissieleden van de vakvernieuwingscommissie wiskunde.

### **3.1.2 Advieskring**

Een belangrijke schakel in het actualisatieproces van de examenprogramma's is de advieskring. De advieskring geeft tussentijds feedback op tussenproducten van de vakvernieuwingscommissie. De advieskring bestaat uit een vaste vertegenwoordiging van organisaties en instellingen die een vakinhoudelijk en -didactisch belang hebben bij de actualisatie van de examenprogramma's. De advieskring draagt zorg voor:

- constructief inbrengen van expertise, passend bij de ontwikkelfase en/of het specifieke tussenproduct en passend binnen de kaders van de werkopdracht aan ons van het ministerie van OCW;
- reflecteren op de tussenproducten aan de hand van adviesvragen van de vakvernieuwingscommissie;
- organiseren van constructieve feedback bij de achterban over de opgeleverde tussenproducten en concepten en deze schriftelijk en mondeling toelichten aan de vakvernieuwingscommissie.

Elke organisatie vaardigt een vertegenwoordiger af. Gedurende de vakvernieuwing verzamelt deze op vier momenten in het proces feedback uit de achterban van de vertegenwoordigende organisatie, en brengt deze in. De advieskring bundelt alle feedback en geeft zoveel mogelijk gemeenschappelijke feedback aan de vakvernieuwingscommissie. Waar relevant en passend, worden daar organisatiespecifieke punten aan toegevoegd.

De advieskring bestaat enerzijds uit vertegenwoordigers van vakinhoudelijke organisaties en instellingen en anderzijds uit experts van het CvTE en Stichting Cito. Die laatsten nemen deel vanuit hun specifieke en wettelijke taak in de keten van centrale examinering. Zij geven advies over de toetsbaarheid van de inhouden, de verdeling van inhouden over het SE en CE wanneer er sprake is van een CE, en over passende wijzen van examinering.

De vakvernieuwingscommissie heeft gedurende het actualisatieproces ook experts op persoonlijke titel geraadpleegd, al dan niet vooraf benoemd.

In bijlage 3 vind je een overzicht van de advieskring.

In bijlage 4 vind je een overzicht van de geraadpleegde experts.

### **3.1.3 Leerlingbetrokkenheid**

De stem van de leerling is van belang om conceptexamenprogramma's te ontwikkelen. Zo wordt ook de zienswijze gehoord en meegenomen van leerlingen die deze inhouden als onderwijs krijgen aangeboden. De inbreng van leerlingen verhoogt de relevantie van curricula: welke inhouden vinden leerlingen zinvol voor hun deelname aan de samenleving en ter voorbereiding op vervolgonderwijs?



Bij de start van de actualisatie van examenprogramma's is in overleg met het Landelijk Actie Komitee Scholieren (LAKS) besloten om leerlingenbetrokkenheid niet via de advieskring vorm te geven, maar om daarvoor een apart traject te organiseren. Dat traject is qua vorm en inhoud afgestemd op de leerling. Dit om de inbreng optimaal te maken en om recht te doen aan de randvoorwaarden voor succesvolle leerlingenparticipatie.

De vakvernieuwingscommissie raadpleegde op twee momenten leerlingpanels. In de tweede sessie waren leerlingen ingedeeld in groepen per profielkeuze. De belangrijkste inzichten die leerlingen de vakvernieuwingscommissie meegaven zijn:

- Ze vinden het belangrijk dat wiskunde zichtbaar, praktisch en regelmatig van nut is bij alle andere vakken en in maatschappelijke situaties. Wat hen betreft leidt dit tot een verrijking van de wiskundelessen en van de andere vakken.
- Leerlingen zien graag mogelijkheden om een examenprogramma anders dan voor het eigen profiel te kiezen. Voor de hand liggende combinaties zijn het profiel C&M met wiskunde maatschappij - E&M en het profiel N&G met wiskunde natuur - N&T. Hoewel weinig voorkomend, zijn er ook leerlingen met een maatschappijprofiel die voor wiskunde natuur kiezen.
- Leerlingen met een maatschappijprofiel zijn unaniem over de meerwaarde van digitaal wiskundig gereedschap, in hun geval de grafische rekenmachine en rekenbladprogramma's. Leerlingen met een natuurprofiel zijn hier minder stellig in. Ze zien de noodzaak om algebraïsch vaardig te zijn en hebben belangstelling voor praktische ICT-vaardigheden zoals omgaan met een rekenbladprogramma, of leren programmeren.
- Leerlingen hebben nog een onvoldoende beeld van de invulling van statistiek bij wiskunde natuur. Ook zien ze bij grotere opdrachten over onderzoeken met modellen of empirisch onderzoek een risico op herhaling, vervlakking en overladenheid.

De vraag van leerlingen aan leraren waartoe wiskunde dient, zal blijven klinken, omdat ze hiermee het geheel van de onderwijspraktijk bevragen: inhoud, context, toetsing en didactiek. Deze brede vraag heeft geen pasklaar antwoord, maar vraagt om een gesprek met leerlingen, bijvoorbeeld over verhalen achter de wiskunde (Soto y Koelemeijer, 2015, 2018).

### **3.1.4 Kwaliteitsmonitoring**

Een belangrijk instrument van kwaliteitszorg is monitoring en evaluatie op proces en (tussen)producten.

Monitoring en evaluatie hebben aandacht voor de processen binnen de vakvernieuwingscommissie en voor de omgang met, en het benutten van, de inbreng van de advieskringen. Het gaat daarbij om het uitzetten van vragenlijsten bij de hele vakvernieuwingscommissie, drie keer per ontwikkeljaar. Daarin geven leden van de commissie aan of en hoe de doelstellingen van ontwikkelsessies worden bereikt. Ook geven ze aan in hoeverre ze daarin voldoende worden gefaciliteerd en wat ze nog nodig hebben. Deze informatie is sturingsinformatie voor procesregisseur en programmteam.

Daarnaast worden de verschillende tussenproducten gemonitord op basis van de kwaliteitscriteria uit de werkopdracht. Daarbij is er ook aandacht voor de consistentie tussen de conceptexamenprogramma's van de verschillende vakken en tussen de conceptkerndoelen en conceptexamenprogramma's. Monitoring en evaluatie leveren zo informatie op over de inhoudelijke voortgang van het traject aan de vakvernieuwingscommissies en programmteam van SLO. Met de opbrengst van monitoring en evaluatie kan de vakvernieuwingscommissie waar nodig worden aan- en bijgestuurd op basis van de vastgestelde kwaliteitscriteria en werkwijzen. Deze input en feedback worden door monitoring en evaluatie beschikbaar gesteld aan de commissie in de vorm van monitorrapportages. Deze rapportages worden in een gesprek met de curriculumexperts toegelicht. De curriculumexperts lichten de inzichten toe in de vakvernieuwingscommissie, zodat ze worden gebruikt bij het ontwikkelen van de conceptexamenprogramma's.

De belangrijkste inzichten die monitoring en evaluatie de vakvernieuwingscommissie meegaven zijn:

- De doelzinnen ('De leerling ...'), uitwerkingen ('hier bij gaat het om') en voorbeelden ('hierbij gaat het om') verhouden zich tot elkaar met elk een verschillende functie en gedetailleerdheid. Kwaliteitsmonitoring ondersteunde de vakvernieuwingscommissie redactioneel en borgde de afstemming met de actualisatie van kerndoelen en andere examenprogramma's.
- De resultaten van de procesevaluaties van het werk van de vakvernieuwingscommissie zijn gebruikt om taakverdeling, werkdruk en documentatie van voortgang bij te sturen en af te stemmen met de verwachtingen van de leden van de vakvernieuwingscommissie.

### **3.1.5 Expertpoule**

Het team van monitoring en evaluatie werkt nauw samen met de expertpoule. Het SLO heeft een expertpoule ingericht van experts op het gebied van de vakoverstijgende aspecten uit de werkopdracht: rationale/doeldomeinen, differentiatie, vmbo, LOB, vaardigheden, diversiteit, kansengelijkheid, burgerschap en digitale geletterdheid.

De expertpoule heeft twee functies:

- monitorfunctie: de expertpoule werkt samen met het monitorteam bij het uitvoeren van inhoudelijke analyses en bekijkt of deze vakoverstijgende aspecten goed gewaarborgd zijn in de (tussen)producten;
- adviesfunctie: leden van de expertpoule dragen bij aan interne sessies over kennisdeling. De kijkwijzer van de expertpoule op de verschillende onderwerpen staat centraal. Uitkomsten van analyses worden gedeeld en besproken, gericht op het doen van aanpassingen. Daarnaast is de expertpoule beschikbaar om de vakvernieuwingscommissie bij te staan met advies of om actief te helpen bij het opnemen van vakoverstijgende aspecten.

De experts dachten mee vanuit een breder perspectief en gaven overzicht over hoe andere vakken invulling gaven aan de betreffende thema's. Voorbeelden hiervan zijn het werken met handreikingen over de rationale, over kansengelijkheid en over digitale geletterdheid. Tevens werd de doorwerking vanuit de startnotities bewaakt en gaven de experts redactionele ondersteuning. Zo werd het gezamenlijk optrekken met de andere vakken gefaciliteerd en gaf de expertpoule een ruggengraat aan de uitwerking van de opdracht.

### **3.1.6 Redactie**

Tijdens het ontwikkelproces is er twee keer een tussentijdse redactie uitgevoerd vanuit curriculair-inhoudelijk en curriculair-technisch perspectief. De eerste redactie vond plaats na anderhalf jaar op de conceptkarakteristiek. De tweede, op de concepteindtermen, vond plaats richting oplevering van de conceptexamenprogramma's. Het redactieteam bestond uit curriculumexperts van SLO die de redactie integraal uitvoerden voor alle conceptexamenprogramma's, voor alle vakken. De feedback is teruggekoppeld via feedbackrapportages en in gesprek met de curriculumexperts per vakvernieuwingscommissie. De redactie heeft als doel de eenduidigheid, architectuur, leesbaarheid en consistentie binnen en tussen examenprogramma's te waarborgen, teneinde aan de kwaliteitseisen uit de werkopdracht te voldoen. De status van de feedback kende om die reden een 'pas toe of leg uit'-karakter.

### 3.2 Vakspecifiek verloop van de actualisatie

De vakvernieuwingscommissie ontwikkelde gedurende twee ontwikkeljaren acht conceptexamenprogramma's. De commissie begon met het bespreken van de maatschappelijke en curriculaire uitdagingen en het formuleren van een visie op het vak in de bovenbouw vo. Dit resulteerde in de eerste versie van de karakteristieken bij wiskunde maatschappij en bij wiskunde natuur.

#### *Adviesperiode 1*

De eerste versie van de karakteristieken vormden een beschouwing van de acht examenprogramma's vanuit het perspectief van het brede vak wiskunde in een eerste algemeen document (november 2022). De gesprekken hierover maakten betrokkenen ervan bewust dat er veel keuzes te maken waren, waarbij zowel de grote lijnen als de details ertoe doen. Deze eerste fase van werken en de eerste adviesperiode bestond uit een verkenning van de belangrijke kwesties die uit de werkopdracht voortkwamen:

- De implicaties van het advies over de vakkenstructuur voor het onderscheid tussen de acht examenprogramma's en in het bijzonder de plaats van burgerschap in de programma's.
- Het ontwikkelen van een conceptraamwerk voor wiskunde op basis van *big ideas* bij onderdelen en deze inkleuren volgens een werkwijze die wiskundige concepten en activiteiten in perspectiefbomen plaatst.
- Het zoeken naar woorden om verschillen te duiden tussen examenprogramma's en tussen havo en vwo en hiermee los te komen van bestaande beelden van wiskunde A, B en C.
- Belangrijke wijzigingen zoals het opnemen van statistiek bij wiskunde natuur en de wording van wiskunde maatschappij - C&M.
- Wensen en vragen ten aanzien van specifieke onderwerpen, zoals de plaats van meetkunde in wiskunde natuur en samenhang met andere vakken.

Op de eerste adviesronde volgde een extra ingelaste adviesronde om de eerste versie van het raamwerk te bespreken. Deze eerste versie (februari 2023) bestond uit zeven domeinen:

1. getallen en hoeveelheden
2. toeval, onzekerheid en data
3. verbanden en verandering
4. vorm en ruimte
5. modelleren en onderzoeken
6. redeneren, algoritmes en bewijzen
7. formuleren en representeren

Onderliggende subdomeinen gaven een globale beschrijving eindtermen in wording. Deze eerste ordening in zeven domeinen gaf structuur aan het gesprek en een basis voor een vergelijk met wiskundecurricula in het buitenland. Het leidde tot:

- groeperen: een focus op wiskundige concepten bij de domeinen 1 t/m 4 en op wiskundige denkactiviteiten bij de domeinen 5 t/m 7;
- herordenen: bijvoorbeeld een verschuiving van algebra van verbanden en verandering naar getallen en variabelen en een splitsing van verbanden en veranderingen;
- waakzaamheid voor overladenheid;
- alertheid op aspecten die de domeinen overstijgen, bijvoorbeeld vaardigheden, actualisatiethema's zoals de rationale en inclusiviteit, burgerschap, en maatschappelijke thema's.

Tot slot bleek in deze periode de toedeling en verbijzondering van de domeinen aan de verschillende examenprogramma's nog slechts beperkt mogelijk. De vakvernieuwingscommissie is uitgegaan van één raamwerk, om vandaaruit de examenprogramma's te verbijzonderen.

#### *Adviesperiode 2*

Voortschrijdend inzicht, afstemming met het kerndoelentraject en de actualisatie wiskunde voor vmbo, en het advies van de advieskring leidden in deze periode tot de indeling in drie domeinen. Verandering van labels ging gepaard met aanpassing van de concepteindtermen. Bovendien was het raamwerk nog een werk in uitvoering. Zo verschoof bijvoorbeeld naderhand het subdomein wiskundig probleemaanpakken van domein C naar domein B. Hiermee wordt inzichtelijk dat probleemaanpakken een centrale activiteit is en een basis legt voor het hele vak wiskunde. In het tussenproduct van april 2023 zijn de doelzinnen, voor elk examenprogramma gelijk. Wel was er een verbijzondering per examenprogramma ten aanzien van:

- een inschatting van ontwerpruimte in studielasturen (slu) ten behoeve van het bewaken van de uitvoerbaarheid van de examenprogramma's en ten behoeve van een vergelijk met de huidige examenprogramma's;
- een overzicht met de algebraïsche vaardigheden per examenprogramma;
- een uitgebreide karakterisering van de subdomeinen voor elk examenprogramma.

Op hoofdlijnen was de advieskring positief over het aangepaste raamwerk. De ordening in drie domeinen, de voorlopige doelzinnen voor elke eindterm en de verbijzondering per examenprogramma gaven structuur aan het gesprek over de contouren van elk examenprogramma. Naast voortzetting van de eerder genoemde aandachtspunten, leidde dit gesprek tot:

- een gedetailleerdere aanscherping van formulering van en onderscheid tussen eindtermen;
- een basis om de inhoud, de omvang, en uitvoerbaarheid van het geheel en de subdomeinen per examenprogramma te duiden en onderling te vergelijken;
- een onderscheid tussen enerzijds de functie het raamwerk om de ontwerpruimte per onderdeel, tot op eindtermniveau, in te schatten en anderzijds, de functie om de globalere ontwerpruimte te verdelen over de klassieke wiskundige inhoud van analyse, statistiek en meetkunde;
- een begin van een onderscheid tussen het SE en het CE en duiding van de rol van ICT in de examenprogramma's.

In deze periode was er regelmatig overleg met de leden van de vakvernieuwingscommissie voor de natuurwetenschappelijke vakken om mogelijke terreinen en vormen van samenhang te verkennen.

#### *Adviesperiode 3*

Vanaf september 2023 is er simultaan gewerkt aan een volledige uitwerking van de eindtermen gedifferentieerd per examenprogramma en een gedetailleerde inschatting van ontwerpruimte per wiskundige inhoud (concepten). De vakvernieuwingscommissie schakelde tussen een horizontaal ontwerp per subdomein en een verticaal ontwerp per examenprogramma. Vanuit het tussenproduct (december 2023) en het advies van de advieskring (januari 2024), met input van kwaliteitsmonitoring en de expertpoule, is gewerkt aan de volgende speerpunten:

- het redactioneel versoberen en afbakenen van de eindtermen, wat bijdroeg aan overzicht en een beter zicht op de uitvoerbaarheid van het programma;
- het aanpassen van de eindtermen in domein B (wiskundige activiteiten) voor elk examenprogramma, en de eindtermen voor de examenprogramma's wiskunde maatschappij - C&M. Deels werden de eindtermen korter en scherper bij eenzelfde inhoud en deels is de onderliggende studieomvang verminderd;
- een raamwerk van waaruit helder de samenhang tussen de drie domeinen gecommuniceerd kan worden.

In deze afrondende fase bleken het onderscheid tussen SE en CE en de rol van ICT in de examenprogramma's twee belangrijke en ook lastige kwesties.

#### *Adviesperiode 4*

Het laatste tussenproduct ontving de advieskring in april 2024. Hierin was het raamwerk in structuur onveranderd en waren enkele labels van domeinen en

subdomeinen gewijzigd. De naamgeving van de (sub)domeinen is belangrijk vanuit het oogpunt van communicatie, wat een punt van aandacht blijft, ook tijdens de fase van beproeven. Het tussenproduct van april 2024 betrof een aantal aanpassingen en samenvoegingen van eindtermen. De belangrijkste aanpassingen waren:

- het toevoegen van een eindterm over wiskundige denkwijzen en over oriëntatie op loopbaan en beroep;
- het onderbrengen van de eindterm over differentiaalvergelijkingen in domein B (wiskundige activiteiten bij modelleren);
- het opnemen van een eindterm over rijen bij wiskunde maatschappij - E&M voor vwo;
- veranderingen in subdomein A6 (analytische meetkunde) met onder andere de keuze om ruimtemeetkunde op vwo niet aan bod te laten komen.

In het tussenproduct waren de kwesties van het onderscheid tussen SE en CE, en de rol van ICT in de examenprogramma's niet naar tevredenheid opgelost. De vakvernieuwingscommissie constateerde dat de werkopdrachtvereiste van een verdeling van inhoud over SE en CE knelt met de inhoudseis dat onderdelen met elkaar verweven zijn en dat wiskundige kennis cumulatief is. In juni 2024 is daarom besloten om drie extra subdomeinen toe te voegen die richting en ruimte geven om vanuit de praktijk, samen met onderwijspartners, toe te werken naar examenprogramma's waarin het SE en het CE eigenstandig, gelijkwaardig en complementair zijn.

#### *Keuzes en dilemma's*

Verplaatsing van subdomeinen, verandering van inhoud en het leggen van accenten gedurende het proces illustreren de besluitvorming ten aanzien van een aantal kwesties:

- De praktische uitvoering het subdomein C2 (wiskundige oriëntatie): dit subdomein is verweven met de domeinen A en B en overstijgt deze domeinen. Het vraagt een bredere reikwijdte dan de opdracht aan de vakvernieuwingscommissie om dit subdomein systematisch een plaats te geven in onderwijsmateriaal en examens. Er is genoeg ruimte om hierop te ontwikkelen vanuit de onderwijspraktijk met dit subdomein, in de wiskunde en in samenwerking met andere vakken. Het subdomein C2 geeft leerlingen en leerkrachten structuur om vooruit en terug te kijken op lessenseries.
- Drie subdomeinen in domein B (wiskundige activiteiten): hoewel er intuïtief een vergelijking gemaakt wordt met het concept van de wiskundige denkactiviteiten, gaat het hier om een ander indelingsprincipe. Een activiteit verwijst naar waar leerlingen mee bezig

zijn, bijvoorbeeld modelleren, onderzoeken, bewijzen of probleemaanpakken. Ze leunen op een repertoire aan denkwijzen zoals ordenen, structureren, algebraïseren, formules manipuleren en abstraheren.

- Meetkunde alleen voor wiskunde natuur - N&T (havo en vwo): hiervoor is gekozen om versnippering te voorkomen. Om overladenheid te voorkomen, is de focus gelegd op twee dimensionale meetkunde. De verwachting is dat analytische meetkunde bijdraagt aan algebraïsche vaardigheden, die voor deze leerlingen ook van nut zijn in het gemeenschappelijk deel met wiskunde natuur - N&G.
- Het onderscheid tussen wiskunde natuur voor de profielen N&G en N&T: hoewel het gemeenschappelijk deel van de examenprogramma's precies gelijk is, acht de vakvernieuwingscommissie het wenselijk dat er in de praktijk differentiatie ontstaat door verschil in contexten bij opgaven en verschil in de opgaven met betrekking tot de algebraïsche vaardigheden die aansluiten bij subdomein A6 (analytische meetkunde).
- Statistiek voor wiskunde natuur: met een beperkte ontwerpruimte zijn er de uitdagingen om een voldoende niveau van statistiek te bereiken en een balans te vinden in een veelheid aan onderwerpen: statistische geletterdheid en burgerschap, inzicht in data-analyse, gebruik van statistische software ook voor simulaties, inferentiële statistiek en kansrekening. Tegelijkertijd beoogt de vakvernieuwingscommissie dat op onderdelen de stof aansluit bij wiskundige inhouden voor bètastudies. Om dit te realiseren, is een doordachte aansluiting bij vernieuwingen in dit subdomein in de onderbouw noodzakelijk.
- Statistiek voor wiskunde maatschappij: de ruime ontwerpruimte biedt de mogelijkheid dat leerlingen, volgens een empirische cyclus, een eigen onderzoek uitvoeren en hierbij adequaat digitaal wiskundig gereedschap inzetten: software om data te verwerken en te analyseren en software om simulaties te gebruiken bij kansrekening en inferentiële statistiek.

Een dilemma van een andere orde betref het perspectief van de leerlingen. Binnen elk examenprogramma hebben leerlingen verschillende perspectieven op het wiskundige niveau van de stof en op eigen capaciteiten. Wiskunde maatschappij - C&M is een klein vak, dat dat leerlingen met weinig affiniteit moet inspireren tot wiskundig denken en omgaan met wiskundige informatie in beroep en maatschappij. Wiskunde maatschappij - E&M kent een heel diverse doelgroep met een minderheid voor wie een goede basis van formelere algebra van belang is. Bij wiskunde natuur krijgen leerlingen met de profielen N&G en N&T veel gezamenlijk onderwijs. Leerlingen die zich voorbereiden op een studie in medische en gezondheidswetenschappen en in de huidige situatie wiskunde A zouden volgen, hebben minder abstracte algebra nodig dan degenen die zich



voorbereiden op een technische studie en wiskunde B zouden volgen. De omvang van wiskunde natuur – N& G en de diepgang en uitvoerbaarheid van wiskunde natuur – N&T zijn uitgebreid besproken in de vakvernieuwingscommissie.

Twee aanvullende aandachtspunten over wensen en perspectieven van leerlingen zijn:

- Leerlingen die anders voor wiskunde B zouden kiezen, gaan mogelijk het plusdeel van wiskunde natuur - N&G mijden. Om dit te voorkomen is een heldere toelatingseis in vervolgoopleidingen van belang.
- Leerlingen en leraren uitten regelmatig de wens om te kunnen kiezen voor een examenprogramma buiten het eigen profiel. De advieskring heeft geadviseerd om dit mogelijk te maken. De vakvernieuwingscommissie verwacht dat er ruimte voor scholen is om dit met maatwerk te faciliteren.

Overige kwesties die in de procesbeschrijving opvallen, krijgen ruim aandacht elders in deze toelichting:

- de inzet van digitaal wiskundig gereedschap;
- de afstemming met kerndoelen in het licht van een doorlopende leerlijn;
- de uitvoerbaarheid van de verschillende examenprogramma's;
- differentiatie tussen de verschillende examenprogramma's;
- samenhang met andere vakken.

## 4. Conclusies, adviezen en vervolg

### 4.1 Maatschappelijke en curriculaire uitdagingen

In het eerste hoofdstuk van dit toelichtingsdocument zijn de maatschappelijke en curriculaire uitdagingen genoemd die in de startnotitie wiskunde (Tolboom & Hendrikse, 2021) beschreven staan. Deze vormden het uitgangspunt voor de bijstelling van de examenprogramma's. De vakvernieuwingscommissie heeft met de geactualiseerde examenprogramma's op de volgende manier een antwoord gegeven op deze uitdagingen.

#### *Gecijferdheid en kansengelijkheid*

De examenprogramma's zijn toegesneden op de profielen en daarmee staan rekenvaardigheden en algebraïsche vaardigheden ten dienste van wat leerlingen nodig hebben bij andere vakken en bij vervolgopleiding en beroep.

Gecijferdheid, en daarmee ook kansengelijkheid, heeft aandacht in elk subdomein. Het gaat hierbij om inzicht in het nut van rekenen en wiskunde (domein C), met beroepsmatig gebruik van wiskunde om kunnen gaan, bijvoorbeeld het interpreteren van onderzoeksresultaten (domein B), en om effectief te rekenen en verbanden te leggen (domein A) in allerlei dagelijkse situaties en beslissingen.

#### *Omgaan met digitale technologieën en computationeel denken*

De vakvernieuwingscommissie ziet het enorme belang en belangrijke voordelen van de inzet van digitale technologieën in het wiskundeprogramma. Toch is ze terughoudend met het opnemen van specifiek gebruik van digitaal wiskundig gereedschap in de examenprogramma's. Er is onvoldoende zicht op diverse factoren zoals toegang tot digitaal gereedschap, beschikbaarheid van onderwijsmateriaal, afsluitende toetsing, wisselwerking met handmatige algebraïsche vaardigheden en de praktische organisatie op school en in de klas. In de complexe ICT-sector overziet de vakvernieuwingscommissie evenmin aspecten zoals kosten, wetgeving, digitale veiligheid en privacy.

Het innovatie- en veranderingsproces rondom gebruik van digitaal wiskundig gereedschap is groter dan de reikwijdte van de opdracht aan de vakvernieuwingscommissie. Ontwerp en implementatie vereist korte cycli met veel uitwisseling met de praktijk op scholen en ondersteuning van makers van onderwijsmaterialen. Bovendien is er een curriculumbrede aanpak nodig om tot goed beleid te komen. Hiervan zijn er voorsnog geen gedocumenteerde en geëvalueerde praktijkvoorbeelden bekend.

De examenprogramma's bieden ruimte om onderwijs en toetsing met en zonder digitaal wiskundig gereedschap te realiseren. De vakvernieuwingscommissie adviseert nadrukkelijk zicht te houden op de algebraïsche vaardigheid van de leerlingen. Gebruik van digitaal wiskundig gereedschap kan uitgebreid worden als het ondersteund wordt door onderzoek en samenwerking van scholen, met toetsmakers van CITO/CvTE en de makers van onderwijsmateriaal. Een voorwaarde voor scholen en toets- en onderwijsmakers om tot digitale innovaties te komen, is dat ze ontzorgd worden bij de technische en praktische organisatie. Hierbij hoort toegang tot geschikte software en een veilige afgeschermd internetomgeving. Dit vraagt om onderzoek, zodat op langere termijn dergelijke innovaties in de onderwijs- en examenketen kunnen worden ingevoerd.

### *Curriculaire uitdagingen*

Curriculaire uitdagingen zijn nauw met elkaar verweven: motivatie bij leerlingen, wiskundig inzicht en overzicht, doorlopende leerlijnen vanuit de onderbouw, en samenhang met andere vakken versterken elkaar. De vakkenstructuur van profielspecifieke examenprogramma's beantwoordt aan deze uitdagingen. Bijvoorbeeld door een betere aansluiting tussen wiskunde en de profielvakken zien leerlingen meer het praktische nut van wiskunde en is er meer gelegenheid om ook bij andere vakken met wiskunde te werken. De vakvernieuwingscommissie heeft ruim aandacht besteed om de samenhang tussen wiskunde en de natuur- en maatschappijwetenschappelijke vakken met voorbeelden bij de eindtermen te illustreren. Deze voorbeelden behoeven verdere uitwerking bij wiskunde en de andere vakken. Daarnaast moet de vernieuwde vakkenstructuur ook bijdragen aan meer mogelijkheden voor remediering en het aanbieden van extra wiskundige uitdaging.

De vakvernieuwingscommissie heeft veel aandacht besteed aan de uitvoerbaarheid van en de coherentie binnen en tussen de examenprogramma's (oftewel: niet overladen en niet verbrokkeld). De examenprogramma's geven houvast aan leerlingen en leerkrachten om eigenaarschap te ontwikkelen en het curriculum te overzien. Zo kan een onderwijspraktijk ontstaan met materiaal toegespitst op wiskunde maatschappij en wiskunde natuur, waarin de opgaven profielspecifiek ingekleurd worden vanuit contexten, probleemaanpakken en heuristieken.

In het leerlingenpanel bleek dat leerlingen het op prijs stellen om mee te denken over leerdoelen, leermateriaal en leeractiviteiten. Hun betrokkenheid vanaf het begin is belangrijk en de vakvernieuwingscommissie hoopt dat scholen de tijd nemen om de geactualiseerde examenprogramma's met de

leerlingen te bespreken. Ook tijdens de fase van beproeven is betrokkenheid van de leerlingen vanaf het begin belangrijk.

#### *Heroriëntatie op de rol en manier van toetsing*

De conceptexamenprogramma's bieden een raamwerk dat onderscheid maakt tussen eindtermen ten aanzien van wiskundig conceptueel inzicht, wiskundig werken (activiteiten) en wiskundige oriëntatie. Doorsnijdend hierop is er een plek gegeven aan het gebruik van digitaal wiskundig gereedschap. In de praktijk zal van hieruit een wisselwerking tussen CE en SE ontstaan. Het CE is belangrijk voor het bepalen van het wiskundig niveau en als een aanjager van onderwijsinnovaties, bijvoorbeeld probleemaanpakken en inzet van digitaal wiskundig gereedschap. Het SE kan een belangrijke rol vervullen bij maatwerk, onderwijsinnovaties, en de ontwikkeling van een kwaliteitsstandaard voor grotere opdrachten.

## **4.2 Adviezen vanuit vakspecifieke werkopdracht**

De vakspecifieke aspecten van de actualisatie van wiskunde bespreken we in deze paragraaf.

- Vanuit het advies vakkenstructuur gaat het om de ontwikkeling van twee wiskundevakken als basis.
- De inhoud van wiskunde D dient aangepast te worden om aan te sluiten bij de nieuwe wiskundevakken.

#### *Wiskunde maatschappij en wiskunde natuur*

Het werk van de vakvernieuwingscommissie geeft een vervolg aan het advies vakkenstructuur om twee wiskundevakken te ontwikkelen. De conceptexamenprogramma's zijn een eerste stap. In de praktijk moet blijken hoe de voorgestelde examenprogramma's inhoudelijk en organisatorisch vorm krijgen.

Op inhoud is het noodzakelijk dat de wiskundevakken nauwer aansluiten bij schoolprofielen. De verandering van wiskunde A naar wiskunde maatschappij – E&M is relatief groot. Een succesvolle implementatie wordt in sterke mate bepaald door een goede afstemming van het niveau van abstractie op de leerlingen met het profiel E&M, en de keuze van de contexten die bij dit profiel passen. Het is zinvol gebruik te maken van de eerste resultaten van de actualisatie van de mens en maatschappijvakken en de startnotitie bij deze actualisatie (Bart et al. 2024). Om de programma's goed te kunnen beproeven op bruikbaarheid en uitvoerbaarheid is het van belang dat de juiste populaties leerlingen en scholen deelnemen. Voor wiskunde natuur - N&G is de aansluiting met de sectoren gezondheid, leefomgeving en natuur een punt van aandacht.

Organisatorische aspecten om te beproeven zijn de praktijk van de deel-geheel structuur. Voor wiskunde maatschappij - C&M is er een vooronderzoek en pilot nodig om te onderzoeken of de aangeboden wiskunde relevant is voor deze groep leerlingen, de omvang van vak aansluit bij de voorgestelde inhouden, en wat de positionering is van het vak in het profiel in combinatie met de slaag-zakregeling. Voor wiskunde natuur – N&T is het van belang te onderzoeken in hoeverre het CE identiek kan zijn aan dat van wiskunde natuur – N&G en of het mogelijk is een gezamenlijk examen met aanvullend N&T-deel te ontwikkelen.

Hoewel de programma's profielspecifiek zijn uitgewerkt, is het volgens de commissie en de advieskring belangrijk dat leerlingen een ander examenprogramma kunnen kiezen dan dat van het eigen profiel.

#### *Wiskunde D voor havo en vwo*

De invoering van de voorgestelde conceptexamenprogramma's heeft implicaties voor de toekomst van het huidige keuzevak wiskunde D. Al tijdens de fase van beproeven moet hier aandacht aan gegeven worden en kan worden geanticipeerd op hoe wiskunde D aanvullend kan worden op wiskunde maatschappij en wiskunde natuur. In de vervolgfase is het noodzakelijk te onderzoeken welke inhouden van het huidige vak wiskunde D geland zijn in de conceptexamenprogramma's en welke niet. Op basis daarvan kan een advies geformuleerd worden voor de toekomst en profilering van wiskunde D.

Onderwerpen die in de conceptexamenprogramma's niet voorkomen en in wiskunde D opgenomen kunnen worden zijn grafen, matrices, en complexe getallen. Daarnaast kan gedacht worden aan verdiepende wiskunde die leerlingen volgen uit interesse of ter voorbereiding op specifieke vervolgstudies. Het biedt de mogelijkheid voor leerlingen met wiskunde maatschappij - E&M zich wiskundig voor te bereiden op een studie econometrie, zonder daarvoor te hoeven doorschuiven naar het examenprogramma wiskunde natuur - N&G of wiskunde natuur - N&T. Om differentiatie langs profielen mogelijk te maken, is het te overwegen om leerlingen de mogelijkheid te bieden om een deel van de modules te volgen en af te sluiten. De afgesloten modules worden dan los vermeld op het diploma. Dit maakt het mogelijk voor leerlingen om te kiezen voor modules die goed aansluiten bij hun profiel of vervolgstudie.

Wiskunde D is belangrijk voor het aanwakkeren en koesteren van de ambitie van leerlingen die zich wiskundig breed en diepgaand willen ontwikkelen. Dit betreft de potentieel beter-presterende leerlingen waarvan ook PISA-onderzoek uitwijst dat die nog onderpresteren in Nederland. Uit maatschappelijk oogpunt is een voldoende aanwas van bèta-experts belangrijk en wiskunde D geeft hiertoe een belangrijk signaal en vervult kwalificerende functie.

## 4.3 Vergelijking huidige en conceptexamenprogramma's

### 4.3.1 Wiskunde maatschappij

Om wiskunde maatschappij als schoolvak te positioneren is er onderwijsmateriaal nodig dat, meer dan in de huidige onderwijspraktijk, een profielspecifieke inhoud heeft. Deze inhoud kan zich ontwikkelen vanuit verbindingen met andere vakken en vakoverstijgende onderwijsactiviteiten. Er zijn diverse initiatieven op verschillende scholen hiertoe, en om deze bij elkaar te brengen in wiskunde maatschappij is er een inspanning van scholen, makers van onderwijsmateriaal, en examenmakers nodig.

#### *Wiskunde maatschappij - C&M havo*

Wiskunde maatschappij - C&M is voor havo een nieuw examenprogramma met een beperkte ontwerpruimte (3 procent). Het vak zal gevolgd worden door een kleine groep leerlingen. Voor de fase van beproeven zijn er drie aandachtspunten:

1. Er moet aandacht gegeven worden aan de wisselwerking tussen het stellen van leerdoelen (de eindtermen) en de ontwikkeling relevante profielspecifieke contexten in onderwijsmateriaal. Er is een goede balans nodig tussen rekenen, algebra, statistiek en het keuzedeel.
2. In dit examenprogramma ligt de nadruk op praktisch gebruik van wiskunde, burgerschap en digitale geletterdheid, en daarom ligt het voor de hand om veel verbindingen met andere vakken te leggen.
3. In de onderwijspraktijk krijgt een kleine groep leerlingen werkvormen en materiaal die onderscheidend zijn van wiskunde maatschappij – E&M.

#### *Wiskunde maatschappij - C&M vwo*

Voor wiskunde maatschappij - C&M voor vwo gelden dezelfde drie aandachtspunten als voor havo. Vergeleken met havo heeft het examenprogramma een grotere ontwerpruimte (4 procent) en vwo-leerlingen krijgen in vervolgopleidingen meer met wiskunde en onderzoek te maken. Een vierde aandachtspunt voor deze groep is daarom de link tussen wiskunde en onderzoeksvaardigheden.

#### *Wiskunde maatschappij - E&M havo*

Voor wiskunde maatschappij - E&M voor havo zijn er drie inhoudelijke aandachtspunten, op volgorde van aandeel in het examenprogramma:

1. Voor het onderdeel statistiek zijn de uitgangspunten vergelijkbaar met het huidige examenprogramma wiskunde A. De uitwerking daarentegen is anders voor het gebruik van digitaal wiskundig gereedschap en de wisselwerking tussen wiskundige concepten en wiskundige activiteiten. Vanuit de lessen van de vorige onderwijsvernieuwing kunnen er

- materiaal en werkvormen ontwikkeld worden om leerlingen om te leren gaan met data (van datasets tot *big data*).
2. Omgaan met verbanden (functies) en verandering staat onder andere ten dienste van modelleren van optimaliseringsvraagstukken. Onderwijsmateriaal voor dit onderdeel kan in modulevorm beproefd worden.
  3. Tot slot moet bepaald worden welk effect de implementatie van het conceptexamenprogramma heeft op rekenvaardigheid en algebraïsche vaardigheid.

#### *Wiskunde maatschappij - E&M vwo*

Voor wiskunde maatschappij – E&M vwo gelden dezelfde drie aandachtspunten als voor havo. Wiskundig modelleren betreft in dit examenprogramma het gebruik van recurrente verbanden voor discrete modellen. Onderwijsmateriaal voor dit onderdeel kan in modulevorm beproefd worden.

#### **4.3.2 Wiskunde natuur**

Wiskunde natuur lijkt inhoudelijk op het huidige wiskunde B. In algemene zin zijn leraren tevreden over dit vak voor havo en vwo. Voor havo wordt het huidige programma als enigszins overladen beschouwd. Dit wordt ondervangen doordat het programma volgens de voorgestelde vakkenstructuur meer ontwerpruimte krijgt (zowel voor havo als voor vwo) ten opzichte van wiskunde B in de huidige situatie. Een aandachtspunt voor elk examenprogramma bij wiskunde natuur is het onderdeel statistiek, dat nieuw is voor deze doelgroep.

#### *Wiskunde natuur - N&G havo*

Voor wiskunde natuur – N&G voor havo zijn er drie inhoudelijke aandachtspunten, op volgorde van aandeel in het examenprogramma:

- Het eerste aandachtspunt betreft de leerlingen die voor het profiel N&G kiezen en in de huidige situatie voor wiskunde A kiezen. Een ander profielspecifiek vak heeft effecten op deze leerlingen en dan in het bijzonder i) keuzegedrag, ii) leergedrag en iii) leerresultaten. Of zij anders gaan kiezen, of zij een ander potentieel realiseren, en welke resultaten juist deze groep leerlingen haalt zal tijdens de fase van beproeven moeten worden onderzocht. Een deel van dit onderzoek moet gedaan worden onder leerlingen in de derde klas.
- Omgaan met verbanden (functies) en verandering staat onder andere ten dienste van werken met dynamische modellen. Onderwijsmateriaal voor dit onderdeel kan in modulevorm beproefd worden.
- Het onderdeel statistiek behoeft profielspecifieke aandacht: sluiten gemaakte keuzes aan bij de doelgroep en is dit domein uitvoerbaar in de hiervoor ingeschatte ontwerpruimte?

#### *Wiskunde natuur - N&G vwo*

Voor wiskunde natuur - N&G vwo gelden dezelfde drie aandachtspunten als voor wiskunde natuur - N&G havo. Wiskundig modelleren betreft in dit examenprogramma het gebruik van differentiaalvergelijkingen in dynamische modellen. Onderwijsmateriaal voor dit onderdeel kan in modulevorm beproefd worden.

Het onderdeel statistiek is met kansrekening en integraalrekening voor vwo anders ingevuld dan voor havo. Ook hier is een profielspecifieke evaluatie nodig: sluiten gemaakte keuzes aan bij de doelgroep en is dit domein uitvoerbaar in de hiervoor ingeschatte ontwerpruimte?

#### *Wiskunde natuur - N&T havo*

Voor wiskunde natuur - N&T voor havo zijn er aanvullend op de drie aandachtspunten van wiskunde natuur - N&G havo twee inhoudelijke aandachtspunten. Dit zijn op volgorde van aandeel in het examenprogramma:

- Het onderdeel analytische meetkunde dat in het conceptexamenprogramma kleiner is dan bij wiskunde B maar niet substantieel gewijzigd is.
- De differentiatie ten opzichte van wiskunde natuur - N&G havo vraagt aandacht omdat dit niet in de eindtermen als zodanig zichtbaar is. Volgens de deel-geheel structuur zijn de eindtemen voor N&G en voor N&T gelijk. Voor de onderwijspraktijk verwacht de vakvernieuwingscommissie dat leerlingen vanuit het extra deel wiskunde ook wiskundig vaardiger worden in het gemeenschappelijke deel.

#### *Wiskunde natuur - N&T vwo*

Voor wiskunde natuur - N&T vwo gelden dezelfde aandachtspunten als voor wiskunde natuur - N&T havo. Het onderdeel analytische meetkunde dat in het conceptexamenprogramma kleiner is dan bij wiskunde B bevat een aantal forse wijzigingen ten opzichte van het huidige programma.



### 4.3.3 Samenvatting

De voorgaande vergelijking laat zien dat de implicaties van de vernieuwingen sterk overeenkomen voor de conceptexamenprogramma's. De vakvernieuwingscommissie heeft geprobeerd om voor onderdelen van de examenprogramma's algemene aspecten en profielspecifieke inhouden te benoemen. Kader 8 is bedoeld om in de fase van beproeven te komen tot gelijksoortige onderzoeksvragen voor de algemene, doorsnijdende aspecten:

- een goede systematiek om profielspecifieke contexten te ontwikkelen;
- voldoende afstemming in inzet van digitaal wiskundig gereedschap en daarbij optrekken met kerndoelen, andere vakken en met vmbo;
- differentiatie (niveauverschillen) tussen de conceptexamenprogramma's en keuzemogelijkheden voor de leerlingen.

Daarnaast moet voor onderdelen zoals differentiaalvergelijkingen, modelleer- of onderzoeksopdrachten, profielspecifiek materiaal ontwikkeld worden.

	Analyse	Statistiek	Meetkunde
<b>Havo</b>			
C&M	Geheel programma, recht doen aan doelgroep		Geen onderdeel
E&M	Algebraïsche vaardigheid Lineair optimaliseren	Vernieuwing Kansrekening Onderzoeksvaardigheid	
N&G	Aandacht doelgroep wis A Differentiaalrekening Modelleeropdracht	Nieuw onderdeel subdomein A3 (Data en kans)	
N&T	Differentiatie t.o.v. N&G Differentiaalrekening Modelleeropdracht Vervolgopleidingen		
<b>Vwo</b>			
C&M	Geheel programma, recht doen aan doelgroep		Geen onderdeel
E&M	Van voldoende niveau Rijen en modelleren	Vernieuwing Onderzoeksvaardigheid	
N&G	Aandacht doelgroep wis A Differentiaalrekening Modelleeropdracht	Nieuw onderdeel subdomein 3 (Data en kans) met kansrekening en integreren	
N&T	Differentiatie t.o.v. N&G Differentiaalrekening Modelleeropdracht Vervolgopleidingen		

Kader 8: Aandachtspunten voor onderdelen per conceptexamenprogramma.

#### **4.4 Kerndoelen, examenprogramma's en het referentiekader**

De conceptkerndoelen en de conceptexamenprogramma's wiskunde voor vmbo, havo en vwo zijn op structuur (raamwerken) en inhoud (doorlopende leerlijnen) op elkaar afgestemd. Dat betekent dat in de fase van beproeven de ontwikkelingen van onderwijsactiviteiten en onderwijsmateriaal ook op elkaar afgestemd moeten zijn. Vanuit gelijksoortig basismateriaal kan beproefd worden hoe leerlijnen op elkaar aansluiten, welke vormen van samenhang er ontstaan, welke contexten gebruikt worden en welke praktische ondersteuning er nodig is, bijvoorbeeld voor de inzet van digitaal wiskundig gereedschap. Een aantal activiteiten in de fase van beproeven kunnen plaatsvinden in het derde leerjaar voor de kerndoelen en de examenprogramma's.

Om deze afstemming te verbeteren en te behouden is het noodzakelijk om in de fase van beproeven overzicht te houden over het gehele wiskundecurriculum, doorlopende leerlijnen en verschillende schoolsoorten. In dit toelichtingsdocument hebben we onder ander de volgende vernieuwende thema's besproken: de domeinen B en C over wiskundige vaardigheden en houdingen, een leerlijn statistiek (data, kans, en kwantitatieve informatie), vaardig zijn in gebruik van digitaal wiskundig gereedschap, aandacht voor basisvaardigheden in de breedte (ook bijvoorbeeld digitale geletterdheid en burgerschap).

Het po en het vmbo kunnen voorsorteren en aandacht besteden aan het onderscheid tussen wiskunde maatschappij en wiskunde natuur.

## 4.5 Fase van beproeven

De oplevering van de conceptexamenprogramma's geeft het startsein voor de vervolgfases om te komen tot definitieve examenprogramma's.

Geactualiseerde examenprogramma's zijn een belangrijke voorwaarde, maar geen garantie op goed onderwijs en passende examinering. De werkelijke kwaliteit van het onderwijs ontstaat immers in de school en in de klas. We onderscheiden daarom verschillende fasen in het proces om te komen tot nieuwe examenprogramma's die uitgangspunt zijn voor onderwijs en examinering in de bovenbouw vo. Na de ontwikkeling van de conceptexamenprogramma's, die in 2024 worden afgerond, starten – deels gelijktijdig – de volgende fasen:

- ontwikkelen van conceptsyllabi onder regie van het College voor Toetsen en Examens (CvTE);
- beproeven van de conceptexamenprogramma's onder regie van SLO;
- opleveren van handreikingen.



### 4.5.1 Ontwikkelen van conceptsyllabi

In schooljaar 2024-2025 start de ontwikkeling van conceptsyllabi voor de geactualiseerde vakken met een CE. Het doel van de syllabi? Leraren en examenmakers ondersteunen bij respectievelijk het voorbereiden van examenkandidaten op de CE's, en het construeren van de CE's.

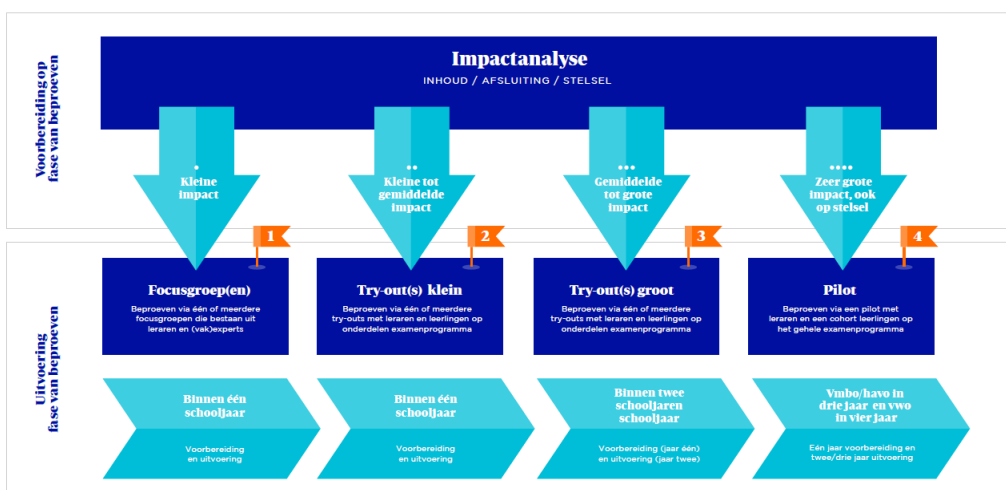
De ontwikkeling van conceptsyllabi gebeurt onder regie van het CvTE. Hiervoor worden syllabuscommissies met leraren en vakdeskundigen samengesteld. Zij

gaan de eindtermen uitwerken die aan het CE zijn toegewezen. Gedurende de ontwikkeling van de conceptsyllabi haalt CvTE feedback op bij leraren. De conceptsyllabi worden zomer 2025 opgeleverd en gepubliceerd.

#### 4.5.2 Beproeven van de conceptexamenprogramma's

Parallel aan het syllabitraject, bereidt SLO vanaf september 2024 de fase van beproeven voor. Dat betekent op de eerste plaats dat we voor de verschillende conceptexamenprogramma's van elk vak een impactanalyse maken. We brengen in kaart hoeveel er ten opzichte van het huidige examenprogramma verandert op inhoud, wijze van afsluiting en stelsel. Op basis van de uitkomsten van deze analyse bepalen we hoe omvangrijk er beproefd moet worden en welk tijdspad dat vraagt.

### Vormen van beproeven



We zoeken steeds naar een optimale balans tussen tijd en kwaliteit. Dit betekent dat (de voorbereiding van) de fase van beproeven zo kort mogelijk duurt, maar lang genoeg om de examenprogramma's verantwoord te implementeren. Want hoe groter de aanpassingen ten opzichte van de huidige examenprogramma's, hoe meer implicaties voor het onderwijs en de examinering, hoe meer dat vraagt van beproeven en implementeren. We onderscheiden vier vormen met elk een eigen tijdspad.

Als uit de impactanalyse blijkt dat vorm 1 (focusgroepen) of vorm 2 of 3 (een try-out) passend is, dan worden onderdelen van het conceptexamenprogramma door leraren en leerlingen beproefd in één schooljaar, beoogd in 2025-2026. Als uit de impactanalyse blijkt dat de veranderingen op inhoud, wijze van afsluiting en stelsel groot zijn, dan wordt gekozen voor vorm 4 (een pilot). Het volledige conceptexamenprogramma, inclusief conceptsyllabus, voor vakken

met een centraal examen wordt beproefd. Voor vmbo en havo vraagt dit twee jaar, voor vwo drie jaar. In het voorbereidingsjaar (2024-2025) worden materialen ontwikkeld voor de fase van beproeven, en worden scholen geworven die mee willen werken aan het beproeven. In schooljaar 2025-2026 start het daadwerkelijk beproeven van de conceptexamenprogramma's en -syllabi in de onderwijspraktijk.

#### **4.5.3 Opleveren van handreikingen**

Tijdens de fase van beproeven gaan we op scholen in gesprek met in elk geval leraren en schoolleiders. Met hen bespreken we de vraag welke informatie, gespreksleidraden en voorbeelden nodig zijn om de bedoeling en inhoud van de conceptexamenprogramma's in onderwijs en toetsing vorm te geven. Deze gesprekken leiden tot handreikingen. Deze handreikingen zijn ter inspiratie en niet voorschrijvend, maar helpen scholen om te komen van een examenprogramma naar een onderwijs- en toetsprogramma.

#### **4.5.4 Adviezen ten aanzien van de fase van beproeven**

Grotere kwesties die regelmatig terugkwamen gedurende het werk van de vakvernieuwingscommissie, behoeven aandacht tijdens de fase van beproeven.

**Uitvoerbaarheid en coherentie:** De commissie heeft getracht om vanuit een vergelijking met de huidige situatie. In de fase van beproeven houden we aandacht voor de haalbaarheid van het programma. Een punt van aandacht is de verwevenheid van de domeinen A, B en C. Op onderdelen kan de inschatting van de vakvernieuwingscommissie de nodige onderwijstijd onder- of overschatten. Daarom moeten we een methode van beproeven te gebruiken waarmee we de nodige onderwijstijd kunnen inschatten en de belangrijkste inhoudelijke en didactische veranderingen in beeld brengen.

De domeinen B en C: de verwevenheid tussen de drie domeinen en de tijdsinvestering in de domeinen B (wiskundige activiteiten) en C (wiskundige houding) zijn frequent besproken. Dit verdient een belangrijk onderwerp in de fase van beproeven te zijn, waar leerlingen en leraren, ook van buiten de wiskundesectie, bij betrokken zijn. Aan de volgende onderzoeksvragen valt te denken:

- Hoe zijn de eindtermen uit de domeinen B en C te verweven met die uit domein A in concreet lesmateriaal, zodanig dat de inhoud herkenbaar blijven?
- Welke verwachtingen zijn er en hoe interpreteren betrokkenen de eindtermen?
- Hoe zien SE's eruit die gericht zijn op toetsing van domein B en C?

- In hoeverre maakt het examenprogramma het mogelijk om te differentiëren tussen SE en CE?
- Bewerkstelligen de eindtermen inderdaad een betere motivatie bij de leerlingen en een versterkte samenhang met andere vakken?
- Wat is het effect van deze eindtermen op de uitvoerbaarheid van het hele programma?

Wisselwerking tussen onderwijs en toetsing (SE en CE): Er is veel gesproken over organisatorische en inhoudelijke aspecten van toetsing. In een zo vroeg mogelijk stadium, afgestemd met andere activiteiten in de fase van beproeven, kan begonnen worden met het maken van opgaven voor de examens. Enerzijds helpt dit leerlingen en leraren om zich een concreet beeld te vormen bij de examenprogramma's. Anderzijds geeft dit richting aan de ontwikkeling van onderwijsmateriaal en bewerkstelligt dit synergie en afstemming tussen SE en CE (zie hoofdstuk 2.4). Hierbij zijn er twee specifieke aandachtspunten om te onderzoeken:

- Kan het CE onderscheid maken tussen leerlingen met het profiel N&G en met N&T? Naast het deel meetkunde voor alleen wiskunde natuur - N&T vindt de commissie het wenselijk dat de examinering van het deel analyse aanvullend verschil maakt tussen de examenprogramma's voor de profielen N&G en N&T.
- Het conceptexamenprogramma wiskunde maatschappij – C&M heeft geen CE, wat ruimte geeft om dit programma met maatwerk aan te bieden. Denk aan andere werkvormen en samenwerking met andere vakken. Het is niet de bedoeling dat leerlingen met profiel C&M eenvoudig aanschuiven bij de leerlingen met profiel E&M.

#### *Rekenvaardigheid en algebraïsche vaardigheid*

Evaluatie van rekenvaardigheden en algebraïsche vaardigheden is een doorlopende taak van scholen. Het is noodzakelijk om de algebraïsche vaardigheden per examenprogramma te evalueren, onder andere om de balans met het gebruik van digitaal wiskundig gereedschap te bewaken.

#### *Keuzeruimte*

De invulling van de keuzeruimte geeft een belangrijke gelegenheid om met leraren en leerlingen in gesprek te gaan over het vak wiskunde. Scholen, leraren en leerlingen, die hiermee aan de slag gaan hebben ondersteuning nodig in verschillende fasen van onderwijsontwikkeling. Gedurende de fase van beproeven kan onderwijsmateriaal worden ontwikkeld, en onderzocht worden wat de ervaringen van leraren zijn met de keuzeruimte.

Ondersteuning van leraren: de rol van netwerken. De vakvernieuwingscommissie besprak regelmatig de zorg of leraren voldoende ruimte hebben en voldoende ondersteund te worden om de conceptexamenprogramma's te realiseren. Naast tijd en bijscholing hebben leraren materiaal nodig voor onderwijs en toetsing. Het beproeven van de examenprogramma's dient daarom ook te leiden tot robuust systeem van ondersteuning van het onderwijsveld in opvolgende fase van opschaling. Te denken valt aan de kennisbases wiskunde voor de lerarenopleidingen<sup>11</sup>, de activiteiten voor wiskundeleraren van vakvereniging NVvW<sup>12</sup>, het ontwikkelen van exemplarische schoolexamenopgaven met Cito/CvTE, het opzetten van een landelijk visitatiesysteem voor wiskundesecties rondom het SE, bijvoorbeeld via het systeem van moderatie (Gill, 2015), of het opzetten van docentontwikkelteams via de vo-ho netwerken. Het systematisch documenteren, evalueren en delen van goede praktijkvoorbeelden is hierbij noodzakelijk.

Een aantal andere aspecten doorsnijden de bovenstaande thema's en komen elders aan de orde in deze toelichting:

- de inzet van digitaal wiskundig gereedschap, op korte en langere termijn;
- de afstemming met kerndoelen in licht van doorlopende leerlijn;
- differentiatie tussen de verschillende examenprogramma's.

---

<sup>11</sup> Zie <https://10voordeleraar.nl/kennisbases/kennisbases>

<sup>12</sup> Zie <https://www.nvww.nl/>

## 5. Referenties

- Alvaredo, F., Chancel, L., Piketty, T., Saez, E. & Zucman, G. (2018). *Rapport over de ongelijkheid in de wereld 2018*. De Bezige Bij.
- Bart, M., Bartelds, H., Koek, A., & Oorschot, F. (2024). Startnotitie mens en maatschappij. Bovenbouw voortgezet onderwijs. SLO. Raadpleegbaar via: <https://www.slo.nl/publicaties/@24020/startnotitie-mens-maatschappij/>
- Berghe, G., Viaene, D., & Vandamme, L. (2020). *Simon Stevin van Brugghe (1548-1620). Hij veranderde de wereld*. Uitgeverij Sterck & Devreese
- Boels, L. B. M. M. (2023). Histograms - An educational eye. Universiteit Utrecht Freudenthal Instituut.
- Boels, L., Hoogland, K., Jonker, V., Kleine Deters, B., & Wijers, M. (2022). Het interpreteren en begrijpen van hedendaagse informatiebronnen. Universiteit Utrecht.
- Bogaart, T. van den, & Bos, R. (2020). Vastgelopen? Je kunt de boom in! *Euclides 96(2)*.
- Bogaart, T. van den, & Bos, R. (2024). Heuristiekbomen. Freudenthal instituut en Hogeschool Utrecht. Open online opleidingsmateriaal voor de lerarenopleiding wiskunde. Raadpleegbaar via: <https://edspace.nl/hboom/index.php>
- Bos, R.D. & van den Bogaart, T. (2022). Heuristic trees as an digital tool to foster compression and decompression in problem solving. *Digital Experiences in Mathematics Education*. Raadpleegbaar via: <https://doi.org/10.1007/s40751-022-00101-6>
- Bramall, S., & White, J. (red.) (2000). *Why learn maths? Institute of education, University of London*. Bedfordways paper.
- Bron, J., van der Leeuw, B., Oldengarm, S., van Silfhout, G., & van Zanten, M. (2020). *Kansengelijkheid in curriculumvoorstellen voor Nederlands en rekenen-wiskunde. Beoordelingskader en analyse*. SLO.
- Buijsman, S. (2018). *Plussen en minnen. Wiskunde en de wereld om ons heen*. De Bezige Bij.
- Caspers, W., Hendrikse, P., Penning-de Vries, B., Tolboom, J., Van der Ree, H., & van Wassenauer, N. (2021). Uitkomsten onderzoek vakkenstructuur wiskunde havo-vwo bovenbouw. SLO. Geraadpleegd via: <https://www.slo.nl/publish/pages/17516/uitkomsten-onderzoek-vakkenstructuur-wiskunde-bovenbouw-havo-vwo.pdf>
- College voor Toetsen en Examens. (2024). Samen bouwen we aan goede examens. Geraadpleegd via: <https://www.examenblad.nl/>



- CTWO (2007) Rijk aan betekenis. Visie op vernieuwd wiskundeonderwijs  
Geraadpleegd via:  
<https://www.fisme.science.uu.nl/ctwo/publicaties/docs/Rijkaanbetekenisweb.pdf>
- CTWO (2012). Denken & doen. Wiskunde op havo en vwo per 2015. Eindrapport van de vernieuwingscommissie wiskunde cTWO. Geraadpleegd via:  
<https://www.fi.uu.nl/ctwo/publicaties/docs/CTWO-Eindrapport.pdf>
- Curriculum.nu (2019). Leergebied Rekenen & Wiskunde. Geraadpleegd via:  
<https://www.curriculum.nu/>
- Curriculum.nu (2019). Leergebied Rekenen & Wiskunde. Voorstel voor de basis van de herziening van de kerndoelen en eindtermen van de leraren en schoolleiders uit het ontwikkelteam Rekenen & Wiskunde. Geraadpleegd via:  
<https://www.curriculum.nu/>
- Dijke-Droogers, M. J. S. V. van (2021). *Introducing statistical inference: Design and evaluation of a learning trajectory*. Universiteit Utrecht.
- Drijvers, P. (2006). Algebra in de tweede fase van HAVO en VWO. In: *Wat a is, dat kun je niet weten*. Drijvers, P. (red). Freudenthal Instituut.
- Drijvers, P. (2011). Wat bedoelen ze toch met... denkactiviteiten. *Nieuwe Wiskrant*, 31(2), 38-41. Raadpleegbaar via:  
[https://www.fisme.science.uu.nl/wiskrant/artikelen/312/312december\\_drijvers.pdf](https://www.fisme.science.uu.nl/wiskrant/artikelen/312/312december_drijvers.pdf)
- Drijvers, P., van Streun, A., & Zwanenveld, B. (2012) *Handboek wiskunde didactiek*. Epsilon Uitgaven.
- Drijvers, P., Kodde-Buitenhuis, H., & Doorman, M. (2019). Assessing mathematical thinking as part of curriculum reform in the Netherlands. *Educational studies in mathematics*, 102, 435-456. Raadpleegbaar via:  
<https://link.springer.com/article/10.1007/s10649-019-09905-7>
- DUO (2021). Rapportage Monitor Digitale Geletterdheid in het PO 2020-2021. DUO Onderwijsonderzoek & Advies. Utrecht. Raadpleegbaar via:  
<https://www.duo-onderwijsonderzoek.nl/>
- Expertisepunt LOB (2018). Loopbaancompetenties. Expertisepunt LOB. Faculteit Bètawetenschappen FI, Utrecht. Universiteit Utrecht. Raadpleegbaar via:  
[https://www.expertisepuntlob.nl/bestanden/artikelen/6/230\\_DIGI\\_Wegwijzer\\_Loopbaancompetenties\\_LOS.pdf?1598971931](https://www.expertisepuntlob.nl/bestanden/artikelen/6/230_DIGI_Wegwijzer_Loopbaancompetenties_LOS.pdf?1598971931)
- Folmer, E., & Ottevanger, W. (2017). Monitoring invoering vernieuwde wiskunde A havo : Resultaten vragenlijstonderzoek docenten 2015-2016. SLO. Raadpleegbaar via: <https://www.slo.nl/publish/pages/3169/monitoring-invoering-vernieuwde-wiskunde-a-havo.pdf>
- Gill, T. (2015). The moderation of coursework and controlled assessment: A summary. Raadpleegbaar via:  
<https://www.cambridgeassessment.org.uk/Images/465779-the-moderation-of-coursework-and-controlled-assessment-a-summary.pdf>

- Goffree, F., van Hoorn, M., & Zwaneveld, B. (red) (2000). *Honderd jaar wiskundeonderwijs. Een jubileumboek*. Nederlandse Vereniging van Wiskundeleraren.
- Göksen-Zayim, S., Pik, D., Dekker, R., & van Boxtel, C. (2021). Mathematical modelling in Dutch lower secondary education: An explorative study zooming in on conceptualization. *Mathematical modelling education in east and west* (pp. 227-237). Springer International Publishing.
- Grgurina, N. (2021). *Getting the Picture: Modeling and Simulation in Secondary Computer Science Education*. Rijksuniversiteit Groningen.
- Grgurina, N., Spronk, J., Vries, H. de, Klein Tank, M. (2024) Conceptkerndoelen digitale geletterdheid en toelichtingsdocument. SLO. Raadpleegbaar via: [https://www.slo.nl/publish/pages/21532/slo\\_conceptkerndoelen\\_en\\_toelichtingsdocument\\_digitale\\_geletterdheid\\_opleverversie\\_dd-29-2-2024-.pdf](https://www.slo.nl/publish/pages/21532/slo_conceptkerndoelen_en_toelichtingsdocument_digitale_geletterdheid_opleverversie_dd-29-2-2024-.pdf)
- Groen, W. (2000). Honderd jaar leerplanwijzigingen. In: Goffree, F., M. van Hoorn en B. Zwaneveld (red.) (2000) Honderd jaar wiskundeonderwijs. Een jubileumboek. Nederlandse Vereniging van Wiskundeleraren.
- Gubbels, J., van Langen, A. M. L., Maassen, N. A. M., & Meelissen, M. R. M. (2019). Resultaten PISA-2018 in vogelvlucht. Universiteit Twente. doi:10.3990/1.9789036549226
- Heijnen, M., Folmer, E., & Koopmans, A. (2018). Monitoring invoering vernieuwde wiskunde B havo. Eindmeting docenten en leerlingen 2016-2017. SLO. Raadpleegbaar via: <https://www.slo.nl/publish/pages/3202/monitoring-invoering-vernieuwde-wiskunde-b-havo-eindmeting.pdf>
- Hoeve, M., & Alpár, G. (2020). Mindset en lesmateriaal. In: Euclides, maart 2020.
- Højgaard, T. (2024). Competencies and fighting syllabusism. *In: Educational Studies in Mathematics (2024) 115:459–479*. Raadpleegbaar via: <https://doi.org/10.1007/s10649-023-10285-2>
- Hoogland, K., & Meeder, M. (2007). Gecijferdheid in beeld. APS. Raadpleegbaar via: [https://www.gecijferdheid.nl/wp-content/uploads/2020/08/Gecijferdheid\\_in\\_Beeld.pdf](https://www.gecijferdheid.nl/wp-content/uploads/2020/08/Gecijferdheid_in_Beeld.pdf)
- Hoogland, K., Díez-Palomar, J., & O'Meara, N. (2021). Common European Numeracy framework—a multifaceted perspective on numeracy. *14th international congress on mathematics education (ICME14)*.
- Hoogland, K. (2023). The changing nature of basic skills in numeracy. *Frontiers in Education (Vol. 8, p. 1293754)*. Frontiers Media SA.
- Klein Tank, M., & Spronk, J. (2022). Startnotitie kerndoelen digitale geletterdheid. SLO. Raadpleegbaar via: [https://www.slo.nl/publish/pages/19664/startnotitie\\_kerndoelen\\_digitale\\_geletterdheid.pdf](https://www.slo.nl/publish/pages/19664/startnotitie_kerndoelen_digitale_geletterdheid.pdf)

- Kop, P. (2020) *Graphing formulas by hand to promote symbol sense: Becoming friends with algebraic formulas*. Universiteit van Leiden Iclon.
- Kop, P., Albers, C., Meester, R., & M. van Assen (2024). Position paper: Statistiek in het Voortgezet Onderwijs. (Concept). Nederlandse Vereniging van Wiskundeleraren.
- Krüger J. (2021). Verandering en behoud Wijzigingen in wiskundeprogramma's in het Nederlands voortgezet onderwijs, 1864-2020. Raadpleegbaar via: <http://www.curriculumnet.nl/nl/Curriculumnet>
- Krüger, J. (2012). Wiskunde voor kansarme jongens in de achttiende eeuw. In: *Nieuwe Wiskrant* 31-3. Raadpleegbaar via: [https://www.fi.uu.nl/wiskrant/artikelen/313/313maart\\_kruger.pdf](https://www.fi.uu.nl/wiskrant/artikelen/313/313maart_kruger.pdf)
- Kuiper, W.A.J.M., Folmer, E., Ottevanger, W.J.W., & Bruning, L. (2012). Evaluatie examenpilots wiskunde havo/vwo 2009-2012: samenvattend eindrapport. SLO. Raadpleegbaar via: <https://www.slo.nl/publish/pages/2797/evaluatie-examenpilots-wiskunde-samenvattend-eindrapport.pdf>
- Kilpatrick, J., Swafford, J., & Findell, B. (2001). *Adding It Up: Helping Children Learn Mathematics*. National Academy Press. Raadpleegbaar via: <https://nap.nationalacademies.org/catalog/9822/adding-it-up-helping-children-learn-mathematics>
- Lee, I., Martin, F., Denner, J., Coulter, B., Allan, W., Erickson, J., Malyn-Smith, J., & Werner, I (2011). Computational thinking for youth in practice. *ACM Inroads*, 32-37.
- Lerman, S. (red.) (2020). *Encyclopedia of Mathematics Education. Second edition*. Springer.
- Levin, I., & Mamlok, D. (2021). Culture and society in the digital age. *Information*, 12(2), 68.
- Ministerie van Onderwijs, Cultuur en Wetenschap (2019). Digitaliseringsagenda. Primair en voortgezet onderwijs. Raadpleegbaar via: <https://zoek.officielebekendmakingen.nl/blg-878654.pdf>
- Mols, B., & Smeets, I. (z.j.). *Succesformules. Toepassingen van wiskunde. Platform Wiskunde Nederland*. WAT ontwerpers.
- Mullis, I.V., & Martin, M.O., (2017). TIMSS 2019 Assessment Frameworks. Amsterdam: International Association for the Evaluation of Educational Achievement. In: *Creative Education, Vol.13 No.12, December 23, 2022*
- OECD (2018). PISA 2022 Mathematics framework (draft). OECD. Raadpleegbaar via: <https://pisa2022-maths.oecd.org/ca/index.html#Home>
- Onderwijsraad (2011). Profielen in de bovenbouw havo-vwo. Advies Profielen in de bovenbouw havo-vwo. Geraadpleegd op 1 september 2024 via: <https://www.onderwijsraad.nl/binaries/onderwijsraad/documenten/adviezen/2011/08/29/profielen-in-de-bovenbouw-havo-vwo/profielen-in-de-bovenbouw-havo-vwo.pdf>

- Orlin, B. (2019). Change is the only constant. *The wisdom of calculus in a madcap world*. Black Dog & Leventhal Publishers.
- Penning de Vries, B., & Folmer, E. (2019). Monitoring invoering vernieuwde wiskunde B: Eindmeting docenten en leerlingen 2017-2018. SLO. Raadpleegbaar via: [https://www.slo.nl/publish/pages/10471/monitoring-invoering-vernieuwde-wiskunde-b-vwo-eindmeting\\_1.pdf](https://www.slo.nl/publish/pages/10471/monitoring-invoering-vernieuwde-wiskunde-b-vwo-eindmeting_1.pdf)
- Penning de Vries, B., Heijnen, M., & Folmer, E. (2019). Monitoring invoering vernieuwde wiskunde A vwo: Eindmeting docenten en leerlingen 2017-2018. SLO. Raadpleegbaar via: <https://www.slo.nl/publish/pages/10470/monitoring-invoering-vernieuwde-wiskunde-a-vwo-eindmeting.pdf>
- Piketty, T. (2022). *Een kleine geschiedenis van de gelijkheid*. De Geus.
- Pólya, G. (1945). *How to Solve It: A New Aspect of Mathematical Method*. Princeton University Press. Geraadpleegd op 1 september 2024 via: <https://doi.org/10.2307/j.ctvc773pk>
- Porcelijn, B. (2021). *Het happy 2050 scenario. Alles wat je kunt doen voor een gelukkige wereld*. Volt.
- Rietbergen, T. van (2023). Feiten graag! In: Béneker, T, G. van Campenhout en R. der Vaart (red) *Aardrijkskunde in transitie? Vakinhoudelijke perspectieven op de examenprogramma's aardrijkskunde*. KNAG. Raadpleegbaar via: <https://geografie.nl/sites/default/files/paragraph/attachment/file/KNAG-Essaybundel-def.pdf>
- Savelsbergh, E. (2019). *De wereld maken. Bèta- en technologieonderzoek voor een onzeker toekomst. Hogeschool Utrecht*. Kenniscentrum Leren en Innoveren Lectoraat Bèta- en Technologieonderzoek.
- Skemp, R. (1971). *The psychology of learning mathematics*. Penguin Books.
- SLO (2022). *Verdeling ontwerpruimte voor ontwikkeling van examenprogramma's. Kader voor vakvernieuwingscommissies vmbo, havo, vwo*. Raadpleegbaar via: [https://www.slo.nl/publish/pages/19449/kader\\_ontwerpruimte\\_-\\_examenprogrammas.pdf](https://www.slo.nl/publish/pages/19449/kader_ontwerpruimte_-_examenprogrammas.pdf)
- SLO (2024a). Definitieve conceptkerndoelen Nederlands en rekenen en wiskunde. Uitgave september 2024. Raadpleegbaar via: [www.actualisatiekerndoelen.nl](http://www.actualisatiekerndoelen.nl)
- SLO (2024b). *Conceptexamenprogramma wiskunde 1,2 (versie 2) vmbo gl/tl*. SLO. Raadpleegbaar via: [https://www.slo.nl/publish/pages/22102/20240904\\_cep\\_wiskunde\\_1\\_2\\_vmbo-gltl\\_def.pdf](https://www.slo.nl/publish/pages/22102/20240904_cep_wiskunde_1_2_vmbo-gltl_def.pdf)
- SLO (2024c). Factsheet-ontwerpruimte-examenprogrammas-SLO-format.pdf. SLO. Raadpleegbaar via: <https://slo-platforms.files.svdcdn.com/production/Factsheet-ontwerpruimte-examenprogrammas-SLO-format.pdf?dm=1708336813>

- Sol, Y. en A. Visser (2023). *Vaardigheden in het landelijke curriculum. Verantwoording van de categorisering en definiëring van vaardigheden bij de actualisatie van kerndoelen en examenprogramma's*. SLO. Raadpleegbaar via: <https://www.slo.nl/publish/pages/20348/vaardigheden-in-het-landelijke-curriculum.pdf>
- Soto y Koelemeijer, G. (2015). *Wiskundigen mogen niet huilen*. AUP.
- Soto y Koelemeijer, G. (2018). *Wie is er bang voor wiskunde*. AUP
- Steffensen, L. (2017). Critical Mathematics Education and Post-Normal Science: A literature overview. *Philosophy of Mathematics Education Journal*, 2017(32). Raadpleegbaar via: <https://hvlopen.brage.unit.no/hvlopen-xmlui/handle/11250/2992435>
- Streun, A. van, & Kop, P.M.G.M. (2016). *Ontwerpen van wiskundige denkactiviteiten bovenbouw havo-vwo: implementatie examenprogramma havo-vwo 2015*. SLO. Raadpleegbaar via: <https://www.slo.nl/@4505/ontwerpen-wiskundige/>
- Streun, A. van & Kop, P.M.G.M. (2017). *Het ontwerpen van wiskundige denkactiviteiten onderbouw havo-vwo. Implementatie examenprogramma havo/vwo 2015*. Raadpleegbaar via: <https://www.slo.nl/@4594/ontwerpen-wiskundige-0/>
- Tolboom, J. & Hendrikse, P. (2022). Startnotitie Wiskunde. Bovenbouw voortgezet onderwijs. SLO. Raadpleegbaar via: <https://www.slo.nl/thema/meer/actualisatie-kerndoelen-examenprogramma/actualisatie-examenprogramma/>
- Tolboom, J.L.J. (2012). *Het potentieel van een klassikaal netwerk om feedback van docenten te ondersteunen*. Rijksuniversiteit Groningen.
- Tolboom, J.L.J., & Kuiper, W. (2013). Hoe gebruik je een klaslokaal netwerk om feedback van docenten in statistiekonderwijs te ondersteunen. In Plomp, T., & N. Nieveen (red.). *Onderwijsontwerpend onderzoek – Deel B: Illustratieve casussen* (pp. 665-692). SLO.
- Van Streun, A. (2014). *Onderwijzen en toetsen van wiskundige denkactiviteiten*. SLO.
- Van Streun, A. en Kop, P. (2016). Wiskundige denkactiviteiten. P. Drijvers, A. van Streun, & G. Zwaneveld (Eds.), *Handboek wiskundededidactiek* (pp. 339–368). Epsilon Uitgaven.
- Visser, A. & Gelink, C. (2021) *Startnotitie burgerschap. Bovenbouw voortgezet onderwijs*. SLO. Raadpleegbaar via: <https://www.slo.nl/publish/pages/18344/startnotitie-burgerschap.pdf>
- Vogelzang, M. (2019). *Reken en wiskundeonderwijs aan (potentieel) hoogpresterende leerlingen*. Inspectie van het Onderwijs.
- Vries, H. de, & van Rooyen, L. (2021). *Startnotitie digitale geletterdheid Bovenbouw voortgezet onderwijs*. SLO. Raadpleegbaar via: <https://www.slo.nl/publish/pages/18345/startnotitie-dg-bovenbouw.pdf>

- Werkgroep vakkenstructuur wiskunde (2022). *Eindrapport werkgroep vakkenstructuur wiskunde. Bovenbouw havo vwo*. SLO. Raadpleegbaar via: <https://www.slo.nl/knelpunten-onderzoek-vakkenstructuur/>
- Wetenschappelijke Curriculumcommissie (2020). *Kaders voor de toekomst Tussenadvies 1*. Raadpleegbaar via: [https://www.curriculumcommissie.nl/\\_files/ugd/de92a5\\_5b4728283fb04251b90bf9ab187b1e32.pdf](https://www.curriculumcommissie.nl/_files/ugd/de92a5_5b4728283fb04251b90bf9ab187b1e32.pdf)
- Wetenschappelijke Curriculumcommissie (2020). *Samenhang in het curriculum*. Raadpleegbaar via: [https://www.curriculumcommissie.nl/\\_files/ugd/de92a5\\_f6fccac143ef45a88e40f55742891823.pdf](https://www.curriculumcommissie.nl/_files/ugd/de92a5_f6fccac143ef45a88e40f55742891823.pdf)
- Wetenschappelijke Curriculumcommissie (2021). *Examenprogramma's in perspectief Tussenadvies 3*. Raadpleegbaar via: <https://www.curriculumcommissie.nl/documenten>
- Wetenschappelijke Curriculumcommissie (2021). *Kaders voor kansen; Naar een beoordelingskader kansengelijkheid voor het funderend onderwijs. Verdiepende studie*. Raadpleegbaar via: <https://www.curriculumcommissie.nl/documenten>
- Wolfram, C. (2020) *The maths(s) fix. An educational blueprint for the AI age*. Wolfram media.

### **Lijst met websites van geraadpleegde curricula**

- Australië, raadpleegbaar via: <https://www.australiancurriculum.edu.au/f-10-curriculum/mathematics/structure/>
- België, raadpleegbaar via: <https://onderwijsdoelen.be/>
- Brits Colombia, raadpleegbaar via: <https://curriculum.gov.bc.ca/curriculum/mathematics>
- Duitsland, raadpleegbaar via: <https://www.kmk.org/themen/allgemeinbildende-schulen/unterrichtsfaecher/mathematik-informatik-naturwissenschaften-technik-mint.html>
- Frankrijk, raadpleegbaar via: <https://www.education.gouv.fr/les-programmes-du-college-3203>
- Ontario, raadpleegbaar via: <https://www.dcp.edu.gov.on.ca/en/curriculum/secondary-mathematics>
- Verenigd Koninkrijk, raadpleegbaar via: <https://www.gov.uk/government/publications/national-curriculum-in-england-mathematics-programmes-of-study>
- Verenigde Staten van Amerika, raadpleegbaar via: <https://www.thecorestandards.org/Math/Practice/>
- Victoria, raadpleegbaar via: <https://victoriancurriculum.vcaa.vic.edu.au/>

## Bijlage 1: doorlopende leerlijn onderbouw- bovenbouw vo

### Vergelijking conceptkerndoelen en conceptexamenprogramma's

In kader 9 staan de raamwerken van de conceptkerndoelen en conceptexamenprogramma's wiskunde havo-vwo. In de rechterkolom staat welke subdomeinen voortbouwen op specifieke conceptkerndoelen.

Domein	Conceptkerndoelen	Subdomeinen havo-vwo
A. Wiskundige concepten (kerndoelen vo en havo-vwo)	1. Getallen, grootheden en algebra 2. Vergelijkingen 3. Data 4. Kans 5. Patronen en verbanden 6. Vorm en ruimte	A1. Concepten bij activiteiten A2. Getallen en variabelen A3. Data en kans A4. Verbanden A5. Veranderingen A6. Analytische meetkunde A7. Keuzeruimte
B. Wiskundige denk-werkwijzen (kerndoelen vo)  Wiskundige activiteiten (havo-vwo)	7. Wiskundig probleemoplossen 8. Wiskundig modelleren 9. Aantonen 10. Gebruiken en beschrijven van algoritmes 11. Gebruiken van wiskundetaal en wiskundige representaties 12. Gebruiken van wiskundige instrumenten	B1. Activiteiten met concepten B2. Wiskundig probleemaanpakken B3. Onderzoeken met modellen B4. Redeneren en bewijzen B5. Gebruik digitaal gereedschap
Wiskunde en de wereld (kerndoelen vo) Wiskundige oriëntatie (havo-vwo)	13. Wiskundige attitude 14. Wiskunde in de werkelijkheid 15. Wiskunde in verschillende vakken	C2. Formuleren en representeren C1. Wiskundige houding

Kader 9: Conceptkerndoelen onderbouw vo en subdomeinen van de conceptexamenprogramma's.

## Bijlage 2: vergelijking examenprogramma's: huidig-nieuw

De vakvernieuwingscommissie kiest voor één raamwerk dat van toepassing is op elk wiskundeprogramma voor havo en vwo. Dit betekent dat er veranderingen zijn ten opzichte van de raamwerken van de huidige examenprogramma's. Daarnaast zijn de eindtermen in de conceptexamenprogramma's beduidend concreter geformuleerd met doelzin, uitwerkingen en voorbeelden ('te denken valt aan').

### 2.1 Vergelijking conceptexamenprogramma's vmbo

De subdomeinen, de rijen van de matrix, staan in kader 10, met daarnaast de gelijksoortige subdomeinen bij havo en vwo.

	Subdomeinen vmbo	Subdomeinen havo - vwo
Domein A	1. Bewerking met getallen 2. Hulpmiddelen	
Domeinen B t/m F met subdomeinen (vmbo)	1. Wiskundig probleemoplossen 2. Rekenwiskundige handelingen 3. Representeren en vaktaal 4. Abstraheren	B2. Wiskundig probleemaanpakken
Wiskundige activiteiten (havo-vwo)	5. Wiskundig modelleren 6. Wiskundig redeneren 7. Gereedschap gebruiken	B3. Onderzoeken met modellen B4. Redeneren en bewijzen B5. Gebruik digitaal gereedschap
Domein G (vmbo)	1. Verbindende vaardigheden 2. Geïntegreerde wiskundige activiteiten	C1. Wiskundige attitude C2. Formuleren en representeren
C (havo-vwo)	3. Digitale geletterdheid 4. Burgerschap 5. Samenhang met andere vakken 6. Loopbaanontwikkeling	

Kader 10: Indeling van conceptexamenprogramma's voor vmbo en havo – vwo.  
Bron: SLO, 2024b.

Vanwege de eerdere start van het actualisatietraject, is het raamwerk voor de conceptexamenprogramma's wiskunde voor het vmbo in vorm beduidend anders



dan voor havo en vwo. De wiskundige concepten hebben in de conceptexamenprogramma's voor vmbo een andere plaats ten opzichte van de subdomeinen. In deze programma's staan, in lijn met wiskunde voor het mbo, de domeinen als kolomnamen met daaronder de rijen van de subdomeinen. De domeinen zijn: i) verhoudingen en procenten, ii) grootheden en eenheden, iii) kwantitatieve informatie en kansen, iv) verbanden, verschijningsvormen en vergelijkingen, en v) twee- en driedimensionale ruimte.

## **2.2 Vergelijking conceptexamenprogramma's havo-vwo**

De huidige eindtermen van domein A (vaardigheden) bij wiskunde A, B en C zijn in de conceptexamenprogramma's uitgewerkt op verschillende plaatsen in de conceptexamenprogramma's, in het bijzonder in de domeinen B (wiskundige activiteiten) en C (wiskundige oriëntatie). De huidige eindtermen A1, A2, en A3 van dit domein staan in kader 11. De specificaties wat de kandidaat kan staan in de syllabi.

A1. De kandidaat heeft kennis van de rol van wiskunde in de maatschappij, kan hierover gericht informatie verzamelen en de resultaten communiceren met anderen.

*De kandidaat kan*

- 1.1 doelgericht informatie zoeken, beoordelen, selecteren en verwerken;
- 1.2 adequaat schriftelijk, mondeling en digitaal communiceren over onderwerpen uit de wiskunde;
- 1.3 bij het verwerven van vakkennis en vakvaardigheden reflecteren op eigen belangstelling, motivatie en leerproces; (niet bij wiskunde B)
- 1.4 toepassingen en effecten van wiskunde in het dagelijks leven en in verschillende vervolgopleidingen en beroepssituaties herkennen en benoemen. (niet bij wiskunde B)

A2. De kandidaat kan wiskundige termen analyseren, oplossen en het resultaat naar het oorspronkelijke probleem terugvertalen.

*De kandidaat kan*

- 2.1 een probleemsituatie in een wiskundige, natuurwetenschappelijke of maatschappelijke context analyseren, gebruik makend van relevante begrippen en theorie vertalen in een vakspecifiek onderzoek, dat onderzoek uitvoeren, en uit de onderzoeksresultaten conclusies trekken;
- 2.2 een realistisch probleem in een context analyseren, inperken tot een hanteerbaar probleem, vertalen naar een wiskundig model, modeluitkomsten genereren en interpreteren en het model toetsen en beoordelen;
- 2.3 met gegevens van wiskundige en natuurwetenschappelijke aard consistente redeneringen opzetten;

A3. De kandidaat beheerst de bij het examenprogramma passende wiskundige vaardigheden – te weten modelleren en algebraïseren, ordenen en structureren, analytisch denken en probleemoplossen, formules manipuleren, abstraheren, en logisch redeneren en bewijzen – en kan daarbij ICT functioneel gebruiken.

*De kandidaat*

- 3.1 beheerst de relevante regels van de rekenkunde en algebra zonder ICT;
- 3.2 kan waar nodig ICT inzetten om omvangrijke of rekenintensieve problemen aan te pakken;
- 3.3 kan de correctheid van redeneringen verifiëren;
- 3.4 heeft inzicht in wiskundige notaties en formules en kan daarmee kwalitatief redeneren;
- 3.5 kan een oplossingsstrategie kiezen, deze correct toepassen en de gevonden oplossing controleren op wiskundige juistheid;
- 3.6 kan op basis van een gegeven probleemsituatie een schatting maken van de uitkomst zonder deze uitkomst exact te berekenen.

Kader 11: Vaardigheden in de examenprogramma's wiskunde A, B, en C.

De concepteindtermen (alleen doelzinnen) van de domeinen B en C staan in kader 12.

*Subdomein B2. Probleemaanpakken en proces*

- 28. De leerling pakt niet-routineproblemen systematisch aan, waarbij wiskunde een rol speelt.
- 29. De leerling herkent en gebruikt een abstract perspectief op wiskundige concepten en technieken om op heuristische wijzen niet-routineproblemen aan te pakken.
- 30. De leerling doet onderzoek met behulp van wiskunde in een probleemsituatie.

*Subdomein B3. Onderzoeken met modellen*

- 31. De leerling modelleert aan de hand van een modelleercyclus.
- 32. De leerling werkt met gegeven modellen.
- 33. De leerling gebruikt modellen ...
- 34. De leerling werkt volgens een statistische onderzoekscyclus.

*B4. Redeneren en bewijzen*

- 35. De leerling redeneert wiskundig in stappen.
- 36. De leerling werkt met algoritmes.
- 37. De leerling bewijst een wiskundige bewering.

*Subdomein B5. Digitaal wiskundig gereedschap*

- 38. De leerling gebruikt geschikt digitaal gereedschap bij wiskunde.

*C1. Formuleren en communiceren*

- 39. De leerling toont inzicht in de vaktaal van de wiskunde.
- 40. De leerling communiceert in de vaktaal van de wiskunde.

*Subdomein C2. Wiskundige oriëntatie*

41. De leerling past wiskundige denkwijzen toe.
42. De leerling herkent en gebruikt wiskunde in dagelijkse, maatschappelijke en onderwijsgerichte situaties.
43. De leerling legt verbanden tussen ervaringen, persoonlijke interesses en kwaliteiten, vervolgopleidingen en toekomst.

Kader 12: Vaardigheden in de conceptexamenprogramma's.

Een aantal overige verschillen lichten we per subdomein hieronder toe (met de conceptdoelzinnen in de kaders). Omdat het in veel gevallen om verschillen in accenten, volgorde of explicitering gaat, laten we vergelijkende woorden zoals meer, minder, of extra achterwege en benoemen we de opvallende zaken in elk per subdomein.

02. De leerling werkt met getallen en variabelen.
03. De leerling is rekenvaardig.
04. De leerling is algebraïsch vaardig.
05. De leerling werkt met grootheden en eenheden.

Kader 13: Subdomein getallen en variabelen.

In subdomein A2 (kader 13) is er aandacht voor inzicht in de concepten van getallen en variabelen. Rekenvaardigheid heeft een eigen eindterm en de eindterm over algebraïsche vaardigheid heeft dezelfde plaats in elk examenprogramma. Tot slot is er in eindterm 5 over grootheden en eenheden aandacht voor samenhang tussen wiskunde en de andere vakken.

06. De leerling exploreert profiel-gerelateerde data met digitaal wiskundig gereedschap.
07. De leerling beoordeelt berichtgeving in media en onderzoek waarbij statistiek gebruikt wordt.
08. De leerling formuleert conclusies over een populatie op basis van steekproeven.
09. De leerling onderzoekt de statistische samenhang tussen twee variabelen.
10. De leerling berekent kansen, verwachtingswaarden en standaardafwijkingen, met en zonder digitaal wiskundig gereedschap.
11. De leerling analyseert telproblemen. (alleen voor wiskunde maatschappij – E&M)

Kader 14: Subdomein data en kans.

In subdomein A3 (kader 14) zijn er accentverschillen met het huidige domein E (Statistiek en kansrekening). Dataverwerking en -analyse heeft een prominente plaats gekregen en ook is de aandacht voor gebruik van statistiek in media en onderzoek naar voren gehaald. Overige inhoudelijke verschillen zijn aandacht voor statistiek in media en onderzoek, simulatie, de rol van digitaal wiskundig

gereedschap ander gebruik van formuleblad en aandacht voor de relatie tussen kansverdelingen en integreren bij wiskunde natuur. Eindterm 11 (telproblemen), met een beperkte omvang, is bedoeld ter ondersteuning van kansrekening.

- 12. De leerling redeneert met verbanden tussen variabelen.
- 13. De leerling werkt met rijen. (alleen in wiskunde maatschappij - E&M voor vwo)
- 14. De leerling redeneert met standaardfuncties.
- 15. De leerling werkt en redeneert met functies.

Kader 15: Subdomein verbanden.

In sectie 2.2.3. zijn de veranderingen in subdomein A4 (Vebanden) toegelicht. Eindterm 13 (rijen) is opgenomen in wiskunde maatschappij - E&M voor vwo ten behoeve van discreet modelleren (eindterm 33). De overige eindtermen staan op een volgorde van i) inzicht het concept van een wiskundig verband, ii) de betekenis van standaardfuncties, en iii) het werken met allerlei functies. Het kunnen vertalen van en naar representaties zoals beschrijving, tabel, grafiek en formule is een vaardigheid die dit subdomein en het volgende subdomein doorsnijdt.

- 16. De leerling analyseert discrete en gemiddelde veranderingen.
- 17. De leerling gebruikt de eerste en tweede afgeleide in probleemsituaties.
- 18. De leerling differentieert functies.
- 19. De leerling gebruikt integralen.
- 20. De leerling primitiveert functies.

Kader 16: Subdomein veranderingen.

In sectie 2.2.3. zijn eveneens de veranderingen in subdomein A5 (Veranderingen) toegelicht (kader 16). De overige eindtermen staan op volgorde van i) inzicht in het concept van verandering (op een interval en in een ogenblik), ii) de betekenis van marginale analyse en de afgeleide functie en toepassingen, en iii) het differentiëren van functies. Op eenzelfde wijze betreft eindterm 19 inzicht in het concept van de integraal terwijl eindterm 20 gaat over het primitiveren van functies.

- 21. De leerling werkt met figuren in het vlak.
- 22. De leerling werkt met coördinaten.
- 23. De leerling werkt met vectoren in het vlak.
- 24. De leerling werkt met parameterkrommen in het vlak.
- 25. De leerling bewijst in de vlakke meetkunde.

Kader 17: Subdomein analytische meetkunde.

De belangrijkste verandering bij meetkunde (kader 17) ten opzichte van de huidige examenprogramma's wiskunde B is voor havo het synthetisch kunnen redeneren met meetkundige figuren. Voor vwo zijn de belangrijkste veranderingen het werken met parameterkrommen en de meer expliciete rol van bewijzen, waardoor dit subdomein haakt aan het subdomein redeneren en bewijzen.

Keuzeonderwerpen zijn niet nader toegelicht in de huidige examenprogramma's.

## **Bijlage 3: samenstelling vakvernieuwingscommissie**

De volgende leraren, vakexperts, curriculumexperts en procesregisseur maakten deel uit van de vakvernieuwingscommissie:

Procesregisseur: Hildegard Montsma

Leraren: Betty Vermeulen- CSG De Heemgaard  
Izaak Havelaar – Revius Lyceum  
Jim van Bekhoven – Mariscollege Belgisch Park  
Juan Dominguez – Willem de Zwijger College  
Lianne Bruijns – Stanislas Pijnacker  
Marianne Laponder – Da Vinci Leiden  
Marianne van Dijke-Droogers – CSG Prins Maurits  
Pepijn Kuipers – De Amersfoortse Berg

Vakexperts: Marco Swaen - St. Michaëlscollege Zaandam  
Peter Kop - Universiteit Leiden  
Rogier Bos – Universiteit Utrecht  
Theo van den Boogaart – Hogeschool Utrecht

Curriculumexperts: Johan Brons - SLO  
Jos Tolboom - SLO

## Bijlage 4: samenstelling advieskring

De volgende vakverenigingen, (maatschappelijke) organisaties, netwerken en instellingen voorzagen de vakvernieuwingscommissie van feedback:

- Wim Caspers – NVvW
- Corwin van Schendel - NVvW
- Paul Drijvers - European Society for Research in Mathematics Education (ERME)
- Jan Kruit - HBO-vervolgopleidingen maatschappijprofiel
- Christiaan Boudri - HBO-vervolgopleidingen natuurprofiel
- Yolanda Grift - Universitaire vervolgopleidingen maatschappijprofiel
- Sep Thijssen - Universitaire vervolgopleidingen natuurprofiel
- Laura Kubbe - Koninklijk Wiskundig Genootschap (KWG)
- Jeroen Spandaw - Koninklijk Wiskundig Genootschap (KWG)

Specifiek voor leermiddelen, toetsing en examinering:

- Laura van den Berg – CvTE
- Maurice Hameleers - CvTE:
- Marielle Kruithof - Stichting Cito
- Ruud Stolwijk - Stichting Cito
- Aernout Pilot – MEVW (uitgevers)

## Bijlage 5: geraadpleegde vakexperts

### Vooraf benoemd

De volgende experts zijn vooraf benoemd om hun input en feedback te geven:

- Mark Timmer – TU Twente
- Annoesjka Cabo – TU Delft
- Sevinç Göksen – Universiteit van Amsterdam
- Casper Albers – Rijksuniversiteit Groningen
- Johan Deprez – Universiteit Leuven

### Gedurende het proces geraadpleegd

De volgende experts zijn gedurende het ontwikkelproces gevraagd om hun input en feedback te geven:

- Kees Hoogland (Hogeschool Utrecht)
- Nicos Starreveld
- Henk Hietbrink
- Marc Jacobs
- Paul Drijvers (input op persoonlijke titel over ICT)
- Harrie Eijkelhof
- Filip Moons (over vakvernieuwing in Vlaanderen)
- Johan Deprez (over vakvernieuwing in Vlaanderen)
- Alec Titterton (The Wolfram Centre)
- Sjaak Kamerling, Stichting Cito (over CE met CAS).

Ook heeft de commissie de Werkgroep Statistiek (NVvW) om advies gevraagd, en advies ontvangen van de Commissie Onderwijs van Platform Wiskunde Nederland.



## Bijlage 6: rekenen, algebra, vergelijkingen en functies per examenprogramma

	havo				vwo			
	CM	EM	NG	NT	CM	EM	NG	NT
<b>Breuk- en wortelvormen</b> *) $\frac{A}{B} + \frac{C}{D} = \frac{AD+BC}{BD}$ $\frac{A}{B} + C = \frac{A+BC}{B}$ $A \cdot \frac{B}{C} = \frac{A \cdot B}{C} = \frac{A}{C} \cdot B = A \cdot B \cdot \frac{1}{C}$ $\frac{A}{B} \cdot \frac{C}{D} = \frac{A \cdot C}{B \cdot D}$ $\frac{A}{\frac{B}{C}} = \frac{A \cdot C}{B}$ $\sqrt{A \cdot B} = \sqrt{A} \cdot \sqrt{B}$ $\sqrt{\frac{A}{B}} = \frac{\sqrt{A}}{\sqrt{B}}$		X	X	X	X	X	X	X
<b>Bijzonder producten</b> Haakjes wegwerken zoals: $(x + a)(x + b) = x^2 + (a + b)x + ab$ $(A + B)(C + D) = AC + AD + BC + BD$ Ontbinden in factoren zoals: $x^2 + (a + b)x + ab = (x + a)(x + b)$ $AC + AD + BC + BD = (A + B)(C + D)$ $A^2 \pm 2AB + B^2 = (A \pm B)^2$ $A^2 - B^2 = (A + B)(A - B)$ Kwadraat afsplitsen	X	X	X	X	X	X	X	X
<b>Machten en logaritmen</b> $a^p \cdot a^q = a^{p+q}$ en $\frac{a^p}{a^q} = a^{p-q}$ $(a^p)^q = a^{pq}$ en $(ab)^p = a^p \cdot b^p$ $\frac{1}{a^p} = a^{-p}$ $\sqrt[p]{a} = a^{\frac{1}{p}}$ met p positief en geheel ${}^g\log(a) + {}^g\log(b) = {}^g\log(a \cdot b)$ ${}^g\log(a) - {}^g\log(b) = {}^g\log\left(\frac{a}{b}\right)$ ${}^g\log(a^p) = p \cdot {}^g\log(a)$ ${}^g\log(a) = \frac{{}^p\log(a)}{{}^p\log(g)}$ ${}^g\log(a) = \frac{\ln(a)}{\ln(g)}$		X	X	X	X	X	X	X

\*) Hoofdletters A, B, C en D representeren algebraïsche uitdrukkingen.

<p><b>Goniometrie</b></p> <p>Exacte waarden van <math>\sin(x)</math>, <math>\cos(x)</math> en <math>\tan(x)</math> met <math>x</math> een veelvoud van <math>\frac{\pi}{6}</math> of van <math>\frac{\pi}{4}</math></p> <p>Formules met symmetrie-eigenschappen van de sinus-, cosinus- en tangensgrafiek</p> <p><math>\sin(x) = c</math>, <math>\cos(x) = c</math>, <math>\tan(x) = c</math> oplossen, hierbij gebruik maken van periodiciteit en symmetrie</p> <p><math>\sin(f(x)) = \sin(g(x))</math>; <math>\cos(f(x)) = \cos(g(x))</math> en <math>\tan(f(x)) = \tan(g(x))</math> waarbij <math>f</math> en <math>g</math> lineaire functies van <math>x</math> zijn en hierbij periodiciteit en symmetrie gebruiken</p> <p>somformules en verdubbelingsformules / dubbel-hoek-formules voor <math>\sin(x)</math> en <math>\cos(x)</math>.</p>		
<p><b>Herleidingen</b></p> <p>Via substitutie van getallen</p> <p>Via substitutie van expressies</p> <p>Via substitutie van formules</p>	<p>X X X X</p> <p>X X X X</p> <p>X X X X</p>	<p>X X X X</p> <p>X X X X</p> <p>X X X X</p>
<p><b>Vergelijkingen oplossen</b></p> <p><math>A \cdot B = 0 \leftrightarrow A = 0</math> of <math>B = 0</math></p> <p><math>A \cdot B = A \cdot C \leftrightarrow A = 0</math> of <math>B = C</math></p> <p><math>A \cdot B = A \cdot C, A \neq 0 \rightarrow B = C</math></p> <p><math>\frac{A}{B} = C \leftrightarrow A = B \cdot C</math></p> <p><math>\frac{A}{B} = \frac{C}{D} \leftrightarrow A \cdot D = B \cdot C</math></p> <p><math>A^2 = B^2 \leftrightarrow A = B</math> of <math>A = -B</math></p> <p><math>\sqrt{A} = B \leftrightarrow A = B^2</math></p> <p><math>ax + b = cx + d</math></p>	<p>X X</p> <p>X X</p> <p>X X</p> <p>X X X X</p> <p>X X X X</p> <p>X X</p> <p>X X</p> <p>X X</p> <p>X X X X</p>	<p>X X X</p> <p>X X X</p> <p>X X X</p> <p>X X X X</p> <p>X X X X</p> <p>X X X</p> <p>X X X</p> <p>X X X X</p>
<p><b>Vergelijkingen oplossen en algoritmen</b></p> <p>Eerstegraadsvergelijkingen</p> <p><math>ax + b = c \rightarrow x = \frac{c-b}{a}</math></p> <p>Tweedegraadsvergelijkingen met: product-sommethode, kwadraatsplitsen en abc-formule</p> <p><math>x^n = c \rightarrow x = c^{\frac{1}{n}}</math> als <math>n</math> oneven is.</p> <p><math>x^n = c \rightarrow x = c^{\frac{1}{n}}</math> of <math>x^n = c \rightarrow x = -c^{\frac{1}{n}}</math> als <math>n</math> even is.</p> <p><math>g^x = a \rightarrow x = {}^g\log(a)</math></p> <p><math>e^x = a \rightarrow x = \ln(a)</math></p> <p><math>{}^g\log(x) = b \rightarrow x = g^b</math></p> <p><math>\ln(x) = b \rightarrow x = e^b</math> en <math> x  = c \rightarrow x = c</math> of <math>x = -c</math></p> <p><math>f(A) = c</math> en <math>f(A) = f(B)</math></p>	<p>X X X X</p> <p>X X</p> <p>X X</p> <p>X X</p> <p>X X</p> <p>X X</p> <p>X X</p> <p>X X</p> <p>X X</p>	<p>X X X X</p> <p>X X</p> <p>X X X</p> <p>X X</p> <p>X X</p> <p>X X</p> <p>X X</p> <p>X X</p> <p>X X</p>

Tabel 6.1: Specifieke vaardigheden.

Type vergelijkingen	havo				vwo			
	CM	EM	NG	NT	CM	EM	NG	NT
Lineaire vergelijkingen <sup>*)</sup>	x <sup>**)</sup>	x	x	x	x	x	x	x
Kwadratische vergelijkingen <sup>*)</sup>			x	x		x	x	x
Gebroken vergelijkingen			x	x		x	x	x
Exponentiële vergelijkingen			x	x			x	x
Machtsvergelijkingen			x	x		x	x	x
Logaritmische vergelijkingen			x	x			x	x
Goniometrische vergelijkingen			x	x			x	x

<sup>\*)</sup> Deze wordt beschouwd als basiskennis vanuit de onderbouw.

<sup>\*\*)</sup> Bij havo C&M alleen van de vorm  $ax + b = cx + d$ .

Tabel 6.2: Verschillen in typen vergelijkingen.

Functievormen	havo				vwo			
	CM	EM	NG	NT	CM	EM	NG	NT
$f(x) = ax + b$	x	x	x	x	x	x	x	x
$f(x) = ax^2 + bc + c$		x	x	x		x	x	x
$f(x) = a_n x^n + a_{n-1} x^{n-1} + \dots + a_0$			x	x		x	x	x
$f(x) = ax^p$			x	x		x	x	x
$f(x) = \sqrt{x}$			x	x		x	x	x
$f(x) = b \cdot g^x$	x	x	x	x	x	x	x	x
$f(x) = e^x$							x	x
$f(x) = {}^a \log(x)$			x	x			x	x
$f(x) = \ln(x)$							x	x
$f(x) = a + b \sin(c(x - d))$			x	x			x	x
$f(x) = \frac{a}{x} + b$		x	x	x	x	x	x	x
$f(x) =  x $							x	x

Tabel 6.3: Verschillen in functievormen bij verbanden en veranderingen.

Karakteristieken	Havo				vwo			
	CM	EM	NG	NT	CM	EM	NG	NT
Domein, bereik, snijpunten met coördinaatassen, groeigedrag, asymptoten, extrema en de globale vorm van de grafiek		x	x	x	x	x	x	x
Randpunten en periodiciteit			x	x			x	x
Buigpunten							x	x
Perforaties							x	x

Tabel 6.4: Verschillen in redeneren bij formules over karakteristieken.

De afgeleide van	Havo				vwo			
	CM	EM	NG	NT	CM	EM	NG	NT
Polynomen			x	x		x	x	x
Machtsfuncties			x	x			x	x
Goniometrische functies (sin cos)			x	x			x	x
Goniometrische functies (tan)							x	x
Exponentiële functies							x	x
Logaritmische functies							x	x

Tabel 6.5: Verschillen in bekend veronderstelde afgeleiden.

## Bijlage 7: ontwerpruimte naar wiskundige inhouden (concepten)

Onderstaand tabellen geven de voorgestelde ontwerpruimte (slu) volgens de eindtermen van domein A (Wiskundige concepten). De eerste tabel (zie ook figuur 2, blz. 32) is ten behoeve van een vergelijking met de huidige wiskundeprogramma's, de tweede tabel laat de accentverschillen zien tussen de conceptexamenprogramma's. We gebruiken in deze tabellen als eenheid studielasturen (slu), slechts om te vergelijken en samen te vatten. Het is niet de bedoeling dat ontwerpruimte separaat bedeed wordt aan (sub)domeinen of eindtermen, en ook de ontwerpruimte van B en C is in de onderstaande tabellen inbegrepen.

Inhouden	havo				vwo			
	CM	EM	NG	NT	CM	EM	NG	NT
Analyse (subdomeinen A2, A4 en A5)	45	170	270	270	85	300	395	395
Statistiek (subdomein A3)	25	125	50	50	60	155	60	60
Meetkunde (subdomein A6)				85				135
Keuzeruimte (subdomein A7)	15	15	15	15	30	30	30	30
<b>Totaal</b>	<b>85</b>	<b>310</b>	<b>335</b>	<b>420</b>	<b>175</b>	<b>485</b>	<b>485</b>	<b>620</b>

Tabel 7.1: Ontwerpruimte (slu) naar inhoud per conceptexamenprogramma.

Eindtermen: De leerling ...	havo				vwo			
	CM	EM	NG	NT	CM	EM	NG	NT
02. werkt met getallen en [...]	5	5	5	5	5	5	5	5
03. is rekenvaardig.	10	15	5	5	10	5	15	15
04. is algebraïsch vaardig.	5	50	70	70	10	80	95	95
05. werkt met grootheden en [...]	5	5	10	10	5	5	15	15
<b>A2. Getallen en variabelen</b>	<b>25</b>	<b>75</b>	<b>90</b>	<b>90</b>	<b>30</b>	<b>95</b>	<b>130</b>	<b>130</b>
06. exploreert [...] data [...]	10	20	10	10	20	20	10	10
07. beoordeelt berichtgeving [...]	10	10	10	10	10	10	5	5
08. formuleert conclusies [...]	5	10	10	10	15	15	15	15
09. onderzoekt [...] samenhang [...]		10	10	10	15	30	15	15
10. berekent kansen, [...]		60	10	10		65	15	15
11. analyseert telproblemen.		15				15		
<b>A3. Data en kans</b>	<b>25</b>	<b>125</b>	<b>50</b>	<b>50</b>	<b>60</b>	<b>155</b>	<b>60</b>	<b>60</b>
12. redeneert met verbanden [...]	10	20	35	45	15	30	40	40
13. werkt met rijen.						60		
14. redeneert met standaardfuncties.	10	30	40	35	25	20	40	40
15. werkt [...] met functies.		15	30	25	10	20	40	40
Totaal A4. Verbanden	20	65	105	105	50	130	120	120
16. analyseert [...] veranderingen.		15	20	20	5	20	35	35
17. gebruikt de afgeleide.		15	25	25		40	35	35
18. differentieert functies.			30	30		15	35	35
19. gebruikt integralen.							15	15
20. primitiveert functies.							25	25
<b>A5. Veranderingen</b>		<b>30</b>	<b>75</b>	<b>75</b>	<b>5</b>	<b>75</b>	<b>145</b>	<b>145</b>
21. werkt met figuren in het vlak.				45				30
22. werkt met coördinaten.				40				30
23. werkt met vectoren [...]								25
24. werkt met parameterkrommen [...]								35
25. bewijst in de vlakke meetkunde.								15
<b>A6. Analytische meetkunde</b>				<b>85</b>				<b>135</b>
<b>A7. Keuzeruimte</b>	<b>15</b>	<b>15</b>	<b>15</b>	<b>15</b>	<b>30</b>	<b>30</b>	<b>30</b>	<b>30</b>
<b>Totaal</b>	<b>85</b>	<b>310</b>	<b>335</b>	<b>420</b>	<b>175</b>	<b>485</b>	<b>485</b>	<b>620</b>

Tabel 7.2: Ontwerpruimte (slu) naar inhoud per conceptexamenprogramma's.

## Bijlage 8: overzicht eindtermen per conceptexamenprogramma

In de onderstaande lijst staat de generieke nummering van de subdomeinen (A1 t/m A7; B1 t/m B5; C1 en C2) en eindtermen (1 t/m 43) in kolom 1. Per conceptexamenprogramma zijn de nummers van de eindtermen weergegeven zoals in de afzonderlijke publicaties. Waar er geen nummer staat, is de betreffende doelzin en uitwerking niet in het conceptexamenprogramma opgenomen.

Nummer in examenprogramma's								Eindterm
havo				vwo				
CM	EM	NG	NT	CM	EM	NG	NT	
1	1	1	1	1	1	1	1	<b>A1. Concepten in activiteiten</b>
1	1	1	1	1	1	1	1	01. De leerling gebruikt wiskundige concepten en procedures bij wiskundige activiteiten. (B)
								<i>Het gaat hierbij om:</i>
1	1	1	1	1	1	1	1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• probleemaanpakken met wiskundige concepten;</li> <li>• onderzoeken van wiskundige concepten met behulp van modellen;</li> <li>• redeneren met wiskundige concepten.</li> </ul>
								<b>A2. Getallen en variabelen</b>
2	2	2	2	2	2	2	2	02. De leerling werkt met getallen en variabelen. (B)
								<i>Het gaat hierbij om:</i>
						2	2	<ul style="list-style-type: none"> <li>• herkennen van en werken met de verzamelingen N, Z, Q of R;</li> </ul>
2	2	2	2	2	2	2	2	<ul style="list-style-type: none"> <li>• verbanden leggen tussen verschillende notaties voor getallen;</li> </ul>
2	2	2	2	2	2	2	2	<ul style="list-style-type: none"> <li>• introduceren van een variabele in een probleemsituatie;</li> </ul>
	2	2	2	2	2	2	2	<ul style="list-style-type: none"> <li>• onderscheiden van meetniveaus van discrete en continue statistische variabelen;</li> </ul>
	2	2	2	2	2	2	2	<ul style="list-style-type: none"> <li>• onderscheiden van exacte waarden en benaderingen.</li> </ul>

Nummer in examenprogramma's								Eindterm
havo				vwo				
CM	EM	NG	NT	CM	EM	NG	NT	
3	3	3	3	3	3	3	3	03. De leerling is rekenvaardig. (B)
								<i>Het gaat hierbij om:</i>
3	3	3	3	3	3	3	3	• benoemen en toepassen van rekenregels;
3	3	3	3	3	3	3	3	• werken met percentages, verhoudingen en breuken, en reële getallen;
3	3	3	3	3	3	3	3	• efficiënt gebruiken van rekenhulpmiddelen;
3	3	3	3	3	3	3	3	• schattend rekenen.
4	4	4	4	4	4	4	4	04. De leerling is algebraïsch vaardig. (B)
								<i>Het gaat hierbij om:</i>
4	4	4	4	4	4	4	4	• inzicht tonen in de structuur van algebraïsche uitdrukkingen;
4	4	4	4	4	4	4	4	• herleiden van algebraïsche uitdrukkingen;
4	4	4	4	4	4	4	4	• opstellen van de inverse functie;
4	4	4	4	4	4	4	4	• algebraïsch oplossen van lineaire vergelijkingen;
4	4	4	4	4	4	4	4	• algebraïsch oplossen van lineaire, kwadratische, gebroken, exponentiële, logaritmische, machtsvergelijkingen en goniometrische vergelijkingen, ook in samengestelde vorm;
4	4	4	4	4	4	4	4	• algebraïsch oplossen van lineaire, kwadratische, gebroken en machtsvergelijkingen, ook in samengestelde vorm;
4	4	4	4	4	4	4	4	• algebraïsch oplossen van stelsels van vergelijkingen, ook in samengestelde vorm;
4	4	4	4	4	4	4	4	• algebraïsch oplossen van stelsels van lineaire vergelijkingen, ook in samengestelde vorm.
5	5	5	5	5	5	5	5	05. De leerling werkt met grootheden en eenheden. (B)
								<i>Het gaat hierbij om:</i>
5	5	5	5	5	5	5	5	• analyseren van eenheden;
5	5	5	5	5	5	5	5	• analyseren van effect van meetonnauwkeurigheden en afrondingen bij tussenresultaten op eindresultaten;
5	5	5	5	5	5	5	5	• getallen afronden passend bij de context;
5	5	5	5	5	5	5	5	• uitvoeren van eenhedenanalyse in een verband tussen grootheden.



Nummer in examenprogramma's								Eindterm	
havo				vwo					
CM	EM	NG	NT	CM	EM	NG	NT		
6	6	6	6	6	6	6	6	<b>A3. Data en kans</b>	
6	6	6	6	6	6	6	6	06. De leerling exploreert profielgerelateerde data met digitaal wiskundig gereedschap. (B)	
6	6	6	6	6	6	6	6	<i>Het gaat hierbij om:</i>	
6	6	6	6	6	6	6	6	<ul style="list-style-type: none"> <li>• data verwerken in tabellen, grafieken en diagrammen;</li> <li>• data samenvatten met centrum- en spreidingsmaten;</li> <li>• data vergelijken op basis van frequentieverdelingen en andere visualisaties;</li> <li>• beargumenteren welke verwerking en karakterisering van data geschikt is.</li> </ul>	
	6	6	6	6	6	6	6		
6	6	6	6	6	6	6	6		
7	7	7	7	7	7	7	7	07. De leerling beoordeelt berichtgeving in media en onderzoek waarbij statistiek gebruikt wordt. (B)	
7	7	7	7	7	7	7	7	<i>Het gaat hierbij om:</i>	
7	7	7	7	7	7	7	7	<ul style="list-style-type: none"> <li>• kritische vragen stellen over de kwaliteit van statistisch onderzoek;</li> <li>• herkennen en weerleggen van misleidende statistische informatie;</li> <li>• onderscheiden van correlatie en causaliteit;</li> <li>• beoordelen van representativiteit, validiteit en betrouwbaarheid.</li> </ul>	
7	7	7	7	7	7	7	7		
	7	7	7		7	7	7		
	7	7	7		7	7	7		
8	8	8	8	8	8	8	8	08. De leerling formuleert conclusies over een populatie op basis van steekproeven. (B)	
8	8	8	8	8	8	8	8	<i>Het gaat hierbij om:</i>	
	8	8	8	8	8	8	8	<ul style="list-style-type: none"> <li>• evalueren van de invloed van de steekproefomvang en verdeling op statistische conclusies;</li> <li>• bepalen van de populatieproportie en het populatiegemiddelde in de vorm van een betrouwbaarheidsinterval;</li> <li>• bepalen van de populatieverdeling aan de hand van grafische representaties;</li> <li>• gebruiken van simulaties van steekproeftrekkingen uit een populatie om, op basis van een steekproevenverdeling, zicht te krijgen op toevalsvariatie;</li> <li>• interpreteren van resultaten in context.</li> </ul>	
	8	8	8	8	8	8	8		
	8	8	8	8	8	8	8		

Nummer in examenprogramma's								Eindterm
havo				vwo				
CM	EM	NG	NT	CM	EM	NG	NT	
	9	9	9	9	9	9	9	09. De leerling onderzoekt de statistische samenhang tussen twee variabelen. (B) <i>Het gaat hierbij om:</i>
	9	9	9	9	9	9	9	<ul style="list-style-type: none"> <li>• onderzoeken of een verschil tussen twee groepen met betrekking tot populatiegemiddelden en populatieproporties significant is;</li> </ul>
	9	9	9	9	9	9	9	<ul style="list-style-type: none"> <li>• bepalen van de relevantie van het verschil tussen twee groepen aan de hand van de effectgrootte;</li> </ul>
	9	9	9	9	9	9	9	<ul style="list-style-type: none"> <li>• bepalen van de correlatiecoëfficiënt en de regressielijn met digitaal wiskundig gereedschap;</li> </ul>
					9			<ul style="list-style-type: none"> <li>• uitvoeren van multivariate analyse met digitaal wiskundig gereedschap;</li> </ul>
	9	9	9	9	9	9	9	<ul style="list-style-type: none"> <li>• interpreteren van resultaten in context.</li> </ul>
	10	10	10		10	10	10	10. De leerling berekent kansen, verwachtingswaarden en standaardafwijkingen, met en zonder digitaal wiskundig gereedschap. (B) <i>Het gaat hierbij om:</i>
	10	10	10		10	10	10	<ul style="list-style-type: none"> <li>• werken met stochasten;</li> </ul>
						10	10	<ul style="list-style-type: none"> <li>• kansen bepalen met continue kansverdelingen en kansdichtheidsfuncties;</li> </ul>
	10	10	10		10			<ul style="list-style-type: none"> <li>• kansen bepalen met de normale verdeling;</li> </ul>
	10				10			<ul style="list-style-type: none"> <li>• kansen bepalen met discrete verdelingen;</li> </ul>
	10	10	10		10	10	10	<ul style="list-style-type: none"> <li>• werken met voorwaardelijke kansen;</li> </ul>
	10	10	10		10	10	10	<ul style="list-style-type: none"> <li>• werken met verwachtingswaarden en standaardafwijkingen van stochasten.</li> </ul>
	11				11			11. De leerling analyseert telproblemen. (B) <i>Het gaat hierbij om:</i>
	11				11			<ul style="list-style-type: none"> <li>• identificeren van een probleem als een telprobleem;</li> </ul>
	11				11			<ul style="list-style-type: none"> <li>• onderscheiden en herkennen van rangschikkingen met en zonder herhaling;</li> </ul>
	11				11			<ul style="list-style-type: none"> <li>• gestructureerd representeren van telproblemen;</li> </ul>
	11				11			<ul style="list-style-type: none"> <li>• rekenen met combinaties, permutaties en herhalingsrangschikkingen.</li> </ul>

Nummer in examenprogramma's								Eindterm
havo				vwo				
CM	EM	NG	NT	CM	EM	NG	NT	
9	12	11	11	10	12	11	11	<b>A4. Verbanden</b> 12. De leerling redeneert met verbanden tussen variabelen. (B) <i>Het gaat hierbij om:</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>• interpreteren van verbanden in probleemsituaties;</li> <li>• redeneren met verbanden met meerdere variabelen;</li> <li>• onderscheiden van een expliciet en impliciet functioneel verband en een niet-functioneel verband;</li> <li>• verkennen van mogelijke waarden van variabelen bij een gegeven verband, met digitaal wiskundig gereedschap;</li> <li>• verkennen van mogelijke waarden van variabelen bij een gegeven verband;</li> <li>• bepalen van mogelijke waarden van variabelen bij een gegeven verband;</li> <li>• beredeneren of een functioneel verband al dan niet een inverse heeft;</li> <li>• vertalen van en naar representaties van functies: beschrijving, tabel, grafiek en formule.</li> </ul>
9								
9								
	12	11	11	10	12	11	11	
		11	11			11	11	
				10				
	12							
		11	11		12	11	11	
						11	11	
9	12	11	11	10	12	11	11	
					13			13. De leerling werkt met rijen. (B) <i>Het gaat hierbij om:</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>• benoemen van rijen en bijbehorende begrippen;</li> <li>• vaststellen om welk recursief verband het gaat: constant, exponentieel en lineair itererend;</li> <li>• bepalen van de partiële som van rijen;</li> <li>• opstellen van recursieve en directe formule bij een gegeven rij;</li> <li>• onderzoeken van de relatie tussen een differentievergelijking en een webgrafiek.</li> </ul>
					13			
					13			
					13			
					13			
					13			
					13			

Nummer in examenprogramma's							
havo				vwo			
CM	EM	NG	NT	CM	EM	NG	NT
10	13	12	12	11	14	12	12
10	13	12	12	11	14	12	12
10							
10							
	13						
	13						
				11			
				11			
					14		
					14		
		12	12				
		12	12				
						12	12

### Eindterm

14. De leerling redeneert met standaardfuncties. (B)

*Het gaat hierbij om:*

- herkennen en gebruiken van standaardfuncties van een lineair en exponentieel verband;
- benoemen van karakteristieke eigenschappen van standaardfuncties ten aanzien van groeigedrag en de globale vorm van de grafiek;
- herkennen en gebruiken van standaardfuncties van een lineair, evenredig, omgekeerd evenredig en exponentieel verband;
- benoemen van karakteristieke eigenschappen van standaardfuncties ten aanzien van domein, bereik, snijpunten met coördinaatassen, groeigedrag, en de globale vorm van de grafiek;
- herkennen en gebruiken van standaardfuncties: lineair, evenredig, omgekeerd evenredig, macht, exponentieel en gebroken;
- benoemen van karakteristieke eigenschappen van standaardfuncties ten aanzien van domein, bereik, snijpunten met coördinaatassen, groeigedrag, en de globale vorm van de grafiek;
- herkennen en gebruiken van standaardfuncties: lineair, evenredig, omgekeerd evenredig, macht, wortel, exponentieel, en gebroken;
- benoemen van karakteristieke eigenschappen van standaardfuncties ten aanzien van domein, bereik, snijpunten met coördinaatassen, groeigedrag, en de globale vorm van de grafiek;
- herkennen en gebruiken van standaardfuncties: lineair, evenredig, omgekeerd evenredig, kwadratisch, veelterm, wortel, macht, exponentieel, logaritmisch, goniometrisch, gebroken;
- benoemen van karakteristieke eigenschappen van standaardfuncties ten aanzien van domein, bereik, snijpunten met coördinaatassen, groeigedrag, randpunt, asymptoten, symmetrieas, periodiciteit, extrema en de globale vorm van de grafiek;
- herkennen en gebruiken van standaardfuncties: lineair, evenredig, omgekeerd evenredig,

Nummer in examenprogramma's							
havo				vwo			
CM	EM	NG	NT	CM	EM	NG	NT
						12	12
		12	12			12	12
10							
	13	12	12	11	14	12	12
	14	13	13	12	15	13	13
	14	13	13	12	15	13	13
	14			12			
		13	13		15		
						13	13
	13	13		12	15	13	13
	13	13				13	13
					15	13	13

### Eindterm

kwadratisch, veelterm, wortel, macht, exponentieel, logaritmisch, goniometrisch, gebroken, entier en absolute waarde;

- benoemen van karakteristieke eigenschappen van standaardfuncties ten aanzien van domein, bereik, snijpunten met coördinaatassen, groei gedrag, randpunt, asymptoten, symmetrieas, periodiciteit, extrema, buigpunten en de globale vorm van de grafiek;
- het functievoorschrift van een sinusoïde relateren aan periode, frequentie, amplitude, evenwichtsstand en extrema;
- redeneren met modellen van exponentiele groei;
- rekenen met groeipercentages, verdubbelingstijd en halveringstijd bij modellen van exponentiële groei.

15. De leerling werkt en redeneert met functies. (B)

*Het gaat hierbij om:*

- herkennen en uitleggen hoe een functie opgebouwd is uit standaardfuncties via samenstelling en rekenoperaties;
- berekenen van snijpunten met andere functies en assen, groei gedrag, asymptoten en oneindig gedrag;
- berekenen van snijpunten met andere functies en assen, groei gedrag, randpunten, horizontale en verticale asymptoten en limieten;
- berekenen van snijpunten met andere functies en assen, groei gedrag, randpunten, perforaties, horizontale, verticale en scheve asymptoten en limieten;
- redeneren over globaal gedrag, onderlinge ligging en symmetrie;
- vertalen van lijnvermenigvuldigingen ten opzichte van de assen en translaties van grafieken naar een aanpassing van het functievoorschrift;
- analyseren van parameterfamilies van functies.

Nummer in examenprogramma's							
havo				vwo			
CM	EM	NG	NT	CM	EM	NG	NT
15	14	14		13	16	14	14
15	14	14			16	14	14
				13			
	14	14		13	16	14	14
15							

### Eindterm

#### A5. Veranderingen

16. De leerling analyseert discrete en gemiddelde veranderingen. (B)

*Het gaat hierbij om:*

- berekenen van het differentiequotiënt van een functie;
- inzicht tonen in het verschil tussen een differentiequotiënt en helling in een punt;
- bepalen van het veranderingsgedrag van een functie;
- Inzicht tonen in marginale analyse.

Nummer in examenprogramma's								Eindterm
havo				vwo				
CM	EM	NG	NT	CM	EM	NG	NT	
	16							17. De leerling analyseert marginale veranderingen bij verbanden. (B)
					17			17. De leerling gebruikt de eerste afgeleide in probleemsituaties. (B)
		15	15					17. De leerling gebruikt de eerste afgeleide in probleemsituaties. (B)
						15	15	17. De leerling gebruikt de eerste en tweede afgeleide in probleemsituaties. (B)
								<i>Het gaat hierbij om:</i>
		15	15		17	15	15	<ul style="list-style-type: none"> <li>• interpreteren van de afgeleide als een functie die verandering beschrijft en van de eerste afgeleide als een hellingsfunctie;</li> </ul>
						15	15	<ul style="list-style-type: none"> <li>• interpreteren van het differentiaalquotiënt als limiet van het differentiequotiënt bij functies;</li> </ul>
		15	15			15	15	<ul style="list-style-type: none"> <li>• gebruiken van de afgeleide bij het opstellen van de vergelijking van een raaklijn aan de grafiek van een functie;</li> </ul>
						15	15	<ul style="list-style-type: none"> <li>• berekenen van extremen en buigpunten van een functie;</li> </ul>
						15	15	<ul style="list-style-type: none"> <li>• redeneren over veranderingsgedrag van functies met behulp van de eerste en tweede afgeleide;</li> </ul>
					17			<ul style="list-style-type: none"> <li>• interpreteren van de eerste afgeleide als marginale verandering;</li> </ul>
		15	15		17			<ul style="list-style-type: none"> <li>• berekenen van extremen van een functie met behulp van de eerste afgeleide;</li> </ul>
		15	15		17	15	15	<ul style="list-style-type: none"> <li>• redeneren over veranderingsgedrag van functies met behulp van de eerste afgeleide;</li> </ul>
					17			<ul style="list-style-type: none"> <li>• analyseren van veranderingsgedrag in een optimaliseringsprobleem met behulp van de eerste afgeleide;</li> </ul>
	16							<ul style="list-style-type: none"> <li>• oplossen van een optimaliseringsprobleem met digitaal wiskundig gereedschap met behulp van de afgeleide.</li> </ul>

Nummer in examenprogramma's								Eindterm
havo				vwo				
CM	EM	NG	NT	CM	EM	NG	NT	
		16	16		18	16	16	18. De leerling differentieert functies. (B) <i>Het gaat hierbij om:</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>• bepalen van de afgeleide van de standaardfuncties: lineaire functie en machtsfunctie;</li> <li>• bepalen van de afgeleide van standaardfuncties: machtsfunctie, exponentiële functie, logaritmische functie, de sinus-, cosinus- en tangensfunctie;</li> <li>• bepalen van de afgeleide van standaardfuncties: machtsfunctie, de sinus- en cosinusfunctie;</li> <li>• gebruik maken van de kettingregel voor het differentiëren van functies van de vorm <math>g(f(x))</math>, waarbij <math>f</math> een lineaire functie is en <math>g</math> een standaardfunctie;</li> <li>• differentiëren met behulp van de som-, verschil-, scalair-, product-, quotiënt- en kettingregel;</li> <li>• differentiëren met behulp van de som-, verschil- en scalairregel.</li> </ul>
		16	16					
		16	16					
						16	16	
		16	16		18			
					17	17		19. De leerling gebruikt integralen. (B) <i>Het gaat hierbij om:</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>• gebruiken van de hoofdstelling van de integraalrekening om een integraal te berekenen;</li> <li>• integraalbegrip koppelen aan riemannsommen;</li> <li>• leggen van een verband tussen een integraal en een oppervlakte van een gebied;</li> <li>• berekenen van kansen, verwachtingswaarde en standaardafwijking bij continue verdelingen met behulp van een integraal.</li> </ul>
					17	17		
					17	17		
					17	17		
					17	17		
					18	18		20. De leerling primitiveert functies. (B) <i>Het gaat hierbij om:</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>• bepalen van de primitieve van de standaardfuncties: machtsfunctie, exponentiële functie, logaritmische functie en goniometrische functie van sinus en cosinus;</li> <li>• primitiveren van de standaardfuncties en lineaire combinaties van standaardfuncties;</li> <li>• primitiveren van een samenstelling van een standaardfunctie met een lineaire functie.</li> </ul>
					18	18		
					18	18		



Nummer in examenprogramma's								Eindterm
havo				vwo				
CM	EM	NG	NT	CM	EM	NG	NT	
			17				19	<b>A6 Analytische meetkunde</b>
			17				19	21. De leerling werkt met figuren in het vlak. (B) <i>Het gaat hierbij om:</i>
			17				19	<ul style="list-style-type: none"> <li>• redeneren over hoeken en lengtes in vlakke meetkundige situaties;</li> </ul>
			17				19	<ul style="list-style-type: none"> <li>• berekenen van hoeken en lengtes in rechthoekige driehoeken met goniometrische verhoudingen en de stelling van Pythagoras;</li> </ul>
			17				19	<ul style="list-style-type: none"> <li>• berekenen van lengtes en hoeken in meetkundige figuren op basis van de hoekensom, sinusregel, cosinusregel, hoogtelijn, bissectrice, zwaartelijn en gelijkvormigheid;</li> </ul>
			17				19	<ul style="list-style-type: none"> <li>• berekenen van omtrek en oppervlakte van wiskundige figuren;</li> </ul>
			17				19	<ul style="list-style-type: none"> <li>• exact berekenen van lengtes in figuren door gebruik te maken van de verhoudingen in 30-60-90- en 45-45-90-driehoeken.</li> </ul>
			18				20	22. De leerling werkt met coördinaten. (B) <i>Het gaat hierbij om:</i>
			18				20	<ul style="list-style-type: none"> <li>• herleiden van vergelijkingen voor lijnen en cirkels in het vlak naar een standaardvorm met op basis van middelpunt en straal;</li> </ul>
			18				20	<ul style="list-style-type: none"> <li>• bepalen van vergelijking van raaklijnen aan cirkels en de loodlijn op een lijn vanuit een gegeven punt;</li> </ul>
							20	<ul style="list-style-type: none"> <li>• rekenen aan impliciete krommen in het vlak en impliciete afgeleiden: snijpunten, helling, raaklijnen en loodlijnen bepalen;</li> </ul>
			18				20	<ul style="list-style-type: none"> <li>• berekenen van de coördinaten van het midden van een lijnstuk, de snijhoek tussen twee impliciete krommen, en de afstand tussen punten, lijnen en cirkels;</li> </ul>
							20	<ul style="list-style-type: none"> <li>• gebruiken van de afstandsformule punt-lijn om onderlinge ligging te bepalen;</li> </ul>
			18					<ul style="list-style-type: none"> <li>• werken met coördinaten in de ruimte.</li> </ul>

Nummer in examenprogramma's								Eindterm
havo				vwo				
CM	EM	NG	NT	CM	EM	NG	NT	
								21 23. De leerling werkt met vectoren in het vlak. (B) <i>Het gaat hierbij om:</i>
								21 • een vector interpreteren als een object met lengte en richting en typeren in termen van richtingshoek en kentallen;
								21 • rekenen met vectoren: optellen en scalair vermenigvuldigen;
								21 • beschrijven van lijnen in het vlak met vectorvoorstellingen;
								21 • berekenen van de lengte van een vector;
								21 • berekenen van het inproduct van twee vectoren en de hoek tussen twee vectoren.
								22 24. De leerling werkt met parameterkrommen in het vlak. (B) <i>Het gaat hierbij om:</i>
								22 • rekenen aan keerpunten van parameterkrommen;
								22 • bepalen van raaklijnen, loodlijnen, snijpunten en snijhoeken van parameterkrommen;
								22 • herleiden van een parametervoorstelling van een kromme naar een vergelijking;
								22 • werken met de eerste en tweede afgeleide van een parametervoorstelling als baansnelheid en versnelling.
								23 25. De leerling bewijst in de vlakke meetkunde. (B) <i>Het gaat hierbij om:</i>
								23 • toepassen van meetkundige stellingen om eigenschappen van vlakke figuren te bewijzen;
								23 • redeneren en bewijzen in vlakke meetkundige situaties met behulp van synthetische methoden;
								23 • redeneren en bewijzen in vlakke meetkundige situaties met behulp van analytische methoden;
								23 • completeren van een deels gegeven meetkundig bewijs of redenering.

Nummer in examenprogramma's								Eindterm
havo				vwo				
CM	EM	NG	NT	CM	EM	NG	NT	
11	17	17	19	14	19	19	24	<b>A7. Keuzeonderwerp</b> 26. De leerling toont inzicht in een wiskundig onderwerp naar keuze. (B) <i>Het gaat hierbij om:</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>• zich oriënteren op wiskunde;</li> <li>• uitvoeren van wiskundige activiteiten;</li> <li>• verbreden van wiskundige concepten;</li> <li>• reflecteren op wiskundige houding.</li> </ul>
11	17	17	19	14	19	19	24	<b>B1 Activiteiten met concepten</b> 27. De leerling past relevante wiskundige activiteiten en denkwijzen toe als het gaat om concepten toegewezen aan het centraal examen. (B) <i>Het gaat hierbij om:</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>• aanpakken van niet-routineproblemen;</li> <li>• werken met wiskundige modellen;</li> <li>• wiskundig redeneren en bewijzen;</li> <li>• abstraheren, generaliseren en formuleren;</li> <li>• gebruiken van digitaal wiskundig gereedschap.</li> </ul>
11	17	17	19	14	19	19	24	
11	17	17	19	14	19	19	24	
11	17	17	19	14	19	19	24	
11	17	17	19	14	19	19	24	
	18	18	20		20	20	25	<b>B2. Probleemaanpakken en proces</b> 28. De leerling pakt niet-routineproblemen systematisch aan, waarbij wiskunde een rol speelt. (B) <i>Het gaat hierbij om:</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>• herkennen van en werken aan niet-routineproblemen;</li> <li>• gebruiken van de fasen van het proces van probleemaanpak;</li> <li>• samenwerken en taken verdelen;</li> <li>• effectief hulp vragen en gebruikmaken van bronnen;</li> <li>• organiseren, monitoren en evalueren van het proces van probleemaanpak.</li> </ul>
	18	18	20		20	20	25	
	18	18	20		20	20	25	
	18	18	20		20	20	25	
	18	18	20		20	20	25	
	18	18	20		20	20	25	
12	19	19	21	15	21	21	26	<b>B2. Probleemaanpakken en proces</b> 28. De leerling pakt niet-routineproblemen systematisch aan, waarbij wiskunde een rol speelt. (B) <i>Het gaat hierbij om:</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>• herkennen van en werken aan niet-routineproblemen;</li> <li>• gebruiken van de fasen van het proces van probleemaanpak;</li> <li>• samenwerken en taken verdelen;</li> <li>• effectief hulp vragen en gebruikmaken van bronnen;</li> <li>• organiseren, monitoren en evalueren van het proces van probleemaanpak.</li> </ul>
12	19	19	21	15	21	21	26	
12	19	19	21	15	21	21	26	
12	19	19	21	15	21	21	26	
12	19	19	21	15	21	21	26	
12	19	19	21	15	21	21	26	
12	19	19	21	15	21	21	26	

Nummer in examenprogramma's								Eindterm
havo				vwo				
CM	EM	NG	NT	CM	EM	NG	NT	
13	20	20	22	16	22	22	27	29. De leerling herkent en gebruikt een abstract perspectief op wiskundige concepten en technieken om op heuristische wijzen niet-routineproblemen aan te pakken. (B) <i>Het gaat hierbij om:</i>
13	20	20	22	16	22	22	27	<ul style="list-style-type: none"> <li>herkennen en gebruiken van algoritmische aspecten in wiskundige technieken, waarbij de aandacht verschuift naar globale eigenschappen;</li> </ul>
13	20	20	22	16	22	22	27	<ul style="list-style-type: none"> <li>combineren van verschillende concepten en technieken;</li> </ul>
13	20	20	22	16	22	22	27	<ul style="list-style-type: none"> <li>herkennen en beschrijven van voorbeeldproblemen waarin beheerste wiskundige technieken toegepast kunnen worden.</li> </ul>
14	21	21	23	17	23	23	28	30. De leerling doet onderzoek met behulp van wiskunde in een probleemsituatie. (B) <i>Het gaat hierbij om:</i>
14	21	21	23	17	23	23	28	<ul style="list-style-type: none"> <li>vragen stellen met behulp van wiskunde bij een probleemsituatie;</li> </ul>
14	21	21	23	17	23	23	28	<ul style="list-style-type: none"> <li>formuleren van een wiskundig probleem;</li> </ul>
14	21	21	23	17	23	23	28	<ul style="list-style-type: none"> <li>formuleren van een vermoeden van wiskundige aard;</li> </ul>
14	21	21	23	17	23	23	28	<ul style="list-style-type: none"> <li>systematisch werken volgens fasen van een onderzoekscyclus;</li> </ul>
14	21	21	23	17	23	23	28	<ul style="list-style-type: none"> <li>onderbouwen van conclusies.</li> </ul>
								<b>B3. Onderzoeken met modellen</b>
	22	22	24		24	24	29	31. De leerling modelleert aan de hand van een modelleercyclus. (B) <i>Het gaat hierbij om:</i>
	22	22	24		24	24	29	<ul style="list-style-type: none"> <li>maken van een conceptueel model bij een probleemsituatie;</li> </ul>
	22	22	24		24	24	29	<ul style="list-style-type: none"> <li>mathematiseren van een conceptueel model tot een wiskundig model;</li> </ul>
	22	22	24		24	24	29	<ul style="list-style-type: none"> <li>rekenen en redeneren met wiskundige modellen;</li> </ul>
	22	22	24		24	24	29	<ul style="list-style-type: none"> <li>interpreteren van de uitkomsten van wiskundig modellen;</li> </ul>
	22	22	24		24	24	29	<ul style="list-style-type: none"> <li>aanpassen van modellen.</li> </ul>

Nummer in examenprogramma's								Eindterm
havo				vwo				
CM	EM	NG	NT	CM	EM	NG	NT	
15	23	23	25	18	25	25	30	32. De leerling werkt met gegeven modellen. (B) <i>Het gaat hierbij om:</i>
15	23	23	25	18	25	25	30	• vergelijken van bestaande modellen;
15	23	23	25	18	25	25	30	• kritisch bekijken van bruikbaarheid van modelresultaten;
15	23	23	25	18	25	25	30	• evalueren van aansluiting bij probleemsituaties;
15	23	23	25	18	25	25	30	• evalueren van aannames.
						26	31	33. De leerling gebruikt differentiaalvergelijkingen als dynamisch model in profielgerichte context. (B)
		24	26					33. De leerling gebruikt wiskundige modellen in profielgerichte context. (B)
	24				26			33. De leerling werkt met discrete modellen in profielgerichte context, met digitaal wiskundig gereedschap. (B) <i>Het gaat hierbij om:</i>
	24							• herkennen dat een probleemsituatie met lineair programmeren op te lossen is;
	24							• kiezen van relevante variabelen bij de gegeven tweedimensionale probleemsituatie;
	24							• formuleren van het tweedimensionale model door het bepalen van de verbanden tussen relevante variabelen;
	24							• bepalen van het optimum van een lineair optimaliseringsprobleem door middel van de randenwandelmethode;
	24							• gebruiken van geschikte digitaal wiskundig gereedschap bij het oplossen van een twee- of hoger dimensionaal lineair optimaliseringsprobleem;
								• redeneren met sociaal-economische modellen;
								• werken met discrete modellen met recurrente verbanden;
					26			• beredeneren of een rij convergent of divergent is;
					26			• maken van een webgrafiek van een discreet model;
					26			• bepalen van de waarden van de dekpunten;
					26			• gebruiken van afgeleide om aard van dekpunten te bepalen;
							26 31	• interpreteren en analyseren van een gegeven differentiaalvergelijking als continu dynamisch model in natuurwetenschappelijke context;

Nummer in examenprogramma's								Eindterm
havo				vwo				
CM	EM	NG	NT	CM	EM	NG	NT	
		24	26					<ul style="list-style-type: none"> <li>• interpreteren en analyseren van gegeven dynamische modellen in natuurwetenschappelijke context;</li> <li>• redeneren over de oplossing bij een gegeven beginconditie van differentiaalvergelijking op basis van een lijnelementenveld;</li> <li>• gebruiken van simulaties om discrete dynamische modellen door te rekenen en het gedrag van parameters onderzoeken;</li> <li>• opstellen van een dynamisch model bij een natuurwetenschappelijke context;</li> <li>• aanpassen van de recurrente verbanden in een model;</li> <li>• controleren van oplossingen van differentiaalvergelijkingen;</li> <li>• oplossen van eenvoudige differentiaalvergelijkingen en deze in context interpreteren.</li> </ul>
						26	31	
		24	26					
		24	26			26	31	
		24	26			26	31	
						26	31	
						26	31	
25				27				
25				27				
25				27				
25				27				
25				27				
25				27				
25				27				

34. De leerling werkt volgens een statistische onderzoekscyclus. (B)

*Het gaat hierbij om:*

- opstellen van een onderzoeksvraag;
- gebruiken van eigen of gegeven profielspecifieke data;
- verantwoorden van de gebruikte onderzoeksmethode en steekproefopzet;
- analyseren van data;
- verwerken van resultaten in conclusies en verslaglegging.

Nummer in examenprogramma's								Eindterm
havo				vwo				
CM	EM	NG	NT	CM	EM	NG	NT	
16	26	25	27	19	28	27	32	<b>B4. Redeneren en bewijzen</b>
	26	25	27	19	28	27	32	35. De leerling redeneert wiskundig in stappen. (B)
	26	25	27	19	28	27	32	<i>Het gaat hierbij om:</i>
16								<ul style="list-style-type: none"> <li>• beoordelen of redeneerstappen en aannames correct en compleet zijn;</li> <li>• adequaat hanteren van logische verbindings- en voegwoorden;</li> <li>• herkennen van inductief redeneren;</li> <li>• herkennen van inductief en deductief redeneren;</li> <li>• beweringen weerleggen met een tegenvoorbeeld.</li> </ul>
	26	25	27	19	28	27	32	
	26	25	27	19	28	27	32	
17	27	26	28	20	29	28	33	36. De leerling werkt met algoritmes. (B)
	27	26	28	20	29	28	33	<i>Het gaat hierbij om:</i>
	27	26	28	20	29	28	33	<ul style="list-style-type: none"> <li>• aangeven of een beschrijving van een werkwijze al dan niet om een algoritme gaat;</li> <li>• formuleren van een bekende wiskundig techniek als een algoritme;</li> <li>• herkennen van mogelijkheden en beperkingen in de bruikbaarheid van algoritmen.</li> </ul>
	27	26	28	20	29	28	33	
		27	29			29	34	37. De leerling bewijst een wiskundige bewering. (B)
		27	29			29	34	<i>Het gaat hierbij om:</i>
		27	29			29	34	<ul style="list-style-type: none"> <li>• beoordelen of een redenering geldt als een wiskundig bewijs;</li> <li>• onderscheiden van gegevens en hetgeen te bewijzen is;</li> <li>• stellingen bewijzen en completeren van een bewijs dat deels gegeven is;</li> <li>• gebruiken van bewijs vanuit tegenspraak.</li> </ul>
		27	29			29	34	

Nummer in examenprogramma's								Eindterm
havo				vwo				
CM	EM	NG	NT	CM	EM	NG	NT	
18								<b>B5. Digitaal wiskundig gereedschap</b>
	28	28	30	21	30	30	35	38. De leerling gebruikt geschikt digitaal gereedschap. (E)
	28	28	30	21	30	30	35	38. De leerling gebruikt geschikt digitaal gereedschap bij wiskunde. (B)
		28	30			30	35	<i>Het gaat hierbij om:</i>
	28	28	30	21	30	30	35	<ul style="list-style-type: none"> <li>• gebruiken van grafische methoden;</li> <li>• gebruiken van numerieke methoden;</li> <li>• gebruiken van symbolische methoden;</li> <li>• verwerken en analyseren van data;</li> <li>• exploreren van data;</li> <li>• omzetten van informatie in statistische representaties;</li> <li>• onderzoeken van modellen.</li> </ul>
18								<b>C1. Formuleren en communiceren</b>
18								39. De leerling toont inzicht in de vaktaal van de wiskunde. (B)
	28	28	30		30	30	35	<i>Het gaat hierbij om:</i>
19	29	29	31	22	31	31	36	<ul style="list-style-type: none"> <li>• beheersen van wiskundige symbolen;</li> <li>• begrip tonen van wiskundige begrippen;</li> <li>• begrip tonen van visuele representaties;</li> <li>• vertalen van dagelijkse taal naar vaktaal en andersom.</li> </ul>
19	29	29	31	22	31	31	36	
19	29	29	31	22	31	31	36	
19	29	29	31	22	31	31	36	
20	30	30	32	23	32	32	37	40. De leerling communiceert in de vaktaal van de wiskunde. (B)
20	30	30	32	23	32	32	37	<i>Het gaat hierbij om:</i>
20	30	30	32	23	32	32	37	<ul style="list-style-type: none"> <li>• verwoorden van gedachten in vaktaal;</li> <li>• deelnemen aan samenwerkingsvormen;</li> <li>• hanteren van de juiste notaties, conventies en benamingen;</li> <li>• maken van visuele representaties;</li> <li>• verslag doen van onderzoeksmethoden en resultaten.</li> </ul>
20	30	30	32	23	32	32	37	
20	30	30	32	23	32	32	37	



Nummer in examenprogramma's								Eindterm
havo				vwo				
CM	EM	NG	NT	CM	EM	NG	NT	
21	31	31	33	24	33	33	38	<b>C2. Wiskundige oriëntatie</b>
21	31	31	33	24	33	33	38	41. De leerling past wiskundige denkwijzen toe. (B)
21	31	31	33	24	33	33	38	<i>Het gaat hierbij om:</i>
21	31	31	33	24	33	33	38	<ul style="list-style-type: none"> <li>• patronen zoeken;</li> <li>• structuren beschrijven;</li> <li>• classificeren;</li> <li>• abstraheren en generaliseren;</li> <li>• streven naar compressie van concepten en procedures.</li> </ul>
	31	31	33	24	33	33	38	
	31	31	33	24	33	33	38	
22	32	32	34	25	34	34	39	42. De leerling herkent en gebruikt wiskunde in dagelijkse, maatschappelijke en onderwijsgerichte situaties. (E)
22	32	32	34	25	34	34	39	<i>Het gaat hierbij om:</i>
22	32	32	34	25	34	34	39	<ul style="list-style-type: none"> <li>• vragen stellen vanuit wiskunde over de wereld;</li> <li>• toepassen van wiskundige activiteiten en denkwijzen;</li> <li>• gebruiken van wiskunde in andere vakken;</li> <li>• evalueren van gebruik van wiskunde in cultuur en maatschappij.</li> </ul>
22	32	32	34	25	34	34	39	
22	32	32	34	25	34	34	39	
23	33	33	35	26	35	35	40	43. De leerling legt verbanden tussen ervaringen, persoonlijke interesses en kwaliteiten, vervolgopleidingen en toekomst. (E)
23	33	33	35	26	35	35	40	<i>Het gaat hierbij om:</i>
23	33	33	35	26	35	35	40	<ul style="list-style-type: none"> <li>• verkennen van de plaats en functie van wiskunde in de samenleving;</li> <li>• oriënteren op sectoren, beroepen en vervolgopleidingen waarin de kennis en vaardigheden van het schoolvak wiskunde relevant zijn;</li> <li>• deelnemen aan activiteiten gerelateerd aan het schoolvak wiskunde;</li> <li>• verwoorden van de eigen kwaliteiten en interesses passend bij het schoolvak wiskunde;</li> <li>• reflecteren op opgedane ervaringen in het kader van oriëntatie op studie en werken.</li> </ul>
23	33	33	35	26	35	35	40	
23	33	33	35	26	35	35	40	
23	33	33	35	26	35	35	40	



Als landelijk expertisecentrum richt SLO zich op de ontwikkeling van het curriculum in het primair, speciaal en voortgezet onderwijs in Nederland. We werken met het onderwijsveld aan de doelen, kaders en instrumenten waarmee scholen hun opdracht vanuit een eigen visie kunnen vervullen.

We brengen praktijk, beleid, maatschappelijke ontwikkelingen en onderzoek samen en stellen onze expertise beschikbaar aan onderwijs en overheid, bijvoorbeeld in de vorm van leerplannen, tools, voorbeeldlesmaterialen, conferenties en rapporten.



**Bezoekadres**  
Stationsplein 1  
3818 LE Amersfoort

**Postadres**  
Postbus 502  
3800 AM Amersfoort

**T** +31 (0)33 484 08 40  
**E** [info@slo.nl](mailto:info@slo.nl)  
**W** [www.slo.nl](http://www.slo.nl)

 [company/slo](https://www.linkedin.com/company/slo)  
 [SLO\\_nl](https://twitter.com/SLO_nl)