



Voorliggend tussenproduct is het derde tussenproduct van ontwikkelteam Rekenen & Wiskunde, opgesteld tijdens de derde ontwikkelsessie in oktober 2018. Het betreft de 'grote opdrachten' van het leergebied, de essentie. Op basis van deze grote opdrachten zal het team in de volgende stap de benodigde kennis en vaardigheden gaan benoemen (bouwstenen). Ontwikkelteam Rekenen & Wiskunde vraagt uw feedback op de grote opdrachten op www.curriculum.nu/feedback.

In dit tussenproduct vindt u:

- Een toelichting op de grote opdrachten.
- De bijgestelde grote opdrachten van het leergebied. Hier vraagt het team uw feedback op, zie daarvoor ook de bijgevoegde consultatievragen.
- De bijgestelde visie op het leergebied (bijlage 1), deze ligt ten grondslag aan de grote opdrachten.
- De bronnenlijst (bijlage 2)
- De beschrijving bekwaamheden (bijlage 3)
- De begrippenlijst (bijlage 4)

De grote opdrachten zijn gebaseerd op de visie op het leergebied (opgesteld tijdens de eerste ontwikkelsessie en bijgesteld op basis van feedback) en vormen de basis voor de volgende stap: het benoemen van kennis en vaardigheden (bouwstenen).

Opnieuw feedback op de grote opdrachten?

In de vorige ontwikkelsessie is ook gewerkt aan de grote opdrachten. De teams hebben de eerste versie reeds ter consultatie voorgelegd. In deze derde ontwikkelsessie heeft het ontwikkelteam verder gewerkt aan de grote opdrachten. Op basis van de ontvangen feedback, maar ook, voor samenhang en eenduidigheid, in samenwerking met de teams van de andere acht leergebieden. De grote opdrachten zijn dus, ook als er al veel positieve feedback op is gekomen, aangescherpt en in samenhang aangepast. In deze fase vragen de teams daarom opnieuw feedback op de grote opdrachten.

Vervolg: consultatie tot 14 november

Geef uw feedback op www.curriculum.nu/feedback tot 14 november. Het ontwikkelteam zal uw feedback gebruiken om de grote opdrachten bij te stellen en uit te werken naar bouwstenen tijdens de volgende ontwikkelsessie in december. Uw feedback is zeer gewenst, alvast bedankt!



TOELICHTING OP DE GROTE OPDRACHTEN

Grote opdrachten als schakel tussen visie en bouwstenen

De Grote Opdrachten (GO's) vormen de brug tussen de visie en de bouwstenen. De speerpunten uit de visie worden in deze toelichting nogmaals benoemd als uitgangspunten. Deze uitgangspunten komen, voor zover relevant, in elke GO aan bod. Hieronder wordt aangegeven hoe deze uitgangspunten terugkomen in de GO's.

De reken- & wiskundige basis of het fundament van leerlingen is op orde.

Bij iedere GO wordt, waar mogelijk, benadrukt welke concepten tot de noodzakelijke voorkennis is.

De doorlopende leerlijn van primair naar voortgezet onderwijs en tussen de verschillende schooltypen in het voortgezet onderwijs heeft verbetering.

In iedere GO worden stappen van toenemende complexiteit genoemd. In de bouwstenen wordt duidelijk gemaakt op welk punt de ene fase ophoudt en de volgende begint. Het taalgebruik is zodanig gekozen dat het zowel voor wiskundigen als niet-wiskundigen leesbaar is.

Leerlingen leren de wereld door een wiskundebril te beschouwen.

Elke GO begint met een aantal voorbeelden bij het beschrijven van de relevantie. In de bouwstenen en de uitwerking daarvan in methodes zullen aansprekende toepassingen gebruikt moeten worden.

Het vernieuwde curriculum is toekomstgericht.

Bij elke GO is bij het beschrijven van de relevantie gekozen voor toekomstgerichte voorbeelden.

In de GO's wordt, waar mogelijk, aangegeven wat de plaats is van digitale hulpmiddelen en rekenmodellen.

Het vernieuwde curriculum ondersteunt maatwerk en differentiatie.

Er worden stappen gezet in toenemende complexiteit en, waar mogelijk, suggesties voor verdieping genoemd. Hier is straks ruimte voor in de bouwstenen.

Het vernieuwde curriculum verschaft leerlingen plezier met rekenen en wiskunde.

Zoals bij het bekijken van de wereld door een wiskundige bril beschreven is, wordt dit onder andere bereikt door aansprekende voorbeelden te gebruiken.

De focus in de beschrijving van de GO's ligt op begripsvorming. Als een leerling het begrijpt, kan hij door naar de volgende fase.

Verhouding tussen de GO's

Er is gekozen voor een indeling in inhouden van het leergebied. Daarnaast heeft het team een aantal inhoudsoverstijgende reken- en wiskundige bekwaamheden geïdentificeerd en die in meer of mindere mate aan inhouden gekoppeld. Zodoende vormen de bekwaamheden het cement tussen de GO's. We onderscheiden de onderstaande bekwaamheden:

- Probleemoplossen
- Schematiseren en modelleren
- Logisch redeneren
- Abstraheren
- Representeren en wiskundig communiceren
- Algoritmisch denken

Een omschrijving van deze bekwaamheden staat in de bijlage.

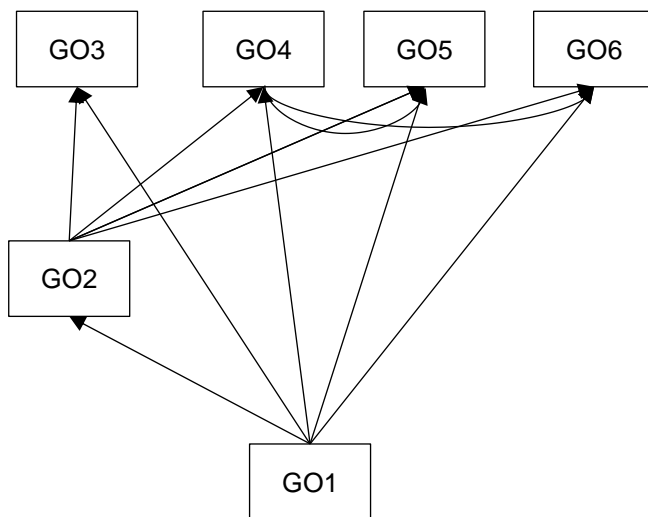


Bij de keuze van inhoud en bekwaamheden is gebruik gemaakt van input van experts, die het team suggesties gedaan hebben voor een indeling van inhoud en bekwaamheden. Deze suggesties zijn door het team overgenomen.

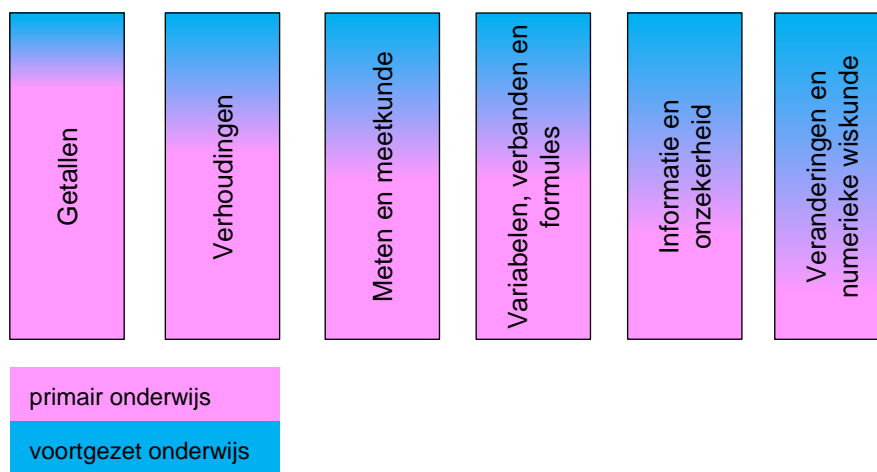
De GO's hebben de volgende titels met bijbehorende reken- en wiskunde-inhoud

1. De wereld draait om getallen (Getallen en bewerkingen)
2. Alles verhoudt zich tot elkaar (Verhoudingen)
3. Vormen en maten staan in de ruimte (Meten en meetkunde)
4. Verbanden beschrijven relaties (Variabelen, verbanden en formules)
5. Wat getallen zeggen over de waarheid (Informatie en onzekerheid)
6. Alles verandert! (Veranderingen en numerieke wiskunde)

In de onderstaande figuur staat hoe de GO's met elkaar samenhangen. Een pijl betekent dat een GO voorkennis vormt voor de GO waar de pijl naar toe wijst.



De GO's hebben betrekking op zowel het primair, speciaal als voortgezet onderwijs. In onderstaande figuur is verbeeld in hoeverre een GO voor primair respectievelijk voortgezet onderwijs van toepassing is.





Er wordt in deze GO's geen onderscheid gemaakt tussen rekenen en wiskunde. In de beschrijving van de GO's is daar wel wat aandacht voor.

Samenhang met andere leergebieden

Andere leergebieden zoals Mens & Natuur, Mens & Maatschappij en Bewegen & Sport leveren de contexten waarmee Rekenen & Wiskunde aan de slag gaat. Denk hierbij aan rekenen en/of wiskundige verbanden leggen en/of modellen maken. Daarnaast maakt Rekenen & Wiskunde gebruik van digitale hulpmiddelen. Zo levert het leergebied wiskundige gereedschappen voor de andere leergebieden om er mee te rekenen en voorspellingen te doen. Er is sprake van wederzijdse winst met andere leergebieden door deze wisselwerking. Daarbij ontstaat input om verantwoorde keuzes te maken die bijdragen aan de drie hoofdoelen van het onderwijs.

Voorbeeld

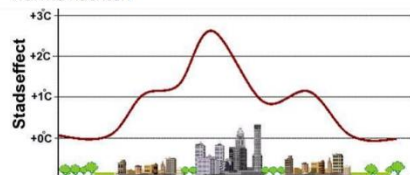
Door de opwarming van de aarde zijn er meer warme nachten. Het IPCC doet hier onderzoek naar waardoor er sets digitale meetwaarden ontstaan. Met digitale gereedschappen vertalen wiskundigen deze gegevens in een model waarmee voorspellingen mogelijk zijn. Aan de hand van deze voorspellingen kunnen aanbevelingen worden geformuleerd, bijvoorbeeld voor de politiek.

En gekoppeld aan de verschillende leergebieden en domeinen:

	Domein of Leergebied
Door de opwarming van de aarde zijn er meer warme nachten. Het IPCC doet hier onderzoek naar, waardoor er sets digitale meetwaarden ontstaan. Met digitale gereedschappen vertalen wiskundigen deze gegevens in een model, waarmee voorspellingen mogelijk zijn. Aan de hand van deze voorspellingen kunnen aanbevelingen worden geformuleerd, bijvoorbeeld voor de politiek. Al deze stappen worden zichtbaar gemaakt door middel van taal, getallen, schema's, tabellen en grafieken.	Meten en meetkunde
	Informatie en onzekerheid
	Digitale geletterdheid
	Variabelen, verbanden en formules
	Mens en Maatschappij Mens en Natuur Burgerschap
	Rekenen & Wiskunde

A story map

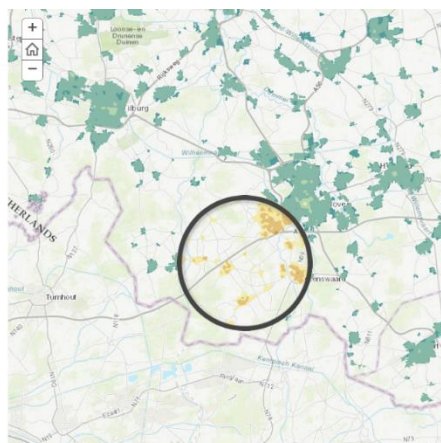
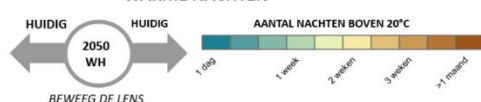
Warme nachten



Bron: KNMI

Wat zie ik op de kaart?

WARMEN NACHTEN





GROTE OPDRACHTEN

Grote opdracht 1: Getallen en bewerkingen

Titel: De wereld draait om getallen

Relevantie: Als je de wereld door een wiskundige bril bekijkt zie je dat de wereld draait om getallen. In eerste instantie worden getallen gezien als aantallen of maten. Denk hierbij aan tijd, geld, getallen op displays en meetinstrumenten, op verpakkingen en in gebruiksaanwijzingen. Inzicht hebben in getallen en ermee kunnen werken is een noodzakelijke voorwaarde om te kunnen functioneren in een voortdurend veranderende maatschappij (gecijferdheid).

Het fundament dat door Grote Opdracht 1: Getallen en bewerkingen gelegd wordt, moet op orde zijn voor de doorstroming tussen de verschillende fases van het onderwijs. Ook is het een voorwaarde voor de verdere wiskundige ontwikkeling van leerlingen. Het rekenen met variabelen is hier een goed voorbeeld van.

In de maatschappij zijn steeds meer digitale hulpmiddelen die het complexere rekenwerk van ons overnemen. Dit maakt schattend rekenen ten opzichte van precies rekenen met grote getallen een belangrijker vaardigheid. Uiteraard blijft begrip van en rekenen met standaardprocedures en strategieën de basis voor gecijferdheid.

Getallen en Bewerkingen is het fundament voor rekenen en wiskunde in alle fases van po en vo. Vaardigheid hierin is een voorwaarde voor de verdere wiskundige ontwikkeling van leerlingen, bijvoorbeeld voor het rekenen met verhoudingen, variabelen en formules.

Inhoud van de opdracht: Jonge kinderen komen al veelvuldig in aanraking met hoeveelheden, nummers, getallen en cijfers. Dat gebeurt in eerste instantie ongemerkt. Op een zeker moment gaan kinderen dingen in de wereld van getallen herkennen. In het bijzonder noemen ze de telnamen. Aanvankelijk worden getallen nog gekoppeld aan hoeveelheden objecten. In het volgende stadium gaan leerlingen getallen zien als objecten, die je los kunt zien van een context (drie, in plaats van drie appels). Langzamerhand gaan de getallen voor het kind leven. Ze krijgen bepaalde betekenissen en er ontstaat elementair getalbegrip, zoals hoeveelheden kunnen tellen en getsymbolen herkennen, volgorde van getsymbolen en die plaatsen op een getallenrij.

Vanuit deze basis breidt het getalbegrip van leerlingen zich uit naar steeds grotere getallen. Ook het bewerken van getallen vangt aan. Bij het aanbieden van bewerkingen is het belangrijk dat leerlingen zien dat optellen en aftrekken een relatie hebben. Deze begrippen kunnen in samenhang worden aangeboden.

Bewerkingen die hierop volgen worden eveneens in samenhang aangeboden, zoals vermenigvuldigen en delen. Ook de relatie tussen 'optellen en vermenigvuldigen' en 'delen en optellen/aftrekken' wordt duidelijk. Er kan pas overgegaan worden op het formele rekenen als een bepaalde mate van begrip aanwezig is.

Getalbegrip wordt vervolgens uitgebreid met kommagetallen / decimale getallen en breuken. Ook voor deze getallen geldt dat getallen aanvankelijk aan betekenisvolle contexten gekoppeld worden, zoals aan geld: € 1,28. Vervolgens wordt het getal losgekoppeld van de context en wordt 1,28 een object waarmee gerekend kan worden.



In een later stadium breidt het getalbegrip van leerlingen uit met negatieve getallen, reële getallen en complexe getallen. Niet alle leerlingen komen in aanraking met alle typen getallen. De bewerkingen worden in het VO uitgebreid met machtsverheffen, worteltrekken, exponenten en logaritmen, omgekeerde, tegengestelde en geconjugeerde (bij complexe getallen).

Binnen Getallen en bewerkingen komen de wiskundige bekwaamheden (zie elders de omschrijving) : Probleemoplossen, Abstraheren, Logisch redeneren, Representeren en wiskundig communiceren, Schematiseren en modelleren, en Algoritmisch denken in meer of mindere mate aan de orde.

Brede vaardigheden:

- Kritisch denken
- Creatief denken en praktisch handelen
- Probleemoplossend denken
- Communiceren

Grote opdracht 2:Verhoudingen

Titel: Alles verhoudt zich tot elkaar!

Relevantie: In het dagelijks leven komen verhoudingsvraagstukken veel voor. Voorbeelden zijn in- en uitzoomen op je laptop, schaalmodellen, die je met een 3D printer kunt maken en verhoudingen in de kunst en architectuur. Om goed met deze vraagstukken om te kunnen gaan is een goed begrip van verhoudingen noodzakelijk.

Bij veel toepassingsproblemen in de dagelijkse praktijk (denk bijvoorbeeld aan werken met recepten) is het gebruik van verhoudingen een manier om tot de oplossing te komen.

Het begrip van verhoudingen is ook belangrijk voor het kunnen rekenen met samengestelde grootheden (zoals snelheid in km/uur), vergrotingen binnen meetkunde en kansen. Hiermee is een fundament gelegd voor de Grote Opdrachten: Meten en meetkunde en Informatie en onzekerheid.

Inhoud van de opdracht: Jonge kinderen komen al vroeg met kwalitatieve verhoudingen in aanraking. Er kan gedacht worden aan uitdrukkingen als kleiner dan en ouder dan in verhouding tot iets anders. Als leerlingen dit fundament beheersen, wordt de overstap gemaakt naar de kwantitatieve benadering.

Bij de kwantitatieve benadering is het van belang dat breuken, procenten, verhoudingen en kommagetallen / decimale getallen in samenhang worden aangeboden. Aanvankelijk worden ze steeds in contexten gebruikt om het begrip te bevorderen. Hierdoor ontstaat een gemeenschappelijke taal voor het hele gebied van verhoudingen. Zodra het begrip aanwezig is, kan de overstap gemaakt worden naar het formele rekenen met verhoudingen zonder context. Dit verloopt van handelen in een werkelijke situatie, via concrete afbeeldingen, naar denkmodellen en uiteindelijk het formeel rekenen.

Bij het rekenen met verhoudingen is schematiseren een belangrijke bekwaamheid. Het gebruik van de strook, de dubbele getallenlijnen en verhoudingstabellen zijn hier voorbeelden van. Dit helpt bij het structureren van een probleem. De fase waarin een leerling zit, bepaalt of naast deze modellen ook een meer formele manier van rekenen nodig is, zoals rekenen met een vermenigvuldigingsfactor. Bij gebruik van de



rekenmachine of digitale rekenmodellen, bijvoorbeeld spreadsheet, is kennis van rekenen met een vermenigvuldigingsfactor van belang.

Vervolgens komen herhaalde procentberekeningen, exponentiële verbanden en evenredigheid aan de orde.

Binnen Verhoudingen komen de wiskundige bekwaamheden (zie elders de omschrijving): Probleemoplossen, Abstraheren, Logisch redeneren, Representeren en wiskundig communiceren, Schematiseren en modelleren, en Algoritmisch denken in meer of mindere mate aan de orde.

Brede vaardigheden:

- Kritisch denken
- Probleemoplossend denken
- Communiceren

Grote opdracht 3: Meten en meetkunde

Titel: Vormen en maten staan in de ruimte

Relevantie: Sinds de oudheid, tot op de dag van vandaag en in de toekomst zijn maten, patronen en vormen aanwezig in onze wereld. Van knutselen en bouwen tot aan het begrijpen van de ruimtevaart. Het herkennen, verklaren en beschrijven van maten en van meetkunde is nodig om grip te krijgen op de wereld en om te kunnen functioneren in de maatschappij.

Meten en meetkunde is voor veel beroepen relevant. Van de technische sector tot de creatieve industrie en van de zorg tot de agrarische sector. Ook in de toekomst zal Meten en meetkunde veelvuldig voorkomen. Denk aan zelfrijdende auto's, navigatiesystemen en het meten van de ijskappen.

Door met een wiskundige bril naar de wereld te kijken ontwikkelt de leerling een gevoel voor grootte en omvang. Werken aan meten en meetkunde stimuleert een onderzoekende houding en het versterkt de nieuwsgierigheid en de wiskundige attitude.

Inhoud van de opdracht: Meten gaat om het bepalen van grootte en omvang, hetgeen de leerling tot uitdrukking brengt in grootheden met daarbij passende eenheden, bijvoorbeeld bij het meten van je lengte of gewicht. Ordenen, maatgevoel en (digitale) meetinstrumenten zijn hulpmiddelen om grip te krijgen op maten. De leerling leert maten te herkennen, gebruikt meetinstrumenten en voert betekenisvol bewerkingen uit. De leerling kan bijvoorbeeld met de vraag aan de slag: 'Hoeveel fietsen passen er in het fietsenrek?'

Meetkunde beschrijft en verklaart vorm en ruimte. Dit gebeurt zowel in twee als in drie dimensies.

Er is overlap tussen meten en meetkunde. Het bepalen van de hoogte van een huis is meten, het maken van een zijaanzicht is meetkunde. De opbouw gaat van herkennen en benoemen van vormen, het indelen van vormen zoals driehoeken, vierkanten en rechthoeken naar het definiëren van deze vormen. Daarna leert de leerling ermee redeneren en rekenen. Sommige leerlingen, afhankelijk van het uitstroomperspectief, werken aan analytische meetkunde en vectormetkunde (zowel twee- als driedimensionaal), bij andere uitstroomprofielen ligt de nadruk op functioneel gebruik in de dagelijkse (beroeps-)praktijk. Denk aan de bouw, koken, reizen.



Binnen Meten en meetkunde komen de wiskundige bekwaamheden (zie elders de omschrijving) : Probleemoplossen, Abstraheren, Logisch redeneren, Representeren en wiskundig communiceren, Schematiseren en modelleren, en Algoritmisch denken in meer of mindere mate aan de orde.

Brede vaardigheden:

- Kritisch denken
- Creatief denken en praktisch handelen
- Probleemoplossend denken
- Zelfregulering

Grote opdracht 4: Variabelen, verbanden en formules

Titel: Verbanden beschrijven relaties

Relevantie: De technologie blijft zich in een rap tempo ontwikkelen waardoor we de vele verschillende informatiestromen overzichtelijk weer kunnen geven. Denk hierbij aan de ontwikkelingen op het gebied van mobiele telefonie, computers, duurzame energiemiddelen en domotica (huisautomatisering).

In de huidige samenleving is het belangrijk dat mensen snel op de hoogte kunnen zijn van allerlei zaken en gebeurtenissen in de wereld. Door informatie te vertalen in wiskundige termen kan je gebeurtenissen beter leren begrijpen, een ontwikkeling voorspellen of een proces optimaliseren. Het gebruiken van formules maakt de taal universeel waardoor je er makkelijker met elkaar over kunt communiceren.

Bij het omzetten van informatie naar variabelen, verbanden en formules spelen schematische voorstellingen en modellen een grote rol, al dan niet met digitale hulpmiddelen. Dit maakt de wiskunde betekenisvol. Het is dus van belang dat leerlingen goed leren om met deze gegevens om te gaan, zelf tot verbanden te komen en deze weer te geven in een formule met variabelen. Denk bijvoorbeeld aan een (woord-)formule die de totaalkosten van een concertbezoek weergeeft met een prijs per kaartje van € 25,- en daar bovenop de administratiekosten van € 10,- (totale kosten kaartjes = aantal kaartjes x € 25 + € 10). Tevens kunnen betekenisvolle wiskundige modellen een aanloop zijn naar abstractere wiskunde.

Inhoud van de opdracht: De leerling leert dat het niet altijd mogelijk is om bij bepaalde situaties te blijven tekenen en tellen om tot een oplossing te komen. De noodzaak ontstaat om een patroon te herkennen en om te zetten in een (woord-)formule. Dit om efficiënter met complexere situaties om te kunnen gaan. De wiskundige bekwaamheid 'modelleren' wordt hierbij verder ontwikkeld.

De betekenis van getallen in woordformules en schema's, is afhankelijk van de plaats in het schema of de formule. Het gaat hierbij om het duiden van een formule. Denk hierbij aan een eenvoudige woordformule voor het berekenen van het aantal dierenpoten (waarbij de kip twee poten heeft en een koe vier), of aan de vergelijking $y = ax + b$. Formules en hun onderdelen krijgen zo een bijzondere betekenis en zijn dan vaak makkelijker te interpreteren.

Een goed fundament van getalbegrip bij jonge kinderen is essentieel om daar op een later tijdstip op voort te bouwen bij het ontdekken van patronen, voor het leggen van verbanden en het opstellen van formules. Ook het kunnen interpreteren van schematische weergaves is hierbij noodzakelijk. Daarmee is er een sterke samenhang



met de andere Grote Opdrachten Getallen en Bewerkingen, Meten en Meetkunde en Informatie en Onzekerheid.

Later wordt het onderwerp Verbanden verder uitgebouwd, als het gaat om de relaties tussen twee of meer verschillende grootheden zoals lengte, tijd, snelheid.

De leerling leert om verbanden te beschrijven door (woord-)variabelen te benoemen. Afhankelijk van het uitstroomperspectief gebeurt dit binnen contexten (loon = uurloon x aantal gewerkte uren) en/of binnen de wiskunde ($y = x^2 + 5$). Hierdoor krijgt de wiskundige bekwaamheid 'abstraheren' een prominente rol, al dan niet met digitale hulpmiddelen.

Aan bod komen vooral het herleiden van formules, oplossen van verschillende soorten vergelijkingen met verschillende methoden en standaardverbanden en varianten daarop. Van standaardverbanden leren leerlingen verschillende representaties, zoals (de vorm van) formules en van grafieken.

Binnen Variabelen, verbanden en formules komen de wiskundige bekwaamheden (zie elders de omschrijving) : Probleemoplossen, Abstraheren, Logisch redeneren, Representeren en wiskundig communiceren, Schematiseren en modelleren, en Algoritmisch denken in meer of mindere mate aan de orde.

Brede vaardigheden:

- Kritisch denken
- Creatief denken en praktisch handelen
- Probleemoplossend denken
- Zelfregulering
- Communiceren

Grote opdracht 5: Informatie en onzekerheid

Titel: Wat getallen zeggen over de waarheid

Relevantie: In de huidige en toekomstige samenleving waar er een veelvoud is van diverse informatie, is het juist interpreteren van informatie en er conclusies aan kunnen verbinden een onmisbare vaardigheid. Hiermee ontwikkelt de leerling een zelfbewustzijn dat hem maatschappelijk toerust en persoonlijk vormt voor een steeds sneller veranderende (digitale) informatiemaatschappij.

De leerling leert de wereld om zich heen te bekijken met een wiskundige bril. Door een kritische en reflecterende houding wordt de leerling zich meer bewust van de wereld om hem heen en kan hierdoor ook meer weloverwogen keuzes maken. Denk aan de reclames en advertenties van diverse supermarkten. 3 halen, 2 betalen... maar heb je er wel 3 nodig? Is het wel voordelig om zoveel in te slaan? En, in het kader van duurzaamheid, gebruik je hiervan alles wel?

Zijn alle berichten die onderbouwd zijn met getallen waar? Waarom is het waar of waarom niet? Bewust leren omgaan met een grote hoeveelheid aan talige en cijfermatige informatie zorgt ervoor dat informatie op de juiste waarde ingeschat kan worden. Dit is een vaardigheid die bij veel opleidingen en in het werkveld van groot belang zijn. Denk hierbij bijvoorbeeld aan de journalistiek en het verwerken van onderzoeksdata.

Inhoud van de opdracht: De leerling leert visualisaties herkennen en te maken, onder andere diagrammen en grafieken, van gegevens die mede door toeval zijn ontstaan. Vervolgens kan de leerling gegevens aflezen en deze analyseren. Daarna kan hij



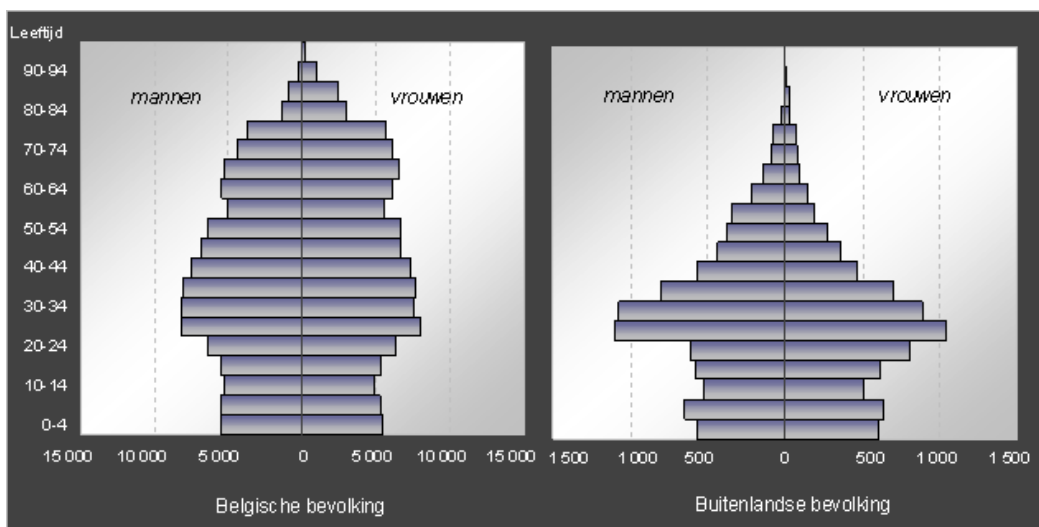
conclusies trekken. Voorbeeld: "Maak een staafdiagram van de schoenmaten van alle kinderen uit je groep. Welke schoenmaat komt het meest voor?"

Bij sommige uitstroomperspectieven komt het exploreren (onderzoeken en interpreteren) van informatiebronnen aan bod, bijvoorbeeld bij misleidende grafieken. Ook het leren de juiste vraag te stellen en het kiezen van een methodologie zal bij bepaalde uitstroomperspectieven aangeboden worden.

De leerling leert een schematische weergave te maken. Niet alleen handmatig, maar met ook de inzet van (digitale) rekenmodellen. Hij leert deze te gebruiken en te interpreteren.

De leerling heeft als fundament getalbegrip en een betekenisvolle context nodig om visualisaties te kunnen begrijpen. Door steeds complexere informatie en grotere getallen te gebruiken, maar ook door grotere verzamelingen in combinatie met statistiek toe te passen, wordt een opbouw in de verschillende fases van onderwijs en niveaudifferentiatie gerealiseerd. Zo bereiken de leerlingen een hogere mate van abstract denken. Dit gaat van het maken van een staafdiagram over hoeveel regen die er gevallen is per dag tot het redeneren over een bevolkingspiramide, zie voorbeeld.

Voorbeeld bevolkingspiramide:



- *De hoeveelheid geboortes zal afnemen, en mensen zullen ouder worden. Hoe ziet de bevolkingspiramide er over 50 jaar uit?*
- *Bij welke van deze twee piramides is de gemiddelde leeftijd het hoogst en waarom?*

Variabelen, verbanden en formules hebben een samenhang met het maken en interpreteren van visualisaties.

De leerling leert kritisch te kijken naar informatie (fact checking); in eerste instantie informeel op basis van eigen waarneming, later met gebruikmaking van specifieke methoden. Dan leert hij om de grote hoeveelheid talige en cijfermatige informatie op waarde in te schatten en met logische opeenvolgende redeneerstappen een bewering aan te tonen of te weerleggen. Hiermee reflecteert de leerling op zijn eigen werk en gedachten.



De leerling leert na te denken over kans, zoals de kans op regen en of een bepaald spelletje eerlijk is of niet. Nadien volgt een meer abstracte aanpak van kansrekening.

Binnen *Informatie en onzekerheid* komen de wiskundige bekwaamheden (zie elders de omschrijving) : Probleemoplossen, Abstraheren, Logisch redeneren, Representeren en wiskundig communiceren, Schematiseren en modelleren, en Algoritmisch denken in meer of mindere mate aan de orde.

Brede vaardigheden:

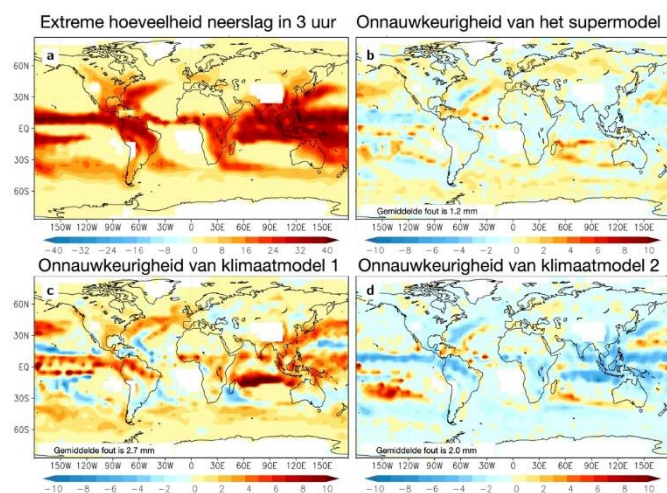
- Kritisch denken
- Creatief denken en praktisch handelen
- Probleemoplossend denken
- Zelfregulering
- Communiceren

Grote opdracht 6: Veranderingen en Numerieke wiskunde

Titel: Alles verandert!

Relevantie: We hebben in de wereld te maken met verschillende nieuwe maatschappelijke ontwikkelingen zoals een veranderend klimaat en daardoor het smelten van de ijskap, de toenemende afvalberg en afnemende fossiele brandstoffen. Om veranderprocessen te begrijpen is kennis nodig van veranderingen.

In de wetenschap worden vaak veranderingsprocessen gemodelleerd. Als je het startpunt van een proces weet en de verandering, dan kan geprobeerd worden om de toestand van de toekomst te voorspellen, zodat de consequenties voor de leefwereld beter in te schatten zijn. Denk hierbij aan de opwarming van de aarde.



Door de toenemende rekenkracht van digitale middelen is numerieke wiskunde een krachtige methode om o.a. middels simulaties tot oplossingen te komen van deze complexe problemen. Kennis van numerieke wiskunde is nodig om digitale hulpmiddelen goed te hanteren en te begrijpen.

Inhoud van de opdracht: Om aan deze Grote Opdracht te kunnen werken is het fundament gelegd bij de andere Grote Opdrachten zoals werken met kleine getallen, gemiddelden, verhoudingen, formules, tabellen en grafieken.



In eerste instantie leert de leerling een model of visualisatie, zoals grafieken en tabellen, te interpreteren en daar de verandering uit te halen.

Vervolgens leert de leerling werken met verschillen en verhoudingen van verbanden op intervallen die steeds kleiner worden, zowel discreet (stapjes per eenheid) als continu. Bijvoorbeeld 'Op welk moment van de dag daalt de temperatuur het snelst?'

In een later stadium leert de leerling een model te maken om een verandering te visualiseren, ermee te rekenen en onderzoek te doen. Daarvoor zijn wiskundige technieken en wiskundig inzicht nodig om onder andere te kunnen interpoleren en extrapoleren. Bijvoorbeeld "Wanneer denk je dat Nederland 8 miljoen inwoners had?" respectievelijk "Wanneer denk je dat Nederland 20 miljoen inwoners heeft?"

Wiskundige technieken om veranderingen te leren begrijpen zijn: benaderen, inklemmen, differentiaalrekenen, optimaliseren en lineair programmeren. Deze technieken kunnen in de vorm van een of meer algoritmen weergegeven worden. Voorbeeld van een optimalisatieprobleem is "Wat is de oppervlakte van de grootste rechthoek die je kunt maken met 20 meter prikkeldraad?" Daarvoor gebruik je differentiaalrekenen. Voorbeeld van inklemmen is "Wat is de zijde van een vierkant van 20 m²?" door middel van proberen: eerst 5, dan 4, dan 4,4, dan 4,45, enzovoorts.

Binnen *Veranderingen en numerieke wiskunde* komen de wiskundige bekwaamheden (zie elders de omschrijving) : Probleemoplossen, Abstraheren, Logisch redeneren, Representeren en wiskundig communiceren, Schematiseren en modelleren, en Algoritmisch denken in meer of mindere mate aan de orde.

Brede vaardigheden:

- Probleemoplossend denken en handelen
- Kritisch denken
- Creatief denken en handelen
- Communiceren
- Zelfregulering
- Ondernemend denken en handelen



CONSULTATIEVRAGEN

Ontwikkelteam Rekenen & Wiskunde vraagt uw feedback op de grote opdrachten. In de periode tot 14 november 2018 kunt u uw feedback geven via www.curriculum.nu/feedback. Het ontwikkelteam zal uw feedback gebruiken om de grote opdrachten bij te stellen en uit te werken naar bouwstenen tijdens de volgende ontwikkelsessie in december. Uw feedback is zeer gewenst, alvast bedankt!

Onderstaand vindt u de consultatievragen:

1. In hoeverre beschrijven de grote opdrachten de essentie van het leergebied. Licht uw antwoord toe.
(1 = onvoldoende 2 = matig 3 = voldoende 4 = goed)
2. In de toelichting is visueel gemaakt in hoeverre de grote opdracht in meer of mindere mate van toepassing is voor uw onderwijssector.
In hoeverre is Grote Opdracht 1 *De wereld draait om getallen* begrijpelijk voor uw onderwijssector? Licht uw antwoord toe.
(1 = onvoldoende 2 = matig 3 = voldoende 4 = goed)
3. In hoeverre is Grote Opdracht 2 *Alles verhoudt zich tot elkaar* begrijpelijk voor uw onderwijssector? Licht uw antwoord toe.
(1 = onvoldoende 2 = matig 3 = voldoende 4 = goed)
4. In hoeverre is Grote Opdracht 3 *Vormen en maten staan in de ruimte* begrijpelijk voor uw onderwijssector? Licht uw antwoord toe.
(1 = onvoldoende 2 = matig 3 = voldoende 4 = goed)
5. In hoeverre is Grote Opdracht 4 *Verbanden beschrijven relaties* begrijpelijk voor uw onderwijssector? Licht uw antwoord toe.
(1 = onvoldoende 2 = matig 3 = voldoende 4 = goed)
6. In hoeverre is Grote Opdracht 5 *Wat getallen zeggen over de waarheid* begrijpelijk voor uw onderwijssector? Licht uw antwoord toe.
(1 = onvoldoende 2 = matig 3 = voldoende 4 = goed)
7. In hoeverre is Grote Opdracht 6 *Alles verandert!* begrijpelijk voor uw onderwijssector? Licht uw antwoord toe.
(1 = onvoldoende 2 = matig 3 = voldoende 4 = goed)

Vraag 8 t/m. 15 hebben betrekking op de gehele set grote opdrachten

Vervolgonderwijs

8. In welke mate sluiten de grote opdrachten aan op het vervolgonderwijs? Geef aan op een schaal van 1-4 (1=onvoldoende, 2=matig, 3=voldoende, 4=goed). Licht uw antwoord toe vanuit uw onderwijssector.

Bedrijfsleven, ouders

9. In welke mate sluiten de grote opdrachten aan bij de kennis en vaardigheden die van belang zijn bij toekomstige werknemers? Licht uw antwoord toe (1=onvoldoende 2= matig 3= voldoende 4=goed)

**Algemeen**

10. In hoeverre vertonen de bijgestelde visie en de grote opdrachten samenhang?
Licht uw antwoord toe (1=onvoldoende 2= matig 3= voldoende 4=goed)

Docenten, vervolgonderwijs

11. In hoeverre is Rekenen herkenbaar in de grote opdrachten? Geef aan op een schaal van 1-4 (1=onvoldoende, 2=matig, 3=voldoende, 4=goed). Licht uw antwoord toe.

Algemeen

12. In hoeverre is de inhoud van de grote opdrachten voldoende toekomstgericht? Licht uw antwoord toe. (1=onvoldoende 2= matig 3= voldoende 4=goed)
13. In hoeverre vormt de gehele set grote opdrachten een samenhangend geheel? Licht uw antwoord toe. (1=onvoldoende 2= matig 3= voldoende 4=goed)
14. In hoeverre komen de reken- & wiskundige bekwaamheden voldoende in de grote opdrachten voor? Licht uw antwoord toe.
(1 = onvoldoende, 2 = matig, 3 = voldoende, 4 = goed)
15. In hoeverre sluiten de genoemde brede vaardigheden aan bij de betreffende grote opdrachten? Licht uw antwoord toe. (1=onvoldoende 2= matig 3= voldoende 4=goed)



BIJLAGE 1: BIJGESTELDE VISIE

Visie voor het leergebied Rekenen & Wiskunde

15 oktober 2018, versie 3.0

Het project Curriculum.nu

Doelstelling van het project Curriculum.nu is ontwikkeling van de curricula in negen leergebieden (uit: werkopdracht aan de ontwikkelteams):

- dat toekomstgericht is en waarbij de ontwikkeling van de leerling centraal staat;
- dat samenhangend is;
- waarbij er meer balans is tussen de drie hoofdoelen in het onderwijs: kwalificatie, socialisatie en persoonsvorming;
- dat een heldere doorlopende leerlijn po-vo kent, waarbij er ook sprake is van een goede aansluiting op de voorschoolse periode en het vervolgonderwijs;
- waarin de – door de overheid vast te leggen – kern voor alle leerlingen in het po en vo beperkt is, zodat overladenheid wordt teruggedrongen en er voldoende keuzeruimte is voor scholen en leerlingen; de gedachten gaan naar een kern van 70% van het huidige curriculum;
- dat scholen voldoende houvast biedt om op schoolniveau tot een samenhangend en doorlopend curriculum te komen.

Het ontwikkelteam hecht het meeste belang aan de toekomstgerichtheid van het curriculum en de doorlopende leerlijn van po naar vo. Daarnaast acht ze het van belang dat een nieuw curriculum een duidelijk fundament heeft, er toe leidt dat leerlingen de wereld door een wiskundebril leren te bekijken, maatwerk en differentiatie niet in de weg staat en leerlingen plezier verschaft met rekenen en wiskunde.

Het bovenstaande vormt het uitgangspunt voor deze visie.

1. Conceptvisie

A. Relevantie van het leergebied

Positie van het leergebied

Onder het leergebied Rekenen & Wiskunde worden alle vakken en leerdomeinen gerekend met rekenen en/of wiskunde in hun naam. Het leergebied vormt samen met Nederlands een basis voor alle andere vakken en leergebieden in het primair, speciaal en voortgezet onderwijs. Voor de wijze waarop berekeningen en andere reken- en wiskundige bewerkingen uitgevoerd worden, is rekenen en wiskunde faciliterend voor andere vakken en leergebieden.

In het primair en speciaal onderwijs gaat het om rekenen en wiskunde. De onderbouw van het voortgezet onderwijs kent een leergebied dat rekenen en wiskunde heet. In de bovenbouw wordt onderscheid gemaakt tussen rekenen en wiskunde, dat in havo en vwo op zijn beurt een aantal varianten kent.

Relevantie van het leergebied en onderdelen daarvan

Er bestaat een taal die voor iedereen hetzelfde is, en dat is de taal van rekenen en wiskunde. In geschreven taal zullen cijfers en symbolen er anders uitzien, maar de wiskundige principes blijven altijd hetzelfde. Deze universele vaktaal verbindt ons als mensen. Het is voor ons allemaal, niet alleen voor reken- en wiskundigen.



In het dagelijks leven komen leerlingen automatisch in aanraking met rekenen en wiskunde. Rekenen en wiskunde hebben een belangrijke rol bij het begrijpen van de wereld om ons heen, dicht bij huis en verder weg; denk hierbij onder andere aan ontwikkelingen op het gebied van duurzaamheid en globalisering. Het leergebied nodigt verder uit tot veel gebruik van informatietechnologie. Het leergebied is dan ook onmisbaar voor socialisatie en persoonsvorming. Hiertoe dragen gecijferdheid (functioneel rekenen) en het onderdeel Informatie en onzekerheid bij. Daarnaast dragen rekenen en wiskunde bij aan kwalificatie voor de (onderwijs)loopbaan van elke leerling.

Het onderdeel rekenen ten slotte heeft twee functies:

- bevorderen van de gecijferdheid van leerlingen (functioneel rekenen) en
- voorbereiden van leerlingen op wiskunde (formeel rekenen).

Beide functies zijn niet voor alle leerlingen even relevant.

De drie hoofddoelen van het onderwijs

Het primair, speciaal en voortgezet onderwijs kent volgens de uitgangspunten van Curriculum.nu drie hoofddoelen: kwalificatie, socialisatie en persoonsvorming. De huidige curricula Rekenen & Wiskunde richten zich – afhankelijk van de onderwijssector, leerweg en variant – in meer of mindere mate op kwalificatie en socialisatie. In de vernieuwde curricula zal daarnaast ook (meer) aandacht zijn voor

Voorbeelden van Rekenen & Wiskunde ten behoeve van socialisatie zijn: informatie en onzekerheid, meten, tijd en geld, analyseren van gegevens en gebruik van rekenen en wiskunde bij het oplossen van toepassingsproblemen.

persoonsvorming. Hieronder wordt onder meer verstaan dat leerlingen de wereld door een wiskundebril leren bekijken en plezier beleven aan rekenen en wiskunde. Ook begrijpt de leerling de wereld en is daar, indien dat tot zijn of haar mogelijkheden behoort, kritisch over. Vooral het onderdeel Informatie en onzekerheid draagt hieraan bij. Ook kent dit onderdeel goede gelegenheid bij te dragen aan socialisatie van leerlingen.

Een toekomstgericht curriculum

Een toekomstgericht curriculum voor het leergebied Rekenen & Wiskunde bereidt leerlingen voor op een flexibele invulling van hun plek in de maatschappij in een toekomst die nu nog onbekend is. Uitgangspunten voor een toekomstgericht curriculum zijn:

- het curriculum is uitdagend en motiverend op elk niveau. Het curriculum biedt ruimte om talenten te ontdekken en te ontwikkelen en is vanuit de belevingswereld van de leerling interessant en betekenisvol. Ze biedt gelegenheid aan de leerling om zich voor te bereiden op zijn vervolgopleiding en gemotiveerd keuzes te maken.
- het curriculum kent een doordachte balans tussen de verschillende reken- en wiskundige bekwaamheden probleemoplossen, schematiseren en modelleren, logisch redeneren, abstraheren, representeren en wiskundig communiceren en algoritmisch denken en richt zich niet alleen op verwerving van basiskennis en -vaardigheid. De wijze waarop leerlingen een resultaat van een reken- en wiskundetaak tot stand brengen, is tenminste zo belangrijk als het resultaat zelf. Via de genoemde bekwaamheden biedt het curriculum ruimte voor toepassing van brede vaardigheden als probleemoplossend denken en handelen, creatief denken, kritisch denken, samenwerken, oriëntatie op jezelf, je studie en je loopbaan, communiceren en zelfregulering.
- ICT neemt meer en meer rekenwerk uit handen. Rekenen en wiskunde zijn vaak, onzichtbaar, ingebouwd in apparaten en software.



B. Inhoud van het leergebied

Karakteristiek van het leergebied

Leerlingen verwerven in het onderwijs reken- en wiskundige bekwaamheden met betrekking tot een zekere inhoud op een bepaald niveau van denken of handelen. Uitstroomperspectieven kennen voor verschillende bekwaamheden beoogde denk- en

handelingsniveaus. Dat hoeft niet altijd het hoogste niveau van formeel handelen en abstract denken te zijn. Beoogde denk- en handelingsniveaus zijn mede onderdeel van kwalificatie ten behoeve van doorstroom.

Het leergebied Rekenen & Wiskunde kent daarom:

- inhoud, geordend in een aantal domeinen. Binnen een domein staan één of meer reken- en wiskundige concepten centraal.
- reken- en wiskundige bekwaamheden. Deze bekwaamheden kunnen op verschillende niveaus van denken en van handelen uitgeoefend worden. Deze niveaus beschrijven in welke mate een bekwaamheid in leerlinggedrag zichtbaar is of moet zijn.

In de onderstaande figuur staat welke inhouden en bekwaamheden onderscheiden worden.





Niet alle leerstof wordt in alle onderwijssectoren en wiskundevarianten aangeboden. Het aanvangsmoment voor leerlijnen per domein verschilt. Ook bevatten wiskundevarianten (A, B, C, D) in havo/vwo en wiskunde in leerwegen vmbo verschillende leerstof.

Versterken van samenhang binnen het leergebied Rekenen & Wiskunde

Versterking van de samenhang tussen inhoud en bekwaamheden kan plaatsvinden door:

- verwante inhoud zo mogelijk in combinatie aan te bieden. Optellen en aftrekken zijn bijvoorbeeld aan elkaar verwante basisbewerkingen. In plaats van optellen en aftrekken als afzonderlijke basisbewerkingen aan leerlingen te presenteren kunnen ze ook in gezamenlijkheid aangeboden worden.
- verwerving van inhoud vindt altijd plaats in combinatie met begripsvorming en toepassing ervan. Begripsvorming en toepassing vormen een onderdeel van verwerving van leerstof.
- de onderlinge aansluiting van verschillende leerlijnen binnen en tussen de onderwijssectoren te verstevigen, in het bijzonder die tussen vmbo-gt en havo en tussen het primair en voortgezet onderwijs.

Andere voorbeelden van verwante inhouden zijn:

- verhoudingen, breuken en procenten
- decimale getallen en meten
- de wetenschappelijke notatie en letterrekenen met machten

De rol van informatietechnologie in het leergebied

Zolang dat niet ten koste gaat van noodzakelijke begripsvorming, kan informatietechnologie een deel van het reken- en wiskundewerk voor zijn rekening nemen, rekenkundige en wiskundige problemen inzichtelijk maken en extra mogelijkheden bieden voor bijvoorbeeld exploratief onderzoek. Informatietechnologie kan verder een toepassingsdomein zijn voor bepaalde reken- en wiskundige bekwaamheden, zoals algoritmisch denken. Hier is samenhang met het leergebied Digitale geletterdheid.

C. De positie van het leergebied in het curriculum

Verbeteren van doorlopende leerlijnen

We maken onderscheid tussen leerlijnen en ontwikkelingslijnen. Een leerlijn bestaat uit een beredeneerde volgordelijkheid van leerdoelen en inhouden die tot een bepaald einddoel leiden (SLO, z.j.). De lijnen waarlangs een leerling daadwerkelijk concepten verwerft, worden ontwikkelingslijnen genoemd. Leerlijnen lopen van groep 1 tot en met het einde van het voortgezet onderwijs (en verder ...). Bij het verbeteren van doorlopende leerlijnen worden de volgende uitgangspunten gehanteerd.

- Als basis dient een stevig fundament, waarop voortgebouwd kan worden met abstracte diepgang. De verhouding tussen de functionele basis en meer abstracte diepgang verschilt tussen uitstroomperspectieven.
- De niveaus van denken en handelen zijn de basis voor het vormgeven van de leerlijnen in elk van deze perspectieven.

Wat precies deel uit maakt van het fundament en hoe leerlijnen van uitstroomperspectieven op basis van denk- en handelingsniveaus vormgegeven worden, komen later in het traject aan bod.

Versterken van de samenhang met andere leergebieden

De leergebieden leveren aan Rekenen & Wiskunde concepten die voor Rekenen & Wiskunde contexten vormen. Dit leergebied levert vervolgens reken- en wiskundig instrumentarium aan andere leergebieden. Op deze wijze krijgt het leergebied meer betekenis voor de leerlingen dan nu het geval is. Uitgangspunt is dat leerlingen reken- en wiskundige leerstof verwerven in het leergebied Rekenen & Wiskunde en toepassen in



andere leergebieden. Deze leergebieden dienen daarbij de verantwoordelijkheid te nemen om rekenen en wiskunde op dezelfde manier te gebruiken als leerlingen dat geleerd hebben bij rekenen en wiskunde om zo de samenhang te borgen. Dit wil niet zeggen dat álle toepassing van rekenen en wiskunde in andere leergebieden plaats vindt. De curricula Rekenen & Wiskunde bieden zelf ook ruimte voor toepassingen.

Tijdens het verwerven van het fundament van rekenen en wiskunde is het van belang dat er aandacht besteed wordt aan vaktaal. Leerlingen die de begrippen en betekenissen

begrijpen en spreken hebben toegang tot rekenen en wiskunde. Zij moeten deze taal niet alleen "op papier" kunnen interpreteren, maar ze ook bij het oplossen van problemen zelf productief kunnen gebruiken. En de relatie kunnen leggen tussen reken- en wiskundetaal, school(boek)taal en dagelijkse taal (Van Eerde, 2009).

Een compact curriculum

Een belangrijke doelstelling van Curriculum.nu is reductie van de overladenheid van de verschillende curricula. Daartoe is het noodzakelijk dat de curricula compacter worden.

Om dit te realiseren worden onderstaande uitgangspunten gehanteerd:

- verwante inhoud wordt zo mogelijk in samenhang aangeboden, zoals elders beschreven is.
- aan automatiseren en memoriseren wordt gepast aandacht geschonken, in de ene onderwijssector soms meer dan in andere. Voor complexe berekeningen wordt gebruik gemaakt van technologie in combinatie met schattend rekenen.
- als gevolg van het bovenstaande wordt de moeilijkheidsgraad van reken- en wiskundetaken die uitgevoerd kunnen worden met alleen kennis van rekenfeiten en beheersing van routines, beperkt.
- ook herschikking van leerstof tussen primair en voortgezet onderwijs behoort tot de mogelijkheden.

**BIJLAGE 2: BRONNENLIJST****Grote opdrachten**

Bart, F., Engelsen, J.F.M. den, Keijzer, R., Lek, A., Lit, S.A., Oonk, W., & Waveren Hogervorst, C. van. (2015). *Rekenen-wiskunde in de praktijk: Kerninzichten*. Groningen: Noordhoff Uitgevers.

Boaler, J. (2016). *Mathematical Mindsets*. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons.

Boswinkel, N., & Schram, E. (2012). *De Toekomst Telt*. Enschede: SLO.

Deloitte. (2014). *Mathematical sciences and their value for the Dutch economy*. Amsterdam: Platform Wiskunde Nederland.

Drijvers, P, Streun, A. van, & Zwaneveld, L, (2016) *Handboek wiskundededidactiek*. Amsterdam: Epsilon Uitgaven.

Eerde, H.A.A. van (2009). Rekenen-wiskunde en taal: een didactisch duo. *Panama-Post - Reken-wiskundeonderwijs: onderzoek, ontwikkeling, praktijk*, 28 (3), (pp. 19-32) (14 p.).

European Commission. (2011). *Mathematics Education in Europe: Common Challenges and National Policies*. Brussel: Education, Audiovisual and Culture Executive Agency

Eves, H. (1969). *An introduction to the history of mathematics*. New York: Holt, Rinehart and Winston.

Expertgroep Doorlopende Leerlijnen taal en rekenen. (2008). *Over de drempels met rekenen*. Enschede: SLO.

Feskens, R., Kuhlemeier, H., & Limpens, G. (2016). *Resultaten PISA-2015*. Arnhem: Cito.

Folmer, E., Koopmans - van Noorel, A, & Kuiper, W. (Red.). (2017). *Curriculumspiegel 2017*. Enschede: SLO.

Gravemeijer, K. (2005). 'Revisiting 'Mathematics education revisited''. *Freudenthal*, nr. 100, pp. 106-113.

Gravemeijer, K., Stephan, M., Julie, C. et al.(2017). What Mathematics Education May Prepare Students for the Society of the Future? *International Journal of Science and Mathematics Education*. 15(Suppl 1): 105. <https://doi.org/10.1007/s10763-017-9814-6>

Gijzen, W. et al. (2015). *Over de grenzen van de referentieniveaus - een versneld aanbod in de hele basisschool*. Rotterdam.

Hoeven, M. van der, Schmidt, V., Sijbers, J., Silfhout, G. van, Woldhuis, E., & Leeuwen, B. van. (2017). *Leerplankundige analyse PISA 2015*. (2017). Enschede: SLO.

Hutten, O., Van den Bergh, J., Van den Brom-Snijders, P., & Van Zanten, M. (2014). *Rekendidactiek meten en meetkunde* (2e ed.). Amersfoort, Nederland: ThiemeMeulenhoff.

Inspectie van het Onderwijs. (2017). *Peil. onderwijs: Taal en rekenen aan het einde van het basisonderwijs*. Utrecht: Inspectie van het Onderwijs.



Inspectie van het Onderwijs (2017). *De Staat van het Onderwijs 2015/2016*. Utrecht: Inspectie van het Onderwijs.

Koninklijke Nederlandse Akademie van Wetenschappen. (2009). *Rekenonderwijs op de basisschool: Analyse en sleutels tot verbetering*. Amsterdam: Koninklijke Nederlandse Akademie van Wetenschappen.

Platform Onderwijs 2032. (2016). *Ons Onderwijs2032 Eindadvies*. Den Haag: Platform Onderwijs 2032.

Platform Wiskunde Nederland. (2012). *Formulas for Insight and Innovation, Mathematical Sciences in the Netherlands; Vision document 2025*. Amsterdam: Platform Wiskunde Nederland.

Platform Wiskunde Nederland. (2014). *Tussen wal en schip. Wiskundig-didactisch onderzoek in Nederland*. Amsterdam: Platform Wiskunde Nederland.

Ruijsenaars, A.J.J.M. et al. (2004). *Rekenproblemen en Dyscalculie*. Rotterdam: Lemniscaat B.V.

Sjoers, S. (2017). *Sterke rekenaars in het basisonderwijs*. Amersfoort: CPS Onderwijsontwikkeling en advies.

SLO. (z.j.). Cursus Curriculumontwerp. Geraadpleegd op 17 mei 2018 van http://www.cursuscurriculumontwerp.slo.nl/ariadne/loader.php/projects/slo/leergangonderwijsontwerpen/site/kennisbank/Doorlopende_leerlijnen.docx/.

Streun, A. van (2001). Het denken bevorderen. Geraadpleegd op 8 oktober 2018 van www.rug.nl.

UNESCO. (2012). *Challenges in basic mathematics education*. Parijs: UNESCO.

Vernieuwingscommissie wiskunde cTWO. (2013). *Denken & doen: wiskunde op de havo en vwo per 2015*. Utrecht: Commissie Toekomst Wiskunde Onderwijs

Zanten, M. van, & Notten, C. (Red.). (2017). *Rekenen-wiskunde in de 21e eeuw*. Enschede/Utrecht: SLO/Panama.

Zanten, M. van. (2017). *Leerplankundige verkenning van TIMSS-trends*. Enschede: SLO.

Zanten, van M (2018). Klopt dit wel?, Volgens Bartjens, jaargang 37 (5), 22 – 26

Bijgestelde visie

Bart, F., Engelsens, J.F.M. den, Keijzer, R., Lek, A., Lit, S.A., Oonk, W., & Waveren Hogervorst, C. van. (2015). *Rekenen-wiskunde in de praktijk: Kerninzichten*. Groningen: Noordhoff Uitgevers.

Boaler, J. (2016). *Mathematical Mindsets*. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons.

Boswinkel, N., & Schram, E. (2012). *De Toekomst Telt*. Enschede: SLO.

Deloitte. (2014). *Mathematical sciences and their value for the Dutch economy*. Amsterdam: Platform Wiskunde Nederland.



- Drijvers, P, Streun, A. van, & Zwaneveld, L, (2016) *Handboek wiskundededidactiek*. Amsterdam: Epsilon Uitgaven.
- Eerde, H.A.A. van (2009). Rekenen-wiskunde en taal: een didactisch duo. *Panama-Post - Reken-wiskundeonderwijs: onderzoek, ontwikkeling, praktijk*, 28 (3), (pp. 19-32) (14 p.).
- European Commission. (2011). *Mathematics Education in Europe: Common Challenges and National Policies*. Brussel: Education, Audiovisual and Culture Executive Agency
- Eves, H. (1969). *An introduction to the history of mathematics*. New York: Holt, Rinehart and Winston.
- Expertgroep Doorlopende Leerlijnen taal en rekenen. (2008). *Over de drempels met rekenen*. Enschede: SLO.
- Feskens, R., Kuhlemeier, H., & Limpens, G. (2016). *Resultaten PISA-2015*. Arnhem: Cito.
- Folmer, E., Koopmans - van Noorel, A, & Kuiper, W. (Red.). (2017). *Curriculumspiegel 2017*. Enschede: SLO.
- Gravemeijer, K. (2005). 'Revisiting 'Mathematics education revisited''. *Freudenthal*, nr. 100, pp. 106-113.
- Gravemeijer, K., Stephan, M., Julie, C. et al.(2017). What Mathematics Education May Prepare Students for the Society of the Future? *International Journal of Science and Mathematics Education*. 15(Suppl 1): 105. <https://doi.org/10.1007/s10763-017-9814-6>
- Gijzen, W. et al. (2015). *Over de grenzen van de referentieniveaus - een versneld aanbod in de hele basisschool*. Rotterdam.
- Hoeven, M. van der, Schmidt, V., Sijbers, J., Silfhout, G. van, Woldhuis, E., & Leeuwen, B. van. (2017). *Leerplankundige analyse PISA 2015*. (2017). Enschede: SLO.
- Hutten, O., Van den Bergh, J., Van den Brom-Snijders, P., & Van Zanten, M. (2014). *Rekendidactiek meten en meetkunde* (2e ed.). Amersfoort, Nederland: ThiemeMeulenhoff.
- Inspectie van het Onderwijs. (2017). *Peil. onderwijs: Taal en rekenen aan het einde van het basisonderwijs*. Utrecht: Inspectie van het Onderwijs.
- Inspectie van het Onderwijs (2017). *De Staat van het Onderwijs 2015/2016*. Utrecht: Inspectie van het Onderwijs.
- Koninklijke Nederlandse Akademie van Wetenschappen. (2009). *Rekenonderwijs op de basisschool: Analyse en sleutels tot verbetering*. Amsterdam: Koninklijke Nederlandse Akademie van Wetenschappen.
- Platform Onderwijs 2032. (2016). *Ons Onderwijs2032 Eindadvies*. Den Haag: Platform Onderwijs 2032.
- Platform Wiskunde Nederland. (2012). *Formulas for Insight and Innovation, Mathematical Sciences in the Netherlands; Vision document 2025*. Amsterdam: Platform Wiskunde Nederland.



Platform Wiskunde Nederland. (2014). *Tussen wal en schip. Wiskundig-didactisch onderzoek in Nederland*. Amsterdam: Platform Wiskunde Nederland.

Ruijsenaars, A.J.J.M. et al. (2004). *Rekenproblemen en Dyscalculie*. Rotterdam: Lemniscaat B.V.

Sjoers, S. (2017). *Sterke rekenaars in het basisonderwijs*. Amersfoort: CPS Onderwijsontwikkeling en advies.

SLO. (z.j.). Cursus Curriculumontwerp. Geraadpleegd op 17 mei 2018 van http://www.cursuscurriculumontwerp.slo.nl/ariadne/loader.php/projects/slo/leergangonderwijsontwerpen/site/kennisbank/Doorlopende_leerlijnen.docx/.

Streun, A. van (2001). Het denken bevorderen. Geraadpleegd op 8 oktober 2018 van www.rug.nl.

UNESCO. (2012). *Challenges in basic mathematics education*. Parijs: UNESCO.

Vernieuwingscommissie wiskunde cTWO. (2013). *Denken & doen: wiskunde op de havo en vwo per 2015*. Utrecht: Commissie Toekomst Wiskunde Onderwijs

Zanten, M. van, & Notten, C. (Red.). (2017). *Rekenen-wiskunde in de 21e eeuw*. Enschede/Utrecht: SLO/Panama.

Zanten, M. van. (2017). *Leerplankundige verkenning van TIMSS-trends*. Enschede: SLO.

Zanten, van M (2018). Klopt dit wel?, Volgens Bartjens, jaargang 37 (5), 22 – 26



BIJLAGE 3: BESCHRIJVING BEKWAAMHEDEN

Probleemoplossen

Een probleem is een taak of opdracht met één of meer oplossingen. Een probleem onderscheidt zich van een routinetaak door dat de oplosser moet nadenken hoe hij het probleem kan oplossen. Over hoe een routinetaak uitgevoerd moet worden, hoeft niet nagedacht te worden.

Logisch redeneren

Een logische redenering bestaat uit redeneerstappen aan de hand waarvan een bewering gestaafd of weerlegd kan worden of plausibel gemaakt kan worden. De redeneerstappen kunnen logisch van karakter zijn ('Uit A volgt B'), maar ook van statistische aard zijn ('De kans dat dit klopt is 95%').

Abstraheren

Iemand die in staat is te abstraheren kan denken in termen reken- en wiskundige objecten zoals getal, verhouding, breuk, driehoek en kans zonder dat er sprake is van een concrete situatie. Hij kan uit soortgelijke concrete situaties het gemeenschappelijke generaliseren tot reken- en wiskundige objecten. Hij kan redeneren over en met reken- en wiskundige objecten.

N.B. Abstraheren in andere leergebieden heeft vaak betrekking op het weglaten van details, bijvoorbeeld bij een landkaart, abstracte kunst of bij een ontwerptekening. Bij Rekenen en Wiskunde valt deze interpretatie van abstraheren onder *Schematiseren en modelleren*.

Representeren en communiceren

Een representatie is een weergave van een reken- en wiskundig object, bijvoorbeeld: de schrijfwijze van grote getallen in cijfers, maar ook met 'miljoen' en 'miljard' of de schrijfwijze van een deling met \div of $/$. Ook namen van wiskundige objecten worden tot hun representatie gerekend. Een reken- en wiskundig object kan verder ook gerepresenteerd worden in beeld, zoals de weergave van een getal als een punt op de getallenlijn en de weergave van een verband tussen twee grootheden in de vorm van een grafiek.

Wiskundig communiceren is een verslag doen van een oplossingswijze, redenering, ... aan een doelgroep, meestal met gebruikmaking van representaties van objecten.

Schematiseren en modelleren

Een schema is een weergave van een bepaalde situatie waarin de reken- en wiskundige essentie van de situatie weergegeven wordt. Een wiskundig model is een weergave van een situatie met gebruikmaking van wiskundige formalismen. Wiskundige formalismen zijn onder andere formules en vergelijkingen, maar een getallenlijn kan in zekere zin ook als een wiskundig formalisme beschouwd worden. Bijvoorbeeld: een in- en uitstapschema van een bus die verschillende haltes aandoet, is geen wiskundig model, want hij bevat geen wiskundige formalismen. Een formule die een patroon van getallen beschrijft, is wel een voorbeeld van een wiskundig model.

N.B. 1 Naast wiskundige modellen kunnen ook denkmodellen onderscheiden worden. Een denkmodel is een hulpmiddel om bewerkingen uit te kunnen voeren, bijvoorbeeld: een strook bij procentberekeningen, een rechthoekmodel bij vermenigvuldigingen of een taartmodel bij het rekenen met breuken. Deze denkmodellen beschouwen we meer als schema dan als wiskundige model.

N.B. 2 Andere leergebieden kennen ook modellen. Denk aan modellen voor atomen, voor licht of voor prijsvorming op een markt met veel producenten. Aan de hand van deze modellen kunnen verschijnselen worden verklaard en in kwalitatieve zin voorspellingen gedaan worden. Dergelijke modellen worden conceptuele modellen genoemd en zijn geen wiskundige modellen.



Algoritmisch denken

Een algoritme is een stappenplan dat een reken- en wiskundeprocedure of een oplossingsstrategie voor een probleem beschrijft. Een algoritme kunnen uitvoeren is een basisvaardigheid. Een algoritme opstellen voor een procedure of voor de oplossingsstrategie voor problemen van een bepaald type valt onder algoritmisch denken. Ook het vergelijken en beoordelen van algoritmen is onderdeel van algoritmisch denken.



BIJLAGE 4: BEGRIPPENLIJST

Onderwijssector	Primair onderwijs, (voortgezet) speciaal onderwijs, voortgezet onderwijs, vmbo, havo, vwo
Leerweg	Basisberoepsgerichte, kaderberoepsgerichte, gemengde en theoretische leerweg in het vmbo
Examenprofiel	Natuur & techniek, natuur & gezondheid, economie & maatschappij en cultuur & maatschappij in havo en vwo Tien beroepsgerichte profielen in het vmbo
Wiskundevariant	Wiskunde A, B, C en D
Uitstroomperspectief	Een perspectief voor leerlingen op uitstroom in een sector in het voortgezet onderwijs
Rekenen & wiskunde	Verzamelnaam voor alle vakken en leerdomeinen met rekenen en/of wiskunde in hun naam in alle sectoren Tevens naam van het ontwikkelteam
Leerstof	Wat er door leerlingen te leren valt Bestaat uit inhoud en bekwaamheden
Inhoud	Onderwerpen uit het leergebied Rekenen & Wiskunde die deel uit maken van een curriculum
Domein	Een samenhangende verzameling inhouden
Concept	Een reken- en/of wiskundig begripselement, zoals Getal, Verhouding en Verandering, die in het hoofd van een leerling deel uit maakt van een mentaal netwerk
Context	Een betekenisvolle situatie waarbinnen rekenen en wiskunde kan worden toegepast of waarbinnen rekenen en wiskunde kan worden geleerd
Bekwaamheden	Domeinonafhankelijke reken- en wiskundevermogens van een leerling Beheersing van routinevaardigheden en van domeinonafhankelijke vaardigheden als probleemoplossen en redeneren maken deel uit van bekwaamheden
Denkniveau Handelingsniveau	Geeft weer in welke mate een bekwaamheid in leerlinggedrag zichtbaar is of moet zijn
Complexiteit	Hoe moeilijk een reken-/wiskundige taak is die leerlingen moeten (kunnen) uitvoeren



Leerlijn	Een beredeneerde opeenvolging van leerdoelen en inhoud die leidt tot een bepaald einddoel
Ontwikkelingslijn	Volgens welke route een leerling leert of geleerd heeft
Begripsvorming	Het verwerven van inzicht met betrekking tot een concept
Toepassing	Gebruik van kennis, inzicht en vaardigheden om een probleem in een bepaalde praktijksituatie op te lossen.
Functioneel rekenen	Rekenen dat dient om situaties uit de praktijk het hoofd te bieden.
Formeel rekenen	Rekenen dat als voorkennis voor wiskunde dient.
Gecijferdheid	Gecijferdheid bestaat uit de verbinding van kennis, vaardigheden en persoonlijke kwaliteiten, nodig om adequaat en autonoom om te gaan met de kwantitatieve kant van de wereld om je heen.