



Voorliggend tussenproduct is het derde tussenproduct van ontwikkelteam Mens & Natuur, 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 Mens & Natuur vraagt uw feedback op de grote opdrachten op [www.curriculum.nu/feedback](http://www.curriculum.nu/feedback).

### **In dit tussenproduct vindt u:**

- Een toelichting op hoe het ontwikkelteam op basis van de visie de grote opdrachten heeft opgesteld.
- De bijgestelde grote opdrachten van het leergebied. Hierop vraagt het team uw feedback, zie daarvoor ook de bijgevoegde consultatievragen.
- De bijgestelde visie op het leergebied (bijlage 1), deze ligt ten grondslag aan de grote opdrachten.
- Een begrippenlijst (bijlage 2)
- De bronnenlijst (bijlage 3)

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**

We benadrukken graag dat ons denken over het curriculum voor Mens & Natuur nog volop in ontwikkeling is. Wij nodigen u/ jullie uit om met ons mee te denken. Geef uw feedback op de grote opdrachten op [www.curriculum.nu/feedback](http://www.curriculum.nu/feedback) tot 14 november. Uw feedback zullen we 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! Namens ontwikkelteam Mens & Natuur.



## TOELICHTING: VAN VISIE NAAR GROTE OPDRACHTEN

Om de stap te kunnen maken van visie naar grote opdrachten heeft het ontwikkelteam gewerkt met een kader. Met dit kader willen we recht doen aan de diversiteit van het leergebied. Daarnaast denken we ook dat we met een dergelijk kader het gesprek over het curriculum kunnen faciliteren. Er zijn verschillende manieren om het leergebied te beschrijven, waardoor het gesprek over het curriculum vaak bemoeilijkt wordt. De meeste bekende manieren om een leergebied te beschrijven zijn kennis en vaardigheden, maar er zijn meer mogelijkheden. Ieder manier van beschrijven is relevant, maar de verschillende manieren van beschrijven zijn niet goed onderling vergelijkbaar.

Het ontwikkelteam van Mens & Natuur komt samen met het ontwikkelteam Mens & Maatschappij tot vier manieren van beschrijven:

- Vaardigheden: activiteiten of gedrag. Dit zijn bijvoorbeeld praktische vaardigheden als kaartlezen, meten of grafieken maken, maar ook vaardigheden als redeneren of ontwerpen.
- Denkwijzen: manieren van denken die bruikbaar zijn binnen het hele leergebied. Bijvoorbeeld het denken in termen van oorzaak-gevolg relaties of het denken in termen van structuur en functie. In de buitenlandse literatuur ook wel crosscutting concepts of key ideas genoemd.
- Contexten zijn situaties waarin kennis betekenis krijgt (bijvoorbeeld: op een bepaalde plek, in een voorbeeld, een maatschappelijk vraagstuk, een activiteit uit het beroepsleven, enz.).
- Concepten zijn allerlei vormen van kennis die je kunt gebruiken om contexten te beschrijven of analyseren. Concepten zijn vaak op een hoog abstractieniveau geformuleerd. Concepten zijn de basis- of grondbegrippen, zoals principes, beginselen, theorieën, ideeën, beelden, wetten, structuren of systemen, die basis en kader vormen voor de kennisopbouw in een discipline (bijvoorbeeld: binding binnen het vak scheikunde).

Deze indeling is gebaseerd op drie verschillende bronnen: National Research Council (2012), OECD (2017) en National Council for the Social Studies (2010). Met deze indeling doen we recht aan de verschillende benaderingen die door teamleden en stakeholders zijn ingebracht. Er zijn verschillende redenen om voor dit kader te kiezen:

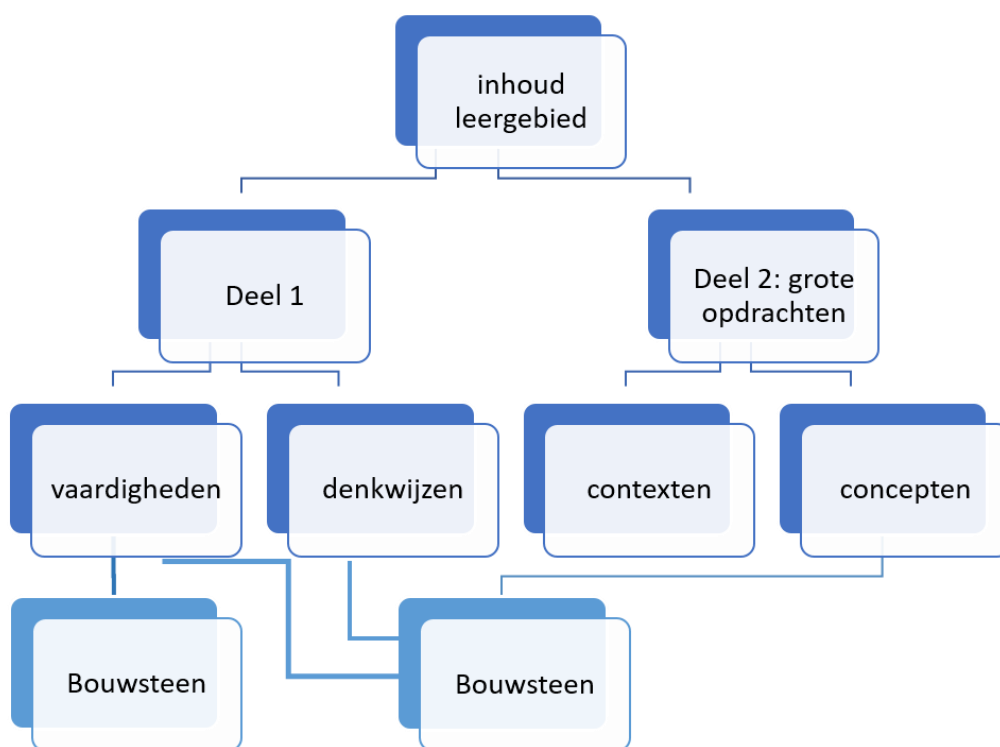
- om een curriculum voor de gehele breedte van het leergebied te ontwerpen;
- om een diversiteit aan leerlijnen mogelijk te maken;
- het geeft richting voor het gehele traject (zowel grote opdrachten als bouwstenen);
- het voorkomt dat er een eenzijdig beeld van het toekomstige curriculum kan ontstaan, bijv. alleen gericht op vaardigheden of vakinhoud;
- het geeft de mogelijkheden voor aandacht voor zowel overeenkomsten als verschillen tussen de disciplines van ons leergebied;
- het geeft mogelijkheden om samenhang met andere leergebieden expliciet te benoemen.



Op basis van het kader worden de essenties van de leergebied Mens & Natuur uitgewerkt in deel 1 en deel 2 van dit document:

- In deel 1 wordt een overzicht gegeven van de vaardigheden en denkwijzen die specifiek van belang zijn voor werken en denken in het leergebied;
- In deel 2 worden grote opdrachten geformuleerd door een combinatie te maken van belangrijke contexten en belangrijke concepten.

In figuur 1 wordt het kader weergegeven.



*Figuur 1: kader voor Mens & Natuur en Mens en Maatschappij*

Deel 1 en 2 zijn gelijkwaardig en onlosmakelijk met elkaar verbonden: de vaardigheden en denkwijzen zijn nodig om de contexten en concepten te leren doorgronden. Andersom zijn de contexten en concepten nodig om de vaardigheden en denkwijzen betekenis te geven in het leergebied. In de bouwstenen (de beschrijvingen die de basis gaan vormen voor de nieuwe onderwijsdoelen) komen dan ook (combinaties van) vaardigheden, denkwijzen, contexten en/of concepten terug.

### **Deel 1 Vaardigheden en Denkwijzen**

In het leergebied Mens & Natuur is een aantal belangrijke vaardigheden en denkwijzen te onderscheiden die gebruikt worden door technici, ingenieurs en natuurwetenschappers. Van oudsher hebben de vaardigheden hun plek in het natuurwetenschappelijk onderwijs gevonden en kwamen denkwijzen impliciet aan bod.

Vaardigheden en denkwijzen liggen in elkaars verlengde. Vaardigheden hebben betrekking op concreet handelen, denkwijzen gaan over manieren waarmee je situaties kunt analyseren. Leerlingen leren vaardigheden en denkwijzen niet in een vaste volgorde. Door het oefenen van (vak-)vaardigheden, het verbreden van kennis en het



bespreken daarvan, ontwikkelen leerlingen in de loop van de tijd verschillende denkwijzen. Andersom ondersteunen denkwijzen leerlingen bij het wendbaar en doelmatig inzetten van hun vaardigheden, waardoor deze verder kunnen ontwikkelen.

Het expliciet maken van de denkwijzen helpt om de overeenkomsten en verschillen tussen de disciplines binnen het leergebied Mens & Natuur zichtbaarder te maken. De denkwijzen en vaardigheden zijn dan ook bij de verschillende schoolvakken bruikbaar. Ze krijgen per vak hun eigen inkleuring, onder andere omdat vakspecifieke begrippen nodig zijn bij het bestuderen en onderzoeken van maatschappelijke verschijnselen en menselijk handelen.

### Vaardigheden

Hieronder staan drie belangrijke vaardigheden voor het leergebied Mens & Natuur. Leerlingen ontwikkelen deze vaardigheden in de loop van de tijd, in wisselwerking met de later beschreven denkwijzen. Hiernaast zijn er ook een aantal leergebied overstijgende vaardigheden en denkwijzen, en brede vaardigheden voor alle leergebieden van belang om grip te krijgen op de contexten en concepten uit de grote opdrachten.

#### *Modelgebruik en -ontwerp*

Modellen zijn representaties van de werkelijkheid. Modellen worden gebruikt wanneer de werkelijkheid te groot, te klein of te complex is om deze te kunnen duiden en interpreteren. Het is van belang om inzicht te krijgen in wat modellen zijn, met welk doel ze ontwikkeld worden en hoe een model gebruikt kan worden om de werkelijkheid in beeld te brengen. Door het zelf maken van bijvoorbeeld een tekening of 3D-model van de bloedsomloop, kan grip gekregen worden op de overeenkomsten en verschillen tussen model en complexe werkelijkheid.

#### *Ontwerpen*

Producten en technologische toepassingen komen tot stand en worden verbeterd via een ontwerpproces. Ontwerpers maken hierbij gebruik van natuurwetenschappelijke en technologische kennis. Ideeën voor een ontwerp kunnen voortkomen uit verwondering, behoefte en urgentie. Het ontwerpproces bestaat uit verschillende fases die al dan niet systematisch worden doorlopen. Het gaat hierbij onder andere om het maken van een probleemanalyse, het opstellen van een programma van eisen, brainstormen, ontwerptekeningen maken, prototype maken, testen, evalueren. Hierbij wordt gebruik gemaakt van verschillende materialen, gereedschappen en technieken.

#### *Onderzoeken*

Door onderzoek te doen, kun je de wereld om je heen beter begrijpen. Onderzoek richt zich op het zoeken naar en vinden van oorzaken van verschijnselen in de natuurlijke en gemaakte wereld. Vanuit verwondering, behoefte of urgentie kunnen onderzoeksvragen ontstaan, die beantwoord kunnen worden door waar te nemen, te testen, te interpreteren, te analyseren en te concluderen. Bij het doen van onderzoek wordt vaak gebruik gemaakt van bestaande procedures en voorschriften. Je kunt bijvoorbeeld onderzoek doen naar het verband tussen de waterkwaliteit van een sloot en de organismen die er in leven.



## Denkwijzen

De hierna beschreven denkwijzen kunnen allemaal, in meer of mindere mate, gekoppeld worden aan de vaardigheden hierboven. Iedere denkwijze wordt kort omschreven vanuit het leergebied Mens & Natuur en met behulp van voorbeelden nader toegelicht. We streven hierbij geen volledigheid na.

### *Patronen*

Overal zijn patronen waar te nemen. Het herkennen van patronen of het signaleren van afwijkingen in bestaande patronen kunnen leiden tot vragen die te maken hebben met ordening en classificatie, bijvoorbeeld door het indelen van dieren op basis van kenmerken of de ordening van atomen in het periodiek systeem. Deze ordening en classificatie nodigt uit tot het onderzoeken van verbanden.

### *Oorzaak - gevolgrelaties*

Aan de hand van oorzaak-gevolgrelaties worden verklaringen voor natuurlijke verschijnselen opgebouwd; bijvoorbeeld een plant die minder water en/of zon krijgt, groeit minder goed. Het modelleren van oorzaak-gevolgrelaties vormt bovendien de basis van veel technologische toepassingen. Inzicht in deze relaties maakt het mogelijk om in nieuwe contexten voorspellingen te doen over de natuurlijke en gemaakte wereld. Het is van belang om steeds te bepalen of een oorzaak en een bepaald gevolg daadwerkelijk met elkaar in verband staan, bijvoorbeeld of het rijden in elektrische auto's daadwerkelijk leidt tot een verminderd broeikaseffect.

### *Systeemdenken*

In de natuurwetenschappen worden verschillende systemen gebruikt om een model te maken om de complexe werkelijkheid te begrijpen. Binnen de disciplines van ons leergebied wordt vaak gewerkt met verschillende schaal- en organisatieniveaus. Ook binnen (complexe) technologische toepassingen zijn vaak verschillende systeemniveaus aan te wijzen, bijvoorbeeld een microcomputer die een complete robot aanstuurt. Via systeemdenken kan natuurwetenschappelijke kennis geordend worden en op een passende manier met elkaar verbonden worden, bijvoorbeeld in een woordweb over het weer.

### *Structuur-functie-denken, vorm-functie-denken en doel-middel-denken*

Structuur en functie van objecten en vorm en functie van organismen hebben veel met elkaar te maken. Functies kunnen worden verklaard vanuit de structuur en vorm, en de structuur en vorm kan worden verklaard door de functie. De verschillende typen vogelsnavels zijn bijvoorbeeld te relateren aan het voedsel dat zij eten. Bij technologische toepassingen is sprake van een relatie tussen de doelen van de toepassing en de constructies, materialen en middelen die gebruikt zijn in het ontwerp, bijvoorbeeld door materialen te kiezen waardoor een zelfgebouwd bootje blijft drijven.

### *Stabiliteit en verandering*

In de wereld om ons heen is continu sprake van een wisselwerking tussen stabiliteit en verandering. Verschijnselen in de natuurlijke en gemaakte wereld zijn te verklaren aan de hand van stabiliteit en verandering, bijvoorbeeld door te kijken hoeveel energie nodig is om een trein in beweging te krijgen of door te onderzoeken hoe een thermostaat zorgt dat de temperatuur in een ruimte constant blijft. Ook kan de mate van verandering (of de evolutie van een systeem) over een bepaalde tijd of vanaf een grote of kleine afstand, bepaald worden, bijvoorbeeld door te kijken in hoeverre de ijskap op de



Noordpool in de afgelopen 50 jaar gesmolten is. Op deze manier ontstaat inzicht in wat wel en niet kan veranderen in de natuurlijke en gemaakte wereld.

### *Risico's & veiligheid*

Menselijk gedrag is van invloed op de veiligheid in de omgeving, bijvoorbeeld bij het gebruik bestrijdingsmiddelen die via landbouwgronden in de voedselkringloop terechtkomen. Dit kan risico's opleveren die gevolgen hebben voor een individu zelf, hun omgeving en de wereld als geheel. Het is van belang om te leren inschatten of een oplossing voor een probleem geen (onbedoelde) nieuwe problemen veroorzaakt, bijvoorbeeld bij het gebruik van nieuwe typen straling om tumoren te bestrijden.

### *Leergebiedoverstijgende vaardigheden*

Een aantal vaardigheden zijn/kunnen/zullen ook uitgewerkt worden in grote opdrachten en bouwstenen samen met andere leergebieden. Het betreft onder andere de volgende vaardigheden:

- Waarderen & oordelen, ethische implicaties (in samenhang met Burgerschap en Mens & Maatschappij)
- Informatievaardigheden (in samenhang met Digitale Geletterdheid (DG03) en Nederlands (NL05))
- Redeneervaardigheden (in samenhang met Nederlands, NL02)
- Rekenen en wiskundige vaardigheden (in samenhang met Rekenen & Wiskunde)

De zogenaamde brede vaardigheden zoals deze door Curriculum.nu worden gehanteerd voor alle leergebieden zijn :

- Creatief denken en (praktisch) handelen
- Probleemoplossend denken en (praktisch) handelen
- Kritisch denken
- Communiceren
- Samenwerken
- Sociale en culturele vaardigheden
- Zelfregulering
- Oriëntatie op jezelf, je studie en je loopbaan
- Ondernemend denken en handelen

## **Deel 2 Grote opdracht (Contexten en Concepten)**

In dit deel worden de contexten en concepten beschreven in de vorm van grote opdrachten. Deze grote opdrachten zijn nodig om vaardigheden en denkwijzen betekenis te geven (en vice versa). Vanuit de werkopdracht van Curriculum.nu zijn criteria meegegeven voor de ontwikkeling van de grote opdrachten. We lichten hieronder de belangrijkste criteria toe.

*Grote opdrachten omvatten het hele leergebied en zijn voor zover als mogelijk herkenbaar en bruikbaar voor alle disciplines in het leergebied*

De grote opdrachten die hieronder worden beschreven omvatten het gehele leergebied Mens & Natuur. Om te checken of we hele leergebied omvatten zijn we onder andere



uitgegaan van een aantal internationale curriculum-documenten, internationale kaders voor duurzaamheid en technologie en de huidige Nederlandse curricula.

*Grote opdrachten hebben een onderbouwde relatie met de visie*

Zoals beschreven in de visie zijn gezondheid, duurzaamheid en technologie belangrijke pijlers van het leergebied Mens & Natuur. Wij vinden deze pijlers van dermate groot belang dat wij deze aspecten als leidraad hebben genomen bij het formuleren van de grote opdracht. De drie pijlers hebben we als leidraad gebruikt om de relevantie van de grote opdracht te omschrijven. In de relevantie van de grote opdracht leggen we de relatie van de grote opdracht met de leerling, de maatschappij en de wetenschap, maar ook de relatie met de de drie pijlers. We denken dat we hiermee een selectie hebben kunnen doen die leerlingen verwondert, een bijdrage levert aan de behoefte van de leerling en de maatschappelijke en wetenschappelijke urgentie.

*De grote opdrachten zijn op een consistente manier uitgewerkt en op eenzelfde manier opgebouwd*

We hebben getracht de essentie van ons leergebied te beschrijven door een combinatie van contexten en concepten te maken die niet 'te breed' (en daarmee te vaag of te omvangrijk) of 'te smal' (meer geschikt binnen een bouwsteen) zijn.

*Grote opdrachten bieden inzichten in en van het leergebied*

Door beide facetten in grote opdrachten te combineren benadrukken wij het belang dat leerlingen enerzijds leren concepten wendbaar toe te passen binnen contexten en anderzijds dat ze leren beter zicht te krijgen op concepten door gebruik te maken van contexten (Bruning & Michels, 2013).

*Grote opdrachten zijn in essentie herkenbaar voor zowel het po als het vo*

Ook hier denken we zowel po als vo te kunnen aanspreken door gebruik te maken van een mix tussen contexten en concepten. Op dit moment zijn de grote opdrachten op een hoog abstractieniveau beschreven. In de bouwstenen zullen deze verder worden geconcretiseerd worden voor zowel po en vo. Daar is ruimte voor een sectorspecifieke invulling.

*Grote opdrachten zijn te vertalen naar en uit te werken in kennis en vaardigheden*

Bij het ontwikkelen van de bouwstenen zullen we de grote opdrachten samen met de beschreven vaardigheden en denkwijzen uit deel 1 als uitgangspunt hanteren. Door bouwstenen op te stellen vanuit de verschillende denkrichtingen kunnen we in de bouwstenen een mooie balans van kennis en (deel)vaardigheden creëren die past bij de verschillende bouwen.



## GROTE OPDRACHTEN

Grote opdracht 1: Communicatie en Informatieverwerking

### Relevantie

In onze moderne samenleving vindt communicatie overal om ons heen plaats en is informatie altijd beschikbaar. In de afgelopen twee eeuwen is de globalisering toegenomen door de enorme groei van technologische mogelijkheden op het gebied van communicatie.

Begrip over het eigen complexe informatieverwerkende systeem is nodig voor elke leerling om bewust om te gaan met signalen die van binnen en buiten het eigen lichaam komen, zoals trek in een vette hap, angst voor spinnen, agressie of stress.

Grote stappen vooruit in de wetenschap zijn regelmatig het gevolg geweest van nieuwe manieren om informatie te verkrijgen of verwerken, denk aan de rol van de telescoop in de sterrenkunde of van de microscoop in de biologie of de rekenkracht van computers in klimaatonderzoek.

### Inhoud van de opdracht

Deze grote opdracht geeft inhoud aan de technische en biologische aspecten van communicatie en informatieverwerking. Deze opdracht omvat de verschillende systemen voor communicatie, van de manieren waarop informatie van de zintuigen wordt omgezet in processen in het lichaam tot de technieken van communicatie in moderne technologie.

De grote opdracht omvat ook informatieverwerking en de aansturing die daaruit volgt. In het (menselijk) lichaam vindt die plaats door neuronen en hormonen; in moderne elektronica door stroom en spanning.

### Voorbeelden

Onderstaande voorbeelden zijn opgenomen om een idee te geven van de mogelijkheden van deze grote opdracht in de dagelijkse praktijk van het onderwijs. We stellen nadrukkelijk dat het voorbeeld in deze tekst, op dit moment in het proces, niet opgevat dient te worden als verplichtend.

PO. Leerlingen ervaren dat ze elkaar op afstand kunnen verstaan door te praten en luisteren in twee blikjes, met daartussen een gespannen touwtje.

VO. Leerlingen tonen aan dat wit licht bestaat uit kleuren door wit licht te laten breken door een prisma.

### Brede vaardigheden

Kritisch denken, Samenwerken, Sociale & culturele vaardigheden

### Samenhang met andere leergebieden

Dataverwerking wordt geboden door Rekenen en wiskunde; de betrouwbaarheid van (digitale) informatie wordt geboden door Digitale geletterdheid en Nederlands; de impact van (digitale) communicatie op de samenleving wordt geboden door Mens & Maatschappij en Burgerschap. In deze grote opdracht speelt de pijler technologie uit onze visie een belangrijke rol, dit komt in veel grote opdrachten van andere leergebieden ook naar voren.





## Grote opdracht 2: Wisselwerking en Energie

### Relevantie

Wisselwerking tussen deeltjes en voorwerpen zien we overal om ons heen. Daarbij speelt energie een grote rol. Energie komt voor in vele vormen en gaat nooit verloren. Toch 'verbruiken' wij als maatschappij veel energie. Dat vraagt van ons dat wij onze energiebronnen met maximaal rendement inzetten.

Wisselwerking via krachten bepaalt of en hoe voorwerpen bewegen. Een lange brug, een aardbevingsbestendig flatgebouw en een bionische arm: om deze technologische oplossingen goed te ontwerpen en bouwen is kennis nodig van krachten en hun uitwerkingen.

Waar haalt ons lichaam zijn energie vandaan? Met kennis over de energiehuishouding van het menselijk lichaam kunnen leerlingen bewuste keuzes maken over de balans tussen voeding en lichaamsbeweging.

### Inhoud van de opdracht

Deze grote opdracht geeft inhoud aan kracht, beweging en interactie op zowel op micro- als op macroniveau, bijvoorbeeld reactiviteit, effecten van krachten op beweging, werking van spierstelsels, (chemische) bindingen, energiebalans van de aarde en magnetisme. De grote opdracht geeft ook inhoud aan energie, energiebehoud en energieomzettingen.

### Voorbeelden

Onderstaande voorbeelden zijn opgenomen om een idee te geven van de mogelijkheden van deze grote opdracht in de dagelijkse praktijk van het onderwijs. We stellen nadrukkelijk dat het voorbeeld in deze tekst, op dit moment in het proces, niet opgevat dient te worden als verplichtend.

PO. Leerlingen ervaren dat er een relatie is tussen rek en kracht, door het maken van en schieten met een katapult.

VO. Leerlingen brengen een magnetische veld in kaart met behulp van ijzervijlsel

### Brede vaardigheden

Probleemoplossend denken, Kritisch denken, Ondernemend denken en handelen

### Samenhang met andere leergebieden

Met Bewegen & Sport is er overlap op het gebied van actieve en gezonde leefstijl. De kennis valt onder Mens & Natuur, het actief hiermee aan de slag gaan onder Bewegen & Sport.

In deze grote opdracht speelt de pijler duurzaamheid uit onze visie een belangrijke rol, dit komt in veel grote opdrachten van andere leergebieden ook naar voren.



## Grote opdracht 3: Kringlopen en Transport

### Relevantie

De mens heeft via kringlopen (cyclische processen) en transport (verplaatsing) interactie met zijn (leef)omgeving. De mens onttrekt, verplaatst en voegt stoffen toe aan bodem, water en atmosfeer. Zowel een overschot van als een tekort aan stoffen zorgt ervoor dat de balans in een kringloop verandert. Dit heeft gevolgen voor de mens en de natuur. Technologische ontwikkelingen dragen bij aan het minimaliseren van grondstofgebruik door hergebruik waarin grondstoffen hun waarde zoveel mogelijk behouden.

De leefstijl van de leerling heeft effect op transport en kringlopen in het eigen lichaam, zoals de bloedsomloop en de spijsvertering. Deze bepalen mede de gezondheid van de leerling.

De technologische mogelijkheden voldoen steeds beter in onze behoefte om spullen en mensen te vervoeren, maar leggen daarmee ook een steeds groter beslag op grondstoffen en ruimte.

### Inhoud van de opdracht

Deze grote opdracht geeft enerzijds inhoud aan de verscheidenheid aan kringlopen en het behoud van materie dat daarmee samengaat (o.a. koolstof- en waterkringloop, de citroenzuurcyclus of de gesteentekringloop). Anderzijds geeft deze grote opdracht inhoud aan transport (o.a. verkeersstromen, bloedsomloop, spijsverteringsstelsel en warmtestroming) en de technische aspecten die daarmee gepaard gaan.

Deze kringlopen en transporten kunnen zich afspelen op meerdere organisatie- en schaalniveaus

### Voorbeelden

Onderstaande voorbeelden zijn opgenomen om een idee te geven van de mogelijkheden van deze grote opdracht in de dagelijkse praktijk van het onderwijs. We stellen nadrukkelijk dat het voorbeeld in deze tekst, op dit moment in het proces, niet opgevat dient te worden als verplichtend.

PO. Leerlingen ervaren dat gft-afval na behandeling in een composthoop weer bruikbaar is als meststof in de tuin.

VO. Leerlingen ontwerpen bouwen en programmeren een lego-robot die blokjes verplaatst.

### Brede vaardigheden

Probleemoplossend denken, Oriëntatie op jezelf, je studie en loopbaan, Kritisch denken

### Samenhang met andere leergebieden

In deze grote opdracht speelt de pijler duurzaamheid uit onze visie een belangrijke rol, dit komt in veel grote opdrachten van andere leergebieden ook naar voren.



## Grote opdracht 4: Biodiversiteit en Genetica

### Relevantie

Om ons heen is er een grote verscheidenheid aan planten, dieren en micro-organismen en de ecosystemen die ze samen vormen. De instandhouding van die verscheidenheid aan vormen van leven en de bijbehorende genetische variatie is van grote waarde voor de natuur: zij brengt balans in groottes van populaties en vergroot de beschikbaarheid van natuurlijke bronnen. Biodiversiteit vergroot de gezondheid van ecosystemen en dus die van de mens.

De mens is ook deel van en heeft invloed op de biodiversiteit. De verschillende organismen binnen ecosystemen zijn op allerlei manieren relevant voor de mens: ze zuiveren drinkwater, leveren grondstoffen, voedsel en medicijnen. Acties van de mens kunnen de biodiversiteit zowel vergroten als verkleinen.

Technologische ontwikkelingen geven de mogelijkheid om ook de erfelijke achtergrond van de mens te bestuderen en zelfs te modificeren. Maar mag alles wat kan? Om deze vraag te kunnen beantwoorden zijn ethische afwegingen met betrekking tot onze gezondheid en die van andere organismen nodig.

### Inhoud van de opdracht

Deze grote opdracht geeft inhoud aan de manier waarop evolutie ervoor zorgt dat de verscheidenheid aan soorten levende wezens en soorten landschappen op elkaar aansluiten. Ook geeft het inhoud aan de soorten relaties tussen levende wezens binnen ecosystemen.

Dit hangt samen met voortplanting en reproductie, seksualiteit, hoe eigenschappen van generatie op generatie worden doorgegeven en dat wat de mens doet om dit te beïnvloeden.

### Voorbeelden

Onderstaande voorbeelden zijn opgenomen om een idee te geven van de mogelijkheden van deze grote opdracht in de dagelijkse praktijk van het onderwijs. We stellen nadrukkelijk dat het voorbeeld in deze tekst, op dit moment in het proces, niet opgevat dient te worden als verplichtend.

PO. Leerlingen leren de dieren die in hun omgeving voorkomen herkennen als amfibieën, vogels, reptielen, vissen of zoogdieren.

VO. Een leerling legt aan de hand van een diagram uit dat hij blauwe ogen heeft terwijl zijn ouders bruine ogen hebben.

### Brede vaardigheden

Kritisch denken, Sociale en culturele vaardigheden, Oriëntatie op jezelf

### Samenhang met andere leergebieden

Met Burgerschap is er overlap op het gebied van (seksuele) identiteit. De kennis valt onder Mens & Natuur het hiermee omgaan valt onder burgerschap.



## **Grote opdracht 5: Natuurlijke grondstoffen en materialen**

### **Relevantie**

De natuurlijke en gemaakte wereld is opgebouwd uit verschillende grondstoffen en materialen met specifieke eigenschappen. Door in te zoomen op het microniveau van stoffen krijgen we inzicht in de structuur die bepalend is voor de eigenschappen van die stoffen.

Technologische innovatie is onder andere gericht op het ontwikkelen van nieuwe stoffen en materialen omdat technologische toepassingen vragen om nieuwe materiaaleigenschappen en omdat natuurlijke grondstoffen uitgeput raken. Hiermee kunnen we voorzien in huidige en toekomstige behoeftes.

Ook de mens is opgebouwd uit stoffen en is daarom afhankelijk is van natuurlijke grondstoffen in de vorm van water en voedsel. De leerling maakt dagelijks keuzes over voeding die invloed hebben op zijn gezondheid.

### **Inhoud van de opdracht**

Deze grote opdracht geeft inhoud aan de bouw, het classificeren, de eigenschappen en het scheiden en mengen van stoffen en het omzetten van de ene stof in de andere. Daarnaast geeft de opdracht inhoud aan het winnen en verwerken van grondstoffen, en het kiezen, bewerken en gebruiken van materialen voor toepassingen.

### **Voorbeelden**

Onderstaande voorbeelden zijn opgenomen om een idee te geven van de mogelijkheden van deze grote opdracht in de dagelijkse praktijk van het onderwijs. We stellen nadrukkelijk dat het voorbeeld in deze tekst, op dit moment in het proces, niet opgevat dient te worden als verplichtend.

PO. Leerlingen ervaren dat water verdampt bij verwarming en verandert in ijs bij afkoeling.

VO. Leerlingen maken salmiak door ammoniak en zoutzuur te mengen..

### **Brede vaardigheden**

Probleemoplossend werken en praktisch handelen, Kritisch denken, Ondernemend denken en handelen

### **Samenhang met andere leergebieden**

In deze grote opdracht spelende pijlers technologie en duurzaamheid uit de visie een belangrijke rol, deze komen in veel grote opdrachten van andere leergebieden ook naar voren.



## **Grote opdracht 6: Aarde, Atmosfeer en Klimaat**

### **Relevantie**

De leerling ervaart dagelijks het weer en verwondert zich erover. De leerling kan het weer echter niet beïnvloeden, maar door (on)bewuste keuzes kan hij op de lange termijn wel invloed uitoefenen op het klimaat. Dat klimaat is een complex systeem waarbij de zon, aarde en atmosfeer met elkaar in verbinding staan.

Natuurverschijnselen (bijv. orkanen, aardbevingen en vulkaanuitbarstingen) zijn moeilijk voorspelbaar en niet te voorkomen. Mede daardoor zijn ze zowel fascinerend als gevaarlijk. De mens probeert grip te krijgen op de oorzaken en gevolgen van natuurverschijnselen. Met de bevindingen kunnen we technologische innovaties ontwikkelen die ons beschermen.

Tenslotte wordt ook de gezondheid van de leerling, direct en indirect, bepaald door kwaliteit van aardbodem, water en atmosfeer.

### **Inhoud van de opdracht**

Deze grote opdracht geeft inhoud aan het systeem aarde waarin, aardkorst, water, lucht en leven met elkaar in verbinding staan, bijvoorbeeld de opbouw van de aarde, het weer, invloeden op het klimaat en vegetatiezones.

### **Voorbeelden**

Onderstaande voorbeelden zijn opgenomen om een idee te geven van de mogelijkheden van deze grote opdracht in de dagelijkse praktijk van het onderwijs. We stellen nadrukkelijk dat het voorbeeld in deze tekst, op dit moment in het proces, niet opgevat dient te worden als verplichtend.

PO. Leerlingen ervaren het effect van erosievorming door water in een zandbak te gieten.

VO. Leerlingen presenteren het weerbericht voor deze dag volgend jaar op een gekozen locatie op aarde.

### **Brede vaardigheden**

Kritisch denken, Probleemoplossend denken en handelen, Communicatie

### **Samenhang met andere leergebieden**

Met Mens & Maatschappij zijn er raakvlakken op het gebied van de rol van de mens in zijn omgeving.

In deze grote opdracht speelt de pijler duurzaamheid uit de visie een belangrijke rol, dit komt in veel grote opdrachten van andere leergebieden ook naar voren.



## Grote opdracht 7: Heelal en Tijd

### Relevantie

Met verwondering kijkt de leerling naar de sterrenhemel. Hoe is de aarde ontstaan? Heeft het heelal grenzen? Is leven buiten de aarde mogelijk? Dit soort vragen houdt mensen bezig en liggen aan de basis van ons begrip van de werkelijkheid en onze plaats in het heelal.

Technologische vooruitgang stelt ons in staat om steeds meer te leren en ons beeld over het heelal bij te stellen. Het zonnestelsel is niet alleen iets dat zich buiten onze planeet bevindt, maar heeft ook invloed op onze indeling van tijd en de (cyclische) processen in de natuur.

### Inhoud van de opdracht

Deze grote opdracht geeft inhoud aan de geschiedenis, het heden en de toekomst van het heelal, ons denken daarover en onze plaats daarin, bijvoorbeeld de plek van de aarde in het zonnestelsel, de rol van zwaartekracht in de opbouw van het zonnestelsel, technologische ontwikkelingen in de ruimtevaart en de effecten van het zonnestelsel op de aarde in de vorm van de seizoenen, dag- en nachtritme en getijden.

### Voorbeelden

Onderstaande voorbeelden zijn opgenomen om een idee te geven van de mogelijkheden van deze grote opdracht in de dagelijkse praktijk van het onderwijs. We stellen nadrukkelijk dat het voorbeeld in deze tekst, op dit moment in het proces, niet opgevat dient te worden als verplichtend.

PO. Leerlingen ervaren dat de maan verschillende verschijningsvormen heeft. Ze leren dat dit veroorzaakt wordt door de steeds veranderende posities van de aarde en maan ten opzichte van elkaar en van de zon.

VO. Zonsverduistering: Leerlingen leggen uit hoe een zonsverduistering tot stand komt aan de hand van een zelfgebouwd model op schaal.

### Brede vaardigheden

Kritisch denken, Communiceren, Creatief denken en praktisch handelen

### Samenhang met andere leergebieden

In deze grote opdracht speelt de pijler technologie uit de visie een belangrijke rol, dit komt in veel grote opdrachten van andere leergebieden ook naar voren.



## CONSULTATIEVRAGEN

Ontwikkelteam Mens & Natuur vraagt uw feedback op de grote opdrachten. In de periode tot 14 november 2018 kunt u uw feedback geven via [www.curriculum.nu/feedback](http://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:

### Doelgroep algemeen

1. In hoeverre beschrijven Deel 1 en Deel 2 van dit document gezamenlijk de essentie van het leergebied? Geef aan op een schaal van 1-4 (1=onvoldoende, 2=matig, 3=voldoende, 4=goed). Licht uw antwoord toe.
2. In hoeverre vindt u het onderscheid tussen de vier manieren van beschrijven (contexten, concepten, vaardigheden en denkwijzen) relevant bij het ontwerpen van een nieuw curriculum? Geef een toelichting.
3. Van welke grote opdrachten zou de context aangescherpt kunnen worden? Noem in uw antwoord eerst de titel van de grote opdracht en licht uw antwoord toe.
4. Van welke grote opdrachten zou het concept aangescherpt kunnen worden? Noem in uw antwoord eerst de titel van de grote opdracht en licht uw antwoord toe.
5. Welke titels vindt u het best passen in de totale lijst? Reflecteer bij het geven van het antwoord op de samenhang tussen de grote opdrachten.
6. In welke mate geeft de complete lijst van grote opdrachten de reikwijdte van het leergebied voor po en vo goed weer?
7. Wat vindt u van de ambitie om technologie, gezondheid, duurzaamheid een plek te geven in elke grote opdracht in plaats van deze thema's een aparte grote opdracht te geven?
8. Ziet u technologie, gezondheid en duurzaamheid voldoende terug in de grote opdrachten? Geef aan op een schaal van 1-4 (1=onvoldoende, 2=matig, 3=voldoende, 4=goed). Licht uw antwoord toe.
9. In hoeverre zijn de grote opdrachten geschikt om uit te werken in bouwstenen voor de onderwijssector waarin u werkzaam bent? Geef aan op een schaal van 1-4 (1=onvoldoende, 2=matig, 3=voldoende, 4=goed). Licht uw antwoord toe vanuit uw onderwijssector.
10. Welke brede vaardigheden mogen volgens u beter vertegenwoordigd zijn binnen de grote opdrachten? Licht uw antwoord (eventueel specifiek per grote opdracht) toe.
11. Stelling: "Ik vind de thema's gezondheid, duurzaamheid en technologie belangrijk." Geef aan op een schaal van 1-4 (1=helemaal niet belangrijk, 2=niet zo belangrijk, 3=wel belangrijk, 4=heel belangrijk). Leg je antwoord uit.

**Doelgroep leerlingen en ouders**

12. In hoeverre vind je het thema "Communicatie en informatieverwerking" belangrijk en goed gekozen voor het leergebied Mens & Natuur? Geef aan op een schaal van 1-4 (1=helemaal niet belangrijk/goed gekozen, 2=niet zo belangrijk/goed gekozen, 3=wel belangrijk/goed gekozen, 4=heel belangrijk/goed gekozen). Leg je antwoord uit.
  
13. In hoeverre vind je het thema "Wisselwerking en energie" belangrijk en goed gekozen voor het leergebied Mens & Natuur? Geef aan op een schaal van 1-4 (1=helemaal niet belangrijk/goed gekozen, 2=niet zo belangrijk/goed gekozen, 3=wel belangrijk/goed gekozen, 4=heel belangrijk/goed gekozen). Leg je antwoord uit.
  
14. In hoeverre vind je het thema "Kringlopen en transport" belangrijk en goed gekozen voor het leergebied Mens & Natuur? Geef aan op een schaal van 1-4 (1=helemaal niet belangrijk/goed gekozen, 2=niet zo belangrijk/goed gekozen, 3=wel belangrijk/goed gekozen, 4=heel belangrijk/goed gekozen). Leg je antwoord uit.
  
15. In hoeverre vind je het thema "Biodiversiteit en genetica" belangrijk en goed gekozen voor het leergebied Mens & Natuur? Geef aan op een schaal van 1-4 (1=helemaal niet belangrijk/goed gekozen, 2=niet zo belangrijk/goed gekozen, 3=wel belangrijk/goed gekozen, 4=heel belangrijk/goed gekozen). Leg je antwoord uit.
  
16. In hoeverre vind je het thema "Natuurlijke grondstoffen en materialen" belangrijk en goed gekozen voor het leergebied Mens & Natuur? Geef aan op een schaal van 1-4 (1=helemaal niet belangrijk/goed gekozen, 2=niet zo belangrijk/goed gekozen, 3=wel belangrijk/goed gekozen, 4=heel belangrijk/goed gekozen). Leg je antwoord uit.
  
17. In hoeverre vind je het thema "Aarde, klimaat en atmosfeer" belangrijk en goed gekozen voor het leergebied Mens & Natuur? Geef aan op een schaal van 1-4 (1=helemaal niet belangrijk/goed gekozen, 2=niet zo belangrijk/goed gekozen, 3=wel belangrijk/goed gekozen, 4=heel belangrijk/goed gekozen). Leg je antwoord uit.
  
18. In hoeverre vind je het thema "Heelal en tijd" belangrijk en goed gekozen voor het leergebied Mens & Natuur? Geef aan op een schaal van 1-4 (1=helemaal niet belangrijk/goed gekozen, 2=niet zo belangrijk/goed gekozen, 3=wel belangrijk/goed gekozen, 4=heel belangrijk/goed gekozen). Leg je antwoord uit.





## BIJLAGE 1: BIJGESTELDE VISIE OP HET LEERGEBIED

### Relevantie van het leergebied

#### a) Maatschappelijke ontwikkelingen

Onze wereld is continu in beweging en verandert door nieuwe toepassingen onder invloed van kennis, onderzoek (wetenschap) en technologie. Deze veranderende en complexe wereld biedt ons veel mogelijkheden. Inventieve toepassingen van technologie in gebruiksvoorwerpen en de beschikbaarheid van grote hoeveelheden informatie en data hebben een grote invloed op de toekomstige invulling van beroepen. Tegelijkertijd roepen wereldwijde vraagstukken op het gebied van technologie, duurzaamheid en gezondheid, dringend om antwoorden. Deze drie thema's kunnen dan ook als belangrijke pijlers binnen het leergebied Mens & Natuur worden beschouwd.

Wat wetenschappelijke kennis is en wat mensen voelen is soms tegenstrijdig. Dit levert dilemma's op en maakt dat de afstand tussen wetenschap en ons dagelijks leven groter wordt. Om grip te kunnen krijgen op deze dilemma's is de dialoog over waarden en normen nodig. De mens dient zich bewust te zijn van de ethische en maatschappelijke impact van natuurwetenschap en technologie. Deze bewustwording kan helpen bij het maken van gefundeerde keuzes als het gaat om de enorme mogelijkheden die natuurwetenschap en technologie biedt en gaat bieden.

De mens is niet alleen afhankelijk van de aarde en zijn (bio)diversiteit, maar is er ook onderdeel van. Het onderscheid tussen de gemaakte en natuurlijke wereld is steeds moeilijker te maken. Er liggen veel mogelijkheden in de wisselwerking tussen wetenschappelijk onderzoek en het creatief gebruik van technologie. Technologische innovaties worden gedreven door wetenschappelijke ontdekkingen. Deze innovaties stimuleren en sturen op hun beurt weer wetenschappelijk onderzoek. Innovaties zijn dus onlosmakelijk verbonden met het leergebied Mens & Natuur. Het leergebied levert hiermee een bijdrage aan de instandhouding van het leven op aarde en de (kennis)economie.

#### b) Leerling

Elke leerling verkent zichzelf en de wereld vanuit verwondering, behoefte en nieuwsgierigheid. Dat willen wij in het onderwijs, en specifiek binnen het leergebied Mens & Natuur, koesteren, voeden en stimuleren. De wereld is een speel- en leerterrein. Dit geeft de leerling de mogelijkheid de complexiteit en samenhang ervan waar te nemen, te ervaren, te begrijpen en te waarderen.

De leerling verkent mogelijkheden om techniek en technologie in zijn omgeving in te kunnen zetten. Daarmee voldoet hij niet alleen aan eigen behoefte, maar ook aan die van anderen en de samenleving. Ook de urgentie vanuit maatschappelijke ontwikkelingen kan bijdragen aan motivatie voor het leren van de leerling. Het leergebied leent zich om een diversiteit aan contextrijke leeromgevingen op te zoeken, zowel binnen als buiten de school. Idealiter gebeurt dit in nauwe samenwerking met experts, organisaties en het bedrijfsleven in een betekenisvolle leeromgeving. Op deze manier doen leerlingen ervaringen op die aansluiten bij hun verwondering en behoefte. Daarnaast oriënteert de leerling zich op mogelijke beroepen binnen het leergebied.



### c) Onderwijs

Onderwijs binnen het leergebied Mens & Natuur is essentieel om te kunnen leven in en met de veranderende wereld. De leerling onderzoekt en ontwerpt de wereld en leert daarmee zowel de natuurlijke als gemaakte wereld te begrijpen, verklaren en waarderen. Hiervoor dienen leerlingen (brede) vaardigheden en kennis te ontwikkelen die handvatten bieden om positief-kritische, zelfstandige burgers en beroepsprofessionals te worden. Het leergebied draagt bij aan bewustwording van de plek van de leerling in deze wereld. Zo kan hij ontdekken wie hij is in relatie tot zijn eigen lichaam, de directe omgeving en daarbuiten. Doordat de leerling weet hoe kennis tot stand is gekomen kan hij (wetenschappelijke) informatie op waarde schatten. Hij kan feiten en fictie van elkaar scheiden en diepgang bereiken in een discussie, waar (natuur)wetenschappelijke informatie vaak te weinig op waarde wordt geschat. Hij houdt daarbij rekening met verschillende culturele contexten en (persoonlijke) waarden en normen.

### Essentie van het leergebied

De essentie van het leergebied Mens & Natuur bouwt voort op de hierboven beschreven relevantie. Binnen het leergebied zijn twee kenmerkende invalshoeken te onderscheiden. Bij beide invalshoeken staat het leren van de leerling in en over de natuurlijke en gemaakte wereld centraal (zie Figuur 1).

De eerste invalshoek sluit aan bij de verwondering en behoefte als drijfveer voor leerlingen. De leerlingen krijgen hierbij kenmerkende handvatten aangereikt vanuit de disciplines binnen het leergebied Mens & Natuur<sup>1</sup>. Hierdoor leren leerlingen natuurverschijnselen en technologieën kennen, begrijpen, verklaren, gebruiken en waarderen. Ze doen dit door te onderzoeken, te ontwerpen en modellen toe te passen. Op deze manier leren leerlingen de karakteristieke denk- en werkwijzen van wetenschappers en technologen kennen.

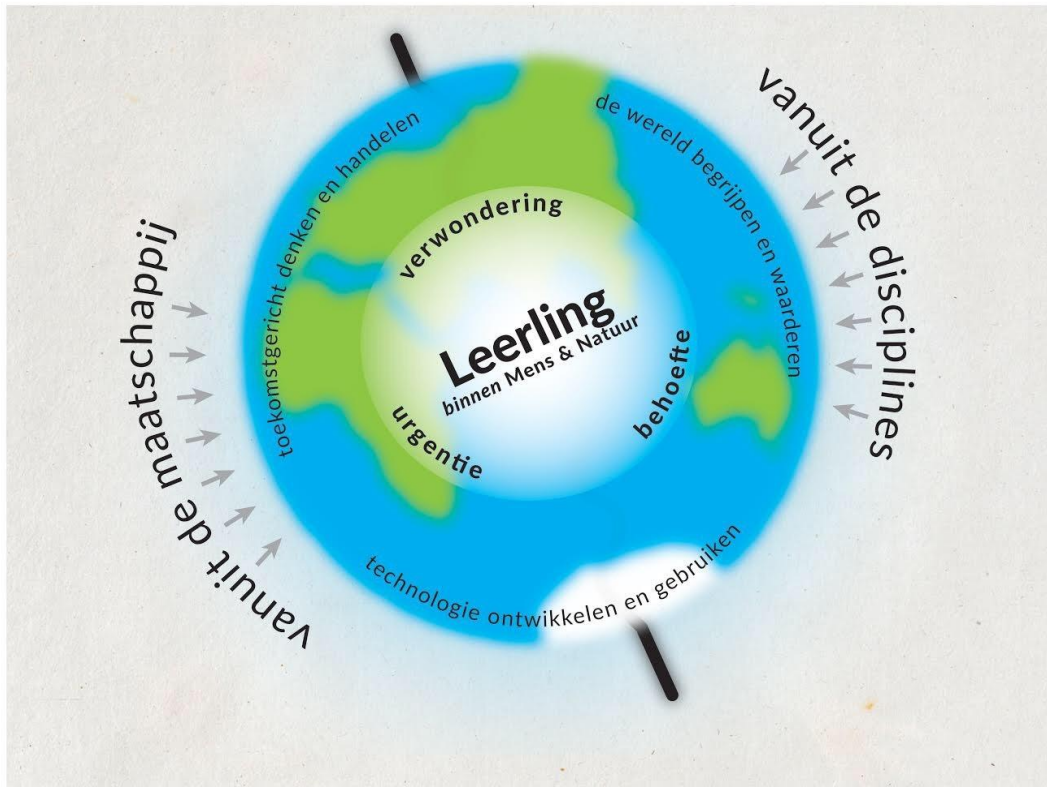
De tweede invalshoek sluit aan op de urgentie vanuit de maatschappij om toekomstgericht te denken en handelen. De leerlingen leveren een bijdrage aan maatschappelijke vraagstukken door het bedenken van creatieve oplossingen en het realiseren van technologische toepassingen. Bovendien krijgen ze inzicht in mogelijke beroepen en leren ze praktische toepassingen gebruiken.

Door deze twee invalshoeken in het onderwijs te combineren krijgt de essentie van het leergebied vorm. Enerzijds wordt de leerling aangesproken vanuit zijn verwondering en behoefte en anderzijds speelt het onderwijs in op dat wat er in het vakgebied én de maatschappij leeft. Samenvattend leert de leerling in het leergebied Mens & Natuur:

- de wereld begrijpen en waarderen;
- technologie ontwikkelen en gebruiken;
- toekomstgericht denken én handelen.

---

<sup>1</sup> De disciplines binnen het leergebied zijn aardrijkskunde, biologie, natuurkunde, scheikunde, techniek, de schoolvakken die hieruit zijn voortgevloeid en in de toekomst zullen voortvloeien.



Figuur 1. Essentie van leergebied Mens & Natuur (©Ontwikkelteam Mens & Natuur).

### Positie van het leergebied

In het primair onderwijs wordt de basis van (brede) vaardigheden en kennis gelegd. Daarbij ligt het accent op het ontwikkelen van (brede) vaardigheden. Binnen het leergebied Mens & Natuur zijn vaardigheden een brug tussen primair en voortgezet onderwijs. Leerlingen leren de wereld om hen heen steeds beter begrijpen door middel van verwondering en behoefte. Zij doen kennis op door ervaringen en het stellen van vragen passend bij hun ontwikkelfase en behoefte. In de onderbouw van het voortgezet onderwijs wordt naast de brede vaardigheden verdieping aangebracht in vaardigheden als onderzoeken, ontwerpen en modelmatig denken. Modellen spelen een belangrijke rol bij het doelmatig kunnen bestuderen van de complexe wereld. Hierbij is aandacht voor de kennisbasis vanuit de specifieke disciplines binnen het leergebied. In de bovenbouw van het voortgezet onderwijs wordt juist vanuit vakspecifieke vaardigheden en kennis een bijdrage geleverd aan de oplossingen van actuele vraagstukken. De natuurlijke en gemaakte wereld biedt een rijke context en veel mogelijkheden.

De doorlopende leerlijn in het leergebied Mens & Natuur wordt vormgegeven aan de hand van groeirichtingen. We noemen dit groeirichtingen, omdat een richting geen einde heeft. De verschillende groeirichtingen zullen middels de grote opdrachten (ontwikkel sessie 2 en 3) en bouwstenen (ontwikkel sessie 4 en 5) vormgegeven worden, zodat een heldere leerlijn zichtbaar wordt vanaf begin van het primair onderwijs tot het eind van het voortgezet onderwijs. Groeirichtingen maken mogelijk dat een leerling zich blijft ontwikkelen op zijn niveau, zelfs als hij bepaalde vaardigheden en kennis al heeft verworven.



## BIJLAGE 2: BEGRIPPENLIJST

Concept: Belangrijk vakinhoudelijk begrip dat op een hoog abstractieniveau is geformuleerd.

Kernconcept: Een belangrijk verbindend concept binnen een leergebied.

Context: Betekenisvolle leeromgeving: letterlijk de plaats waar geleerd wordt maar ook de situatie waarin leerlingen leren (dit kunnen denkbeeldige situaties, gebeurtenissen, problemen, maatschappelijke vraagstukken, etc. zijn).

Denkwijze: Manier van denken die belangrijk is binnen een vakgebied, schoolvak of leergebied.

Grote opdracht De essentie van het leergebied, beschreven vanuit contexten en concepten.

Leergebied: De overheid heeft negen leergebieden vastgesteld als vertrekpunt voor de curriculumherziening van zowel het po als het vo.

Samenhang: Beschrijving van gemeenschappelijkheid, inzichtelijk maken van aspecten die elkaar versterken of aanvullen.

Vaardigheid: Activiteiten of gedrag. Dit zijn bijvoorbeeld praktische vaardigheden als kaartlezen, meten of grafieken maken, maar ook vaardigheden als redeneren of ontwerpen.

Vakbegrip: Binnen een schoolvak gebruikt begrip.

Vakconcepten: Zie concepten

Vakinhoud: Leerstofeenheden (kennis, vaardigheid of een combinatie) die behoren tot een schoolvak.

Visie: De visie geeft aan wat het leergebied bijdraagt aan- en wat belangrijk is voor leerlingen in het primair en voortgezet onderwijs met oog op hun leren, werken en leven in de toekomstige samenleving.



### BIJLAGE 3: BRONNENLIJST

Ottevanger, W. et al. (2014) Kennisbasis natuurwetenschappen en technologie voor de onderbouw vo. <http://downloads.slo.nl/Repository/kennisbasis-natuurwetenschappen-en-technologie-voor-de-onderbouw-vo.pdf> SLO, Enschede.

Next Generation Science Standards (2013) - Crosscutting concepts. <http://www.nextgenscience.org/sites/default/files/Appendix%20G%20-%20Crosscutting%20Concepts%20FINAL%20edited%204.10.13.pdf> NGSS, USA.

Graft, M. van , Klein Tank, M., & Beker, Th. (2016) Wetenschap & technologie in het basis- en speciaal onderwijs <http://downloads.slo.nl/Repository/wetenschap-en-technologie-in-het-basis-en-speciaal-onderwijs.pdf> SLO, Enschede.

Ministerie Onderwijs, Cultuur & Wetenschappen (2006). Kerndoelen Primair onderwijs <https://www.rijksoverheid.nl/documenten/rapporten/2006/04/28/kerndoelenboekje>

Boersma, K. Th. (1997). Systeemdenken en zelfsturing in het biologie-onderwijs. Oratie uitgesproken op 26 november 1997. Centrum voor Didactiek van Wiskunde en Natuurwetenschappen, Universiteit Utrecht.

Spek, W. & Rodenboog, M. (2011). Natuurwetenschappelijke vaardigheden onderbouw havo-vwo. SLO, Enschede.

National Research Council. (2012). A framework for K-12 science education: Practices, crosscutting concepts, and core ideas. Washington D.C.: National Academies Press. <http://www.nextgenscience.org/>

OECD (2017). PISA 2015 Assessment and Analytical Framework: Science, Reading, Mathematic, Financial Literacy and Collaborative Problem Solving, PISA, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/9789264281820-en>.

National Council for the Social Studies (2010). National Curriculum Standards for Social Studies: A Framework for Teaching, Learning, and Assessment. <https://www.socialstudies.org/standards/curriculum>

Bruning, L. & Michels, B. (2013) Concept-contextvenster. Zicht op de wisselwerking tussen concepten en contexten in het bèta-onderwijs. SLO, Enschede. (<http://www.slo.nl/downloads/2013/concept-contextvenster.pdf/>)

Harlen, W. (Ed.). (2010). Principles and big ideas of science education. Association for Science Education.

Australian Curriculum, Assessment and Reporting Authority (n.d.). Key ideas Australian Curriculum.: <https://www.australiancurriculum.edu.au/f-10-curriculum/science/key-ideas/>



Boersma, K. T., Bulte, A. M. W., Krüger, J., Pieters, M., & Seller, F. (2010). Samenhang in het natuurwetenschappelijk onderwijs voor havo en vwo. Universiteit Utrecht, Utrecht.

Warren, A., Archambault, L., & Foley, R. W. (2014). Sustainability Education Framework for Teachers: Developing sustainability literacy through futures, values, systems, and strategic thinking. *Journal of Sustainability Education*, 6(4), 23-28.

International Technology Education Association. (2000). Standards for technological literacy: Content for the study of technology. <https://www.iteea.org/42511.aspx> ITEEA, Reston, USA.

Boersma, K.Th., Graft, M. van, Harteveld, A., Hullu, E. de, Knecht-van Eekelen, A. de, Mazereeuw, M., Oever, L. van den, & Zande, P.A.M. van der. (2007). *Leerlijn Biologie van 4 tot 18 jaar*. Utrecht: CVBO.

Nationale kenniscoalitie (2015). De nationale wetenschapsagenda. <https://wetenschapsagenda.nl/>

Hotze, A. (2018). Lectorale rede: Wetenschap en technologie in het basisonderwijs. <https://www.ipabo.nl/upload/publicaties/Ass%20Lectoraat%20W&T/Lectorale%20rede%20WT.pdf> iPabo, Alkmaar.

Institute of Physics (2018). Overview of big ideas and detailed content for IOP framework. UK.

Government of British Columbia (2018). BC's New curriculum for K-10. <https://curriculum.gov.bc.ca/>

G. van Dijk e.a. (2017). *Technologie in de leergebied Verkenning techniek en technologie*. Den Haag: curriculum.nu.

College voor Toetsen en Examens (n.d.) Examenprogramma's aardrijkskunde, biologie, nask, natuurkunde en scheikunde (vmbo, havo en vwo) <http://www.examenblad.nl> ( ):