



VIERDE TUSSENPRODUCT ONTWIKKELTEAM MENS EN NATUUR

Voorliggend tussenproduct is het vierde tussenproduct van het ontwikkelteam Mens & Natuur, opgesteld tijdens de vierde sessie in december 2018. Het betreft een verdere uitwerking van het ontwikkelkader en de bijgestelde grote opdrachten. Het team heeft dit opgesteld op basis van de ontvangen feedback. In het consultatieverslag (dit vindt u op onze website) licht het ontwikkelteam toe welke keuzes zij hierbij hebben gemaakt.

Ontwikkelteam Mens & Natuur heeft ervoor gekozen eerst het ontwikkelkader uit te werken en in dit tussenproduct geen bouwstenen op te nemen. Op basis van dit tussenproduct en consultatiebijeenkomsten in januari, zal het team in de komende weken en tijdens de volgende sessie in februari verder werken aan bouwstenen.

Het ontwikkelkader is een ordening waarin de essenties van het leergebied op verschillende manieren worden beschreven (werkwijzen, denkwijzen, concepten en contexten).

Grote opdrachten beschrijven de essentie van het leergebied met behulp van contexten en concepten.

Bouwstenen beschrijven de benodigde kennis en vaardigheden. De bouwstenen vormen uiteindelijk, samen met de visie en de grote opdrachten, input voor de herziening van de kerndoelen en eindtermen.

In dit tussenproduct vindt u:

- Ontwikkelkader: werkwijzen, denkwijzen, concepten en contexten (p. 3)
 - Deel 1: Vaardigheden
 - Deel 2: Kennis (pijlers en grote opdrachten)
- Vervolg richting bouwstenen (p. 20)
- Bijlage 1: Totstandkoming ontwikkelkader (p. 21)
- Bijlage 2: Brede vaardigheden (p. 23)
- Bijlage 3: Wetenschap (p. 26)
- Bijlage 4: Bronnenlijst (p. 27)

Ontwikkelteam Mens & Natuur heeft ook de visie op het leergebied weer aangescherpt. Deze vindt u op onze website: <https://curriculum.nu/mens-natuur>

Over Curriculum.nu

Het is belangrijk dat de inhoud van het onderwijs tegemoet komt aan de eisen die nu en in de toekomst gesteld worden aan mensen. Curriculum.nu gaat over de actualisatie van het curriculum, waarin is vastgelegd wat leerlingen moeten kennen en kunnen. Teams van leraren en schoolleiders ontwikkelen samen bouwstenen als basis voor de herziening van de kerndoelen in het primair onderwijs en de onderbouw van het voortgezet onderwijs. Daarnaast doen zij aanbevelingen voor de bovenbouw in het voortgezet onderwijs. De curriculumherziening biedt kansen om te zorgen voor doorlopende leerlijnen van primair naar voortgezet onderwijs en van voortgezet onderwijs naar vervolgonderwijs. De bouwstenen bevatten een aanzet daartoe. De curriculumherziening wil daarnaast de



samenhang in het onderwijs bevorderen, de overladenheid terugdringen en een betere balans brengen in de hoofdoelen van het onderwijs: kwalificatie, socialisatie en persoonlijke vorming. Kijk voor meer informatie op www.curriculum.nu.



ONTWIKKELKADER

De feedback heeft geresulteerd in aanscherping van het ontwikkelkader, de vaardigheden en de grote opdrachten. Daarnaast zijn de overkoepelende pijlers uitgewerkt en is benoemd welke rol deze gaan vervullen bij de verdere uitwerking.

In de consultatiefase werd merendeels positief gereageerd op de beschreven relevantie van de grote opdrachten, op de samenhang die tussen disciplines uit het leergebied wordt gezocht en op de vier manieren van beschrijven. Deze vier manieren van beschrijven zijn met het ontwikkelteam Mens & Maatschappij ontwikkeld en als uitgangspunten genomen voor de verdere uitwerking :

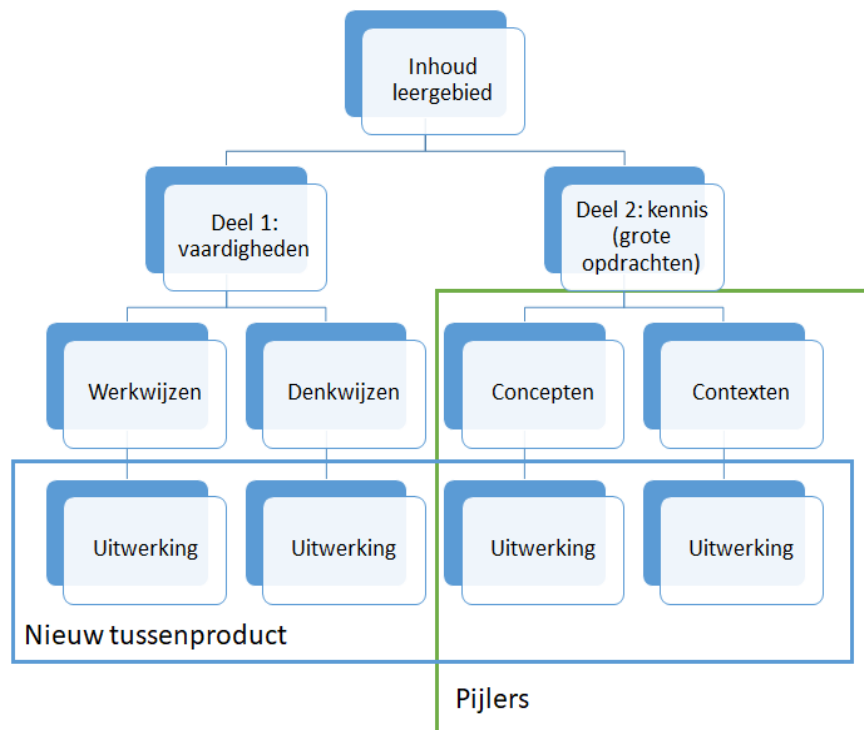
Werkwijzen: voor het leergebied kenmerkende handelingen en activiteiten.

Denkwijzen: manieren van kijken, ordenen en/of redeneren.

Concepten: de (abstracte) kernbegrippen van het leergebied (principes, beginselen, theorieën, ideeën, beelden, wetten, structuren, ordeningen of systemen) die een kader vormen voor de kennisopbouw in het leergebied.

Contexten: (maatschappelijke) vraagstukken, ontwikkelingen of verschijnselen.

De pijlers worden als richtinggevend criterium gebruikt om binnen het ontwikkelkader keuzes te maken voor de contexten en concepten. In de figuur hieronder is het ontwikkelkader weergegeven dat nader uitgewerkt wordt in dit tussenproduct.





Het ontwikkelkader bestaat uit twee delen. In deel 1 worden de vaardigheden uitgewerkt in karakteristieke werk- en denkwijzen van het leergebied:

Werkwijzen

- Onderzoeken
- Ontwerpen
- Modelgebruik en -ontwerp
- Praktisch handelen
- Waarderen en oordelen

Denkwijzen

- Patronen en ordening
- Schaal, verhouding, hoeveelheid
- Systemen
- Stabiliteit en verandering
- Structuur en functie, vorm en functie, doel en middel
- Oorzaak en gevolgrelaties
- Risico's, veiligheid

In deel 2 worden de pijlers en grote opdrachten beschreven:

Pijlers

- Gezondheid
- Duurzaamheid
- Technologie
- Wetenschap

Grote opdrachten:

MNGO1	Signalen en informatie
MNGO2	Wisselwerking en energie
MNGO3	Kringlopen en transport
MNGO4	(Bio)diversiteit en overleven
MNGO5	Natuurlijke grondstoffen en materialen
MNGO6	Aarde en Klimaat
MNGO7	Heelal en tijd

Deel 1: Vaardigheden

In dit document wordt onderscheid gemaakt tussen drie typen vaardigheden die sterk met elkaar samenhangen: brede (algemene) vaardigheden die voor alle leergebieden gelden, de vaardigheden die een centrale plek innemen in het leergebied Mens & Natuur en ondersteunende vaardigheden. De vaardigheden die een centrale plek innemen binnen het leergebied worden hieronder nader uitgewerkt in de zogenaamde werk- en denkwijzen van het leergebied. De brede vaardigheden zijn te vinden in bijlage 3. In het leergebied Mens & Natuur worden de vaardigheden onderverdeeld in enerzijds werkwijzen en anderzijds denkwijzen. Deze werk- en denkwijzen worden onder andere gebruikt door technici, ingenieurs en natuurwetenschappers. Werk- en denkwijzen liggen in elkaars verlengde.



Werkwijzen hebben betrekking op concreet handelen, denkwijzen gaan over manieren waarmee situaties geanalyseerd kunnen worden. Leerlingen leren werkwijzen en denkwijzen niet in een vaste volgorde. Door het oefenen van werkwijzen en 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 werkwijzen, waardoor deze verder kunnen ontwikkelen.

Werkwijzen

Een werkwijze is een voor het leergebied Mens & Natuur kenmerkende handeling of activiteit. Hieronder zijn vijf centrale werkwijzen uitgewerkt. Hierin wordt een aantal voorbeelden genoemd, zonder dat hiermee volledigheid nagestreefd wordt. Leerlingen ontwikkelen deze werkwijzen in de loop van de tijd, in wisselwerking met de later beschreven denkwijzen.

Onderzoeken

Door onderzoek te doen, leert iemand de wereld om zich heen steeds beter te begrijpen. Onderzoek richt zich op het zoeken naar verbanden en het 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. Hierbij zijn vaak (meet)instrumenten, gereedschappen en materialen nodig. Leerlingen kunnen bijvoorbeeld onderzoek doen naar het verband tussen de waterkwaliteit van een sloot en de organismen die er in leven.

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 en evalueren. Hierbij wordt gebruik gemaakt van verschillende materialen, gereedschappen en technieken. Bij het ontwikkelen van bouwstenen wordt voor ontwerpen naar samenhang met andere leergebieden gezocht. In het leergebied Digitale geletterdheid wordt nader uitgewerkt hoe digitale technologieën ingezet kunnen worden bij ontwerp- en maakprocessen (DG05). Uit het leergebied Kunst & Cultuur kan het denken en maken vanuit creatief-artistiek vermogen (KC01) gebruikt worden bij divergent denken tijdens het ontwerpproces.

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 een model en de complexe werkelijkheid. Bij het ontwikkelen van bouwstenen wordt hierin naar samenhang met andere leergebieden gezocht. In het leergebied Rekenen & Wiskunde wordt ingegaan op hoe (digitale) modellen tot stand komen (RW06). Uit het leergebied Kunst & Cultuur kan het denken en maken vanuit creatief-artistiek vermogen (KC01) gebruikt worden bij het ontwerpen van modellen.

Praktisch handelen

Het gaat hierbij om de handvaardigheden, technische vaardigheden en praktische vaardigheden die nodig zijn om een model te kunnen maken, een ontwerp te ontwikkelen of een onderzoek uit te voeren. Het zijn vaardigheden die een leerling inzet om concrete doelen te bereiken. De leerling gebruikt hierbij instrumenten, apparatuur of materialen en maakt hierbij keuzes, denk hierbij bijvoorbeeld aan een schroevendraaier, een 3D-printer of hout. In het leergebied Kunst & Cultuur worden ook verschillende handvaardigheden en technische vaardigheden uitgewerkt (KC03). Indien mogelijk wordt hierin naar samenhang gezocht.

Waarderen en oordelen

Bij waardegericht handelen gaat het om het geven van een beargumenteerd oordeel over een situatie in de natuur of een technologische toepassing en het van daaruit handelen. Hierbij wordt onderscheid gemaakt tussen enerzijds het herkennen van (wetenschappelijk) onderbouwde argumenten, normatieve overwegingen vanuit de maatschappij en persoonlijke opvattingen en anderzijds het maken van een eigen afweging daarin. Dit laatste draagt bij aan het omgaan met ethische dilemma's. Waardegericht kunnen handelen is nodig om op een verantwoorde wijze natuurwetenschappelijke handelingen uit te voeren en ondersteunt de ontwikkeling van waarden en normen van leerlingen. Denk hierbij bijvoorbeeld aan waardegerichte afwegingen bij de beslissing om dieren wel of niet bij te voeren in de Oostvaardersplassen. Bij het ontwikkelen van bouwstenen wordt naar samenhang gezocht met andere leergebieden. In het leergebied burgerschap gaat het dan om innovatie vraagt om reflectie (BU7) en verantwoordelijk voor je leeromgeving (BU10). In het leergebied Mens & Maatschappij gaat het om waarden, idealen en rechtvaardigheid (MM05).

Ondersteunende vaardigheden

Een aantal relevante vaardigheden voor het leergebied Mens & Natuur zijn of worden uitgewerkt in grote opdrachten en bouwstenen van andere leergebieden. Deze worden hier verder niet uitgewerkt. Het betreft:

- Informatievaardigheden (uitgewerkt bij Digitale Geletterdheid (DG03) en Nederlands (NL05))
- Redeneren en argumenteren (uitgewerkt bij Nederlands, NL02)



- Rekenen en wiskundige vaardigheden (uitgewerkt bij Rekenen & Wiskunde, RW01 t/m RW06 en Digitale geletterdheid, DG03)

Denkwijzen

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

Denkwijzen zijn manieren om naar de wereld om je heen te kijken, daar ordening in aan te brengen en daarover vragen te stellen. Door het toepassen van denkwijzen wordt een interpretatie toegevoegd aan ervaringen: er wordt een verband gelegd dat voor het blote oog niet zichtbaar is maar wel kan helpen om de werkelijkheid te doorgronden. Het toepassen van denkwijzen helpt bij het zoeken naar verklaringen.

Patronen en ordening

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. Leerlingen kunnen bijvoorbeeld dieren indelen op basis van hun kenmerken of herkennen de ordening van atomen in het periodiek systeem. Deze ordening en classificatie nodigt uit tot het onderzoeken van verbanden.

Schaal, verhouding, hoeveelheid

In het leergebied Mens & Natuur is het belangrijk om aan te duiden op welk schaalniveau gewerkt wordt, zowel qua schaalgrootte als qua tijdsperiode. Bij schaalgrootte kan gedacht worden aan atomen, moleculen, cellen, organen, organismen, ecosystemen, aarde, zonnestelsel en melkwegstelsels. En wat betreft tijd kan gedacht worden aan nanoseconden, aan millennia en nog langere tijdsperiodes. Heel veel verschijnselen zijn veel te klein of te snel, of veel te groot of te traag om waar te kunnen nemen. Daarom zijn methodes nodig die rekening houden met het schaalniveau. Hierbij worden meetinstrumenten gebruikt met grootheden die passen bij de schaal waarop het verschijnsel meetbaar is. Ook binnen (complexe) technologische toepassingen zijn vaak verschillende schaalniveaus aan te wijzen, bijvoorbeeld een microcomputer die een complete robot aanstuurt.

Systemen

In het leergebied Mens & Natuur wordt onderscheid gemaakt tussen verschillende systemen om de complexe werkelijkheid te begrijpen. Een systeem bestaat uit een groep verwante objecten en onderdelen die samen een geheel vormen, zoals het menselijk lichaam of een CV-installatie. Om een systeem te bestuderen worden de grenzen van een systeem gespecificeerd en modellen gekozen die expliciet aansluiten bij de kenmerken van het systeem. Onderscheid wordt gemaakt tussen processen in het systeem en de wisselwerking tussen het systeem en de buitenwereld.



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.

Structuur en functie, vorm en functie, doel en middel

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 kunnen worden verklaard door de functie. 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.

Oorzaak en gevolgrelaties

Aan de hand van oorzaak en 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 broeikas effect.

Risico's en veiligheid

Afwegingen maken ten aanzien van risico's en veiligheid helpt consequenties van eigen en andermans handelen in te zien en om verantwoordelijkheden te kunnen en durven nemen. Het is een specifieke uitwerking van denken in oorzaak en gevolgrelaties, die bijvoorbeeld helpt bij het goed doordenken van een ontwerp- of onderzoeksproces of product. Het gaat om het inschatten van risico's. Denk bijvoorbeeld het effect van een bepaald dieet op je gezondheid, zowel op korte als op lange termijn. Het gaat om risico's die gevolgen kunnen hebben voor een individu zelf of hun omgeving. 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. Deze denkwijze heeft samenhang met de denkwijze consequenties en verantwoordelijkheden in het leergebied Mens & Maatschappij.



Deel 2: Kennis (pijlers en grote opdrachten)

Zoals beschreven in de visie zijn gezondheid, duurzaamheid, technologie en wetenschap belangrijke pijlers van het leergebied Mens & Natuur. Deze pijlers zijn van dermate groot belang dat ze als leidraad zijn genomen bij het formuleren van de relevantie van de grote opdrachten. De pijlers worden bovendien als richtinggevend criterium gebruikt om binnen het ontwikkelkader keuzes te maken voor de concepten en contexten. De pijlers hebben een toekomstgericht en -bestendig karakter en hangen ook in grote mate met elkaar samen. We beschrijven hieronder de vier pijlers en hun betekenis in het leergebied Mens & Natuur.

Pijler 1: Gezondheid

Waarom is dit een pijler?

Leerlingen hebben vaak veel vragen over hun eigen gezondheid en die van mensen in hun omgeving. Ook willen ze graag weten hoe je gezond blijft en hoe een ziek lichaam weer gezond kan worden. Door met deze vragen aan de slag te gaan, leren leerlingen regie te voeren over hun eigen gezondheid en lichaam. Deze pijler draagt onder andere bij aan een begrippenkader dat helpt om deze uitdagingen op het gebied van gezond zijn en gezond blijven te begrijpen.

Gezondheid is voor iedereen belangrijk, in het kader van de fysieke, emotionele en sociale uitdagingen van het leven. Ieder mens leeft in een wereld vol verleidingen. Altijd zijn er andere mensen, die, direct of indirect, hun keuzes beïnvloeden. Kennis over gezondheid helpt de leerling bij het maken van gefundeerde keuzes, die bijdragen aan het welzijn, nu en in de toekomst.

Rond gezondheid spelen veel ethische dilemma's: in hoeverre mag ingegrepen worden in het lichaam om iemands gezondheid te verbeteren? Een gedegen kennisbasis helpt om een afgewogen standpunt in te kunnen nemen.

Wat houdt de pijler in (afbakening)?

Met de pijler gezondheid bedoelen we de gezondheid van het individu en die van andere mensen. We denken hierbij aan de volgende factoren die hierop van invloed zijn: voeding, sociaal-emotionele ontwikkeling, relaties tussen mensen, actieve leefstijl, persoonlijke verzorging en hygiëne, fysieke veiligheid en ziekten. Waar mogelijk wordt een verband gelegd met technologieën om gezondheid in stand te houden en te verbeteren.

Pijler 2: Duurzaamheid

Waarom is dit een pijler?

Leerlingen zien de wereld om zich heen veranderen. Ze kunnen en willen een bijdrage leveren om de wereld leefbaar te houden. Het wereldwijde duurzaamheidsvraagstuk vraagt dringend om antwoorden. De mens is niet alleen afhankelijk van de aarde en zijn (bio)diversiteit, maar is hij er ook onderdeel van en verantwoordelijk voor. De kennis over onder andere natuurlijke grondstoffen, materialen, klimaat, kringlopen en energie is essentieel om ook op lange termijn te kunnen overleven op aarde. Leerlingen kunnen deze kennis gebruiken om bewuste keuzes te maken om wel of niet duurzaam te handelen.



Hierbij leren zij ook om vanuit hun waarden en normen te redeneren en om waardeoordelen over duurzaamheidsoplossingen te geven.

Wat houdt de pijler in? (afbakening)

Met de pijler duurzaamheid wordt aangesloten bij een veel gebruikte definitie voor duurzame ontwikkeling: *“Duurzame ontwikkeling is ontwikkeling die aansluit op de behoeften van het heden zonder het vermogen van toekomstige generaties om in hun eigen behoeften te voorzien in gevaar te brengen.”* (Brundtland, 1987). In het leergebied Mens & Natuur gaat het hierbij specifiek om de invloed die de mens heeft of kan hebben op het leefmilieu en de natuur. Deze invloed kan zowel positief als negatief zijn. Ook technologie (gebruik en ontwikkeling) kan hierin een rol spelen.

Pijler 3: Technologie

Waarom is dit een pijler?

Leerlingen maken iedere dag gebruik van technologie en vervullen hiermee allerlei grote en kleine dagelijkse behoeftes. Regelmatig worden er nieuwe technologieën ontwikkeld. Dit roept vragen op over wat er nu kan en wellicht in de toekomst mogelijk kan zijn.

De urgentie van veel maatschappelijke vraagstukken vraagt om innovatieve en creatieve oplossingen. Vaak worden voor deze oplossingen technologische toepassingen gebruikt. Hierdoor heeft technologie grote invloed op de wereld om ons heen en daarmee op ons dagelijks leven, zoals robotica in huizen. Bovendien is technologie van invloed op huidige en toekomstige beroepen.

Tussen wetenschappelijk onderzoek en de ontwikkeling van technologie is een constante wisselwerking. Technologische ontwikkelingen worden gedreven door wetenschappelijke ontdekkingen en andersom. De steeds bredere inzet van technologie vraagt om ethische overwegingen. Ook is het relevant om te doorgronden of een bepaalde technologische oplossing de beste oplossing vormt voor een bepaald probleem. Tenslotte is het van belang dat leerlingen inzicht krijgen in hoe om te gaan met technologie om ons heen en de afhankelijkheid van technologie.

Wat houdt de pijler in (afbakening)?

Met de pijler technologie bedoelen we de aanwezigheid, de effecten en de mogelijkheden van technologie voor de leerling en in de maatschappij. Hierbij maken leerlingen ook kennis met de aard van technologie (*nature of technology*). Technologie omvat ontwikkelingen en innovaties vanuit verschillende disciplines. Met deze pijler wordt niet de discipline (en het schoolvak) techniek bedoeld.

Pijler 4: Wetenschap

Waarom is dit een pijler?

Vanuit verwondering en nieuwsgierigheid zijn leerlingen zelf actief bezig om antwoorden te vinden op hun vragen over de wereld om hen heen. Hierdoor maken zij kennis met de aard van de natuurwetenschappen (*nature of science*). Leerlingen observeren, verzamelen op gestructureerde wijze onderzoeksgegevens, interpreteren deze gegevens en trekken conclusies. Hiermee kunnen leerlingen de wereld om hen heen beter begrijpen en



waarderen. Dit kan nieuwe verwondering oproepen. Dit hele proces stimuleert de creativiteit en verbeeldingskracht van de leerlingen.

Wetenschap speelt een belangrijke rol in de samenleving. Vanuit de wetenschap wordt beoogd om op een systematische manier kennis te ontwikkelen. Doordat leerlingen de rol van wetenschap bij de totstandkoming van kennis begrijpen, kunnen zij (wetenschappelijke) informatie op waarde schatten en feiten en fictie beter van elkaar scheiden. Bewustzijn van het proces van wetenschap is dan ook belangrijk voor alle leerlingen, stimuleert het kritisch denken en ondersteunt leerlingen in het verwerven van de argumenten in (maatschappelijke) discussies. Bovendien is het belangrijk dat leerlingen zich ervan bewust zijn dat wetenschappelijke kennis in de toekomst kan veranderen door nieuwe inzichten op basis van onderzoek.

Wat houdt de pijler in? (afbakening)

Met de pijler wetenschap wordt de kennis bedoeld die volgens de natuurwetenschappelijke methode is vergaard, de manier waarop deze kennis geïnterpreteerd wordt en het systeem waarbinnen men de kennis kan blijven ontwikkelen. Belangrijke elementen met betrekking tot de aard van de wetenschap zijn te vinden in bijlage 3.



Grote opdrachten

De grote opdrachten zijn tot stand gekomen op basis van de visie op het leergebied (deze vindt u op de website <https://curriculum.nu/mens-natuur>) De vier pijlers (gezondheid, duurzaamheid, technologie en wetenschap) zijn als uitgangspunt gebruikt om de relevantie van de grote opdrachten te beschrijven. Zowel de relevantie voor leerlingen als voor de maatschappij wordt beschreven. Er is gezocht naar de concepten en contexten die leiden tot verwondering bij de leerlingen, inspelen op de behoeften van leerlingen, maar ook urgent geacht worden vanuit de maatschappij. In de inhoud van de grote opdrachten worden concepten en contexten beschreven die bij de betreffende grote opdracht passen. Concepten en contexten lopensoms in elkaar over. Toch is het onderscheid tussen beide invalshoeken relevant omdat het duidelijk maakt dat er binnen het leergebied zowel aandacht is voor ontwikkeling van algemene conceptuele kennis als voor meer situationele kennis. Hieronder wordt eerst beschreven wat bedoeld wordt met concepten en contexten.

Concepten

De (abstracte) kernbegrippen in het leergebied Mens & Natuur (principes, beginselen, theorieën, ideeën, beelden, wetten, structuren, ordeningen of systemen) vormen een kader voor de kennisopbouw in het leergebied. Concepten zijn kenniseenheden. Het zijn abstracte, gemeenschappelijke beschrijvingen van de werkelijkheid. Concepten kunnen veranderen door voortschrijdend inzicht: men dacht vroeger dat de aarde plat was, maar door metingen ontstond het beeld dat de aarde rond is. Concepten bestaan op meerdere niveaus: één groot concept kan opgebouwd zijn uit meerdere kleinere concepten. Onder het grote concept ziekte vallen bijvoorbeeld de concepten besmetting, vaccinatie en genezing. Op basis van de zeven grote opdrachten kunnen alle belangrijke concepten uit het leergebied Mens & Natuur uitgewerkt worden.

Contexten

Een context is een (maatschappelijk) vraagstuk, ontwikkeling of verschijnsel. Contexten kunnen aansluiten bij de verwondering en behoefte van leerlingen, of voortkomen vanuit maatschappelijke urgentie. De context natuurverschijnselen kan bijvoorbeeld verwondering creëren over hoe tornado's en tsunami's ontstaan. Uit contexten kunnen situaties worden afgeleid waarin bepaalde concepten, denkwijzen en/of vaardigheden betekenis krijgen. De contexten die binnen het leergebied Mens & Natuur belangrijk zijn, worden geordend op basis van de zeven grote opdrachten.

Op de volgende pagina's leest u de zeven grote opdrachten.



Grote opdracht 1: Signalen en informatie

Relevantie

In onze moderne samenleving worden signalen overal om ons heen uitgezonden en verwerkt. Informatie is breed 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 informatie verwerkende 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 signalen en informatieverwerking. Deze opdracht omvat verschillende meet- en regelsystemen, van de manieren waarop informatie van de zintuigen wordt omgezet in processen in het lichaam tot moderne communicatietechnologie en robotica.

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.

Samenhang met andere leergebieden

Digitale geletterdheid raakt met grote opdrachten over digitale communicatie en digitale netwerken (DG01), over data en informatie (DG03) en over kunstmatige intelligentie (DG04) aan deze grote opdracht. Rekenen & Wiskunde raakt met de grote opdrachten ver variabelen, verbanden en formules (RW04) en over informatie en onzekerheid (RW05) aan deze grote opdracht. Burgerschap raakt met grote opdracht over de digitale maatschappij (BU08) aan deze grote opdracht. Kunst & Cultuur raakt met grote opdracht over kunst als communicatiemiddel (KC02) aan deze grote opdracht.



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.

Samenhang met andere leergebieden

Leergebied Digitale geletterdheid raakt met grote opdracht over duurzaam gebruik van energiebronnen (DG08) aan deze grote opdracht. Rekenen & Wiskunde raakt met grote opdracht over meten en meetkunde (RW03) aan deze grote opdracht. Bewegen & Sport raakt met grote opdracht over actieve leefstijl (BS08) aan deze grote opdracht.



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.

Samenhang met andere leergebieden

Digitale geletterdheid raakt met de grote opdrachten over digitale netwerken (DG01) en over duurzaam gebruik van energiebronnen (DG08) aan deze grote opdracht. Burgerschap raakt met grote opdracht over verantwoordelijkheid voor je leefomgeving (BU10) aan deze grote opdracht.



Grote opdracht 4: (Bio)diversiteit en overleven

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.

Samenhang met andere leergebieden

Digitale geletterdheid raakt met de grote opdrachten over de invloed van digitale technologie op de samenleving (DG04) en over privacy en veiligheid (DG07) aan deze grote opdracht. Burgerschap raakt met grote opdrachten over identiteit (BU04) en over gelijkwaardigheid ondanks verschillen (BU05) aan deze grote opdracht.



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 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.

Samenhang met andere leergebieden

Digitale geletterdheid raakt met grote opdracht over duurzaam gebruik van energiebronnen (DG08) aan deze grote opdracht. Burgerschap raakt met grote opdracht over verantwoordelijkheid voor je leefomgeving (BU10) aan deze grote opdracht. Mens & Maatschappij raakt met de grote opdrachten over plaats en omgeving (MM01) en over welvaart, schaarste en verdeling (MM03) aan deze grote opdracht.



Grote opdracht 6: Aarde 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.

Samenhang met andere leergebieden

Digitale geletterdheid raakt met de grote opdrachten over digitale netwerken en communicatiemiddelen (DG01) en over digitale technologie als oplossing voor mondiale vraagstukken (DG08) aan deze grote opdracht. Mens & Maatschappij raakt met de grote opdracht over plaats en ruimte (MM01) aan deze grote opdracht.



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.

Samenhang met andere leergebieden

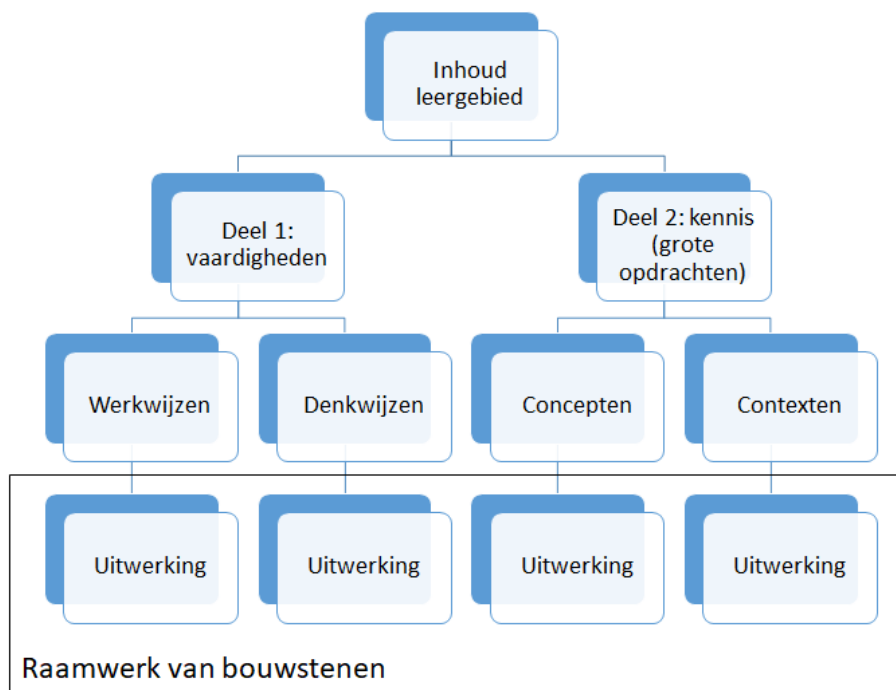
Digitale geletterdheid met de grote opdrachten over het gebruik van data voor innovaties (DG03) en over technologische ontwikkelingen en innovatie (DG08) aan deze grote opdracht. Mens & Maatschappij raakt met de grote opdracht over tijd (MM02) aan deze grote opdracht.



VERVOLG RICHTING BOUWSTENEN

In de komende periode gaat het ontwikkelteam verder werken aan een raamwerk voor bouwstenen (zie onderstaand figuur) en vervolgens met het ontwikkelen van de bouwstenen. Het team verzamelt in de komende periode input van stakeholders tijdens consultatiebijeenkomsten om dit raamwerk te kunnen completeren. Bouwstenen beschrijven de benodigde kennis en vaardigheden. De bouwstenen vormen uiteindelijk, samen met de visie en de grote opdrachten, input voor de herziening van de kerndoelen en eindtermen.

Het ontwikkelteam wil graag alle vier manieren van beschrijven (werkwijzen, denkwijzen, concepten, contexten) laten terugkomen in de bouwstenen, maar is er nog niet uit of alle vier manieren in iedere bouwsteen terug moeten komen. Daarom worden de vier manieren van beschrijven eerst afzonderlijk uitgewerkt. Aan de hand van deze uitwerkingen wordt vervolgens het raamwerk voor de bouwstenen ontwikkeld. Het raamwerk geeft dan een overzicht van welke bouwstenen er komen, hoe deze onderling samenhangen en hoe deze samenhangen met de grote opdrachten.



Er spelen verschillende overwegingen mee bij de keuze om alle vier de manieren van beschrijven al dan niet terug te laten komen in dezelfde bouwsteen. Het ontwikkelteam Mens & Natuur wil aan de ene kant met behulp van de bouwstenen meer helderheid en houvast bieden over wat alle leerlingen moeten leren. Aan de andere kant wil het team ook voldoende ruimte geven voor autonomie aan de docent bij de invulling van zijn lessen. Door combinaties van de verschillende manieren van beschrijven in het bouwstenen op te nemen, worden bouwstenen concreter en helderder, maar wordt de autonomie beperkter. Wat de beste manier is om die combinatie vorm te geven is dus nog onderwerp van discussie binnen het ontwikkelteam. Het team beoogt met het nieuwe curriculum te stimuleren dat zowel werkwijzen, denkwijzen, concepten als contexten geïntegreerd aan leerlingen worden aangeboden.



BIJLAGE 1: TOTSTANDKOMING ONTWIKKELKADER 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:

Concepten: de (abstracte) kernbegrippen van het leergebied (principes, beginselen, theorieën, ideeën, beelden, wetten, structuren, ordeningen of systemen) die een kader vormen voor de kennisopbouw in het leergebied.

Contexten: (maatschappelijke) vraagstukken, ontwikkelingen of verschijnselen.

Denkwijzen: manieren van kijken, ordenen en/of redeneren.

Werkwijzen: voor het leergebied kenmerkende handelingen en activiteiten.

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:

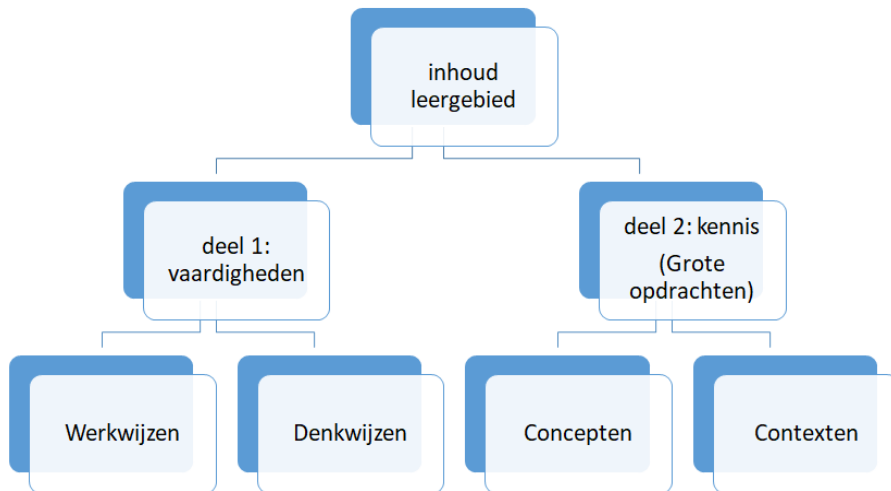
- om een curriculum voor de gehele breedte van het leergebied te ontwerpen;
- om een diversiteit aan leerlijnen mogelijk te maken;
- het geeft richting voor het gehele traject (zowel grote opdrachten als bouwstenen);
- het voorkomt dat er een eenzijdig beeld van het toekomstige curriculum kan ontstaan, 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 tussenproduct:

- In deel 1 wordt een overzicht gegeven van de denkwijzen en werkwijzen 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. Deze figuur laat zien hoe in de bouwstenen zowel de vaardigheden als de kennis terugkomen.



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

Deel 1 en 2 zijn gelijkwaardig en onlosmakelijk met elkaar verbonden: de denkwijzen en werkwijzen zijn nodig om de contexten en concepten te leren doorgronden. Andersom zijn de contexten en concepten nodig om de denkwijzen en werkwijzen 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) denkwijzen, werkwijzen, contexten en/of concepten terug.



BIJLAGE 2: BREDE VAARDIGHEDEN

Hieronder zijn de brede vaardigheden die voor alle leergebieden gelden uitgewerkt vanuit het perspectief van het leergebied Mens & Natuur. De brede vaardigheden zijn voor alle leergebieden uitgewerkt in de handreiking brede vaardigheden. Deze is te vinden via: <https://curriculum.nu/brede-vaardigheden/>.

A. Manieren van denken en handelen

Bij manieren van denken en handelen gaat het om drie brede vaardigheden: het vermogen om zelfstandig te komen tot weloverwogen oordelen te komen, het vermogen om nieuwe toepasbare ideeën voor vraagstukken te kunnen vinden en het vermogen om een probleem te (h)erkennen en het probleem op te lossen.

Kritisch denken

Bij kritisch denken gaat het om het vermogen om zelfstandig te komen tot weloverwogen en beargumenteerde oordelen en beslissingen. Om hiertoe te komen, is het van belang dat leerlingen kunnen interpreteren, analyseren, evalueren, concluderen en redeneringen kunnen opbouwen. Hierdoor kunnen zij een situatie op waarde schatten en hierover oordelen. In het leergebied Mens & Natuur komt dit onder andere terug bij onderzoeken, ontwerpen en waardegericht handelen. Kritisch denken begint daarbij vaak met een vraag of probleem. Bovendien is kritisch denken een belangrijk onderdeel van de pijler wetenschap van de grote opdrachten, bijvoorbeeld bij het beoordelen of sprake is van feiten of meningen in een krantenartikel. Hiernaast doen leerlingen via de pijlers gezondheid, duurzaamheid, en technologie ervaring op met het kritisch beschouwen van het eigen handelen. Kritisch denken heeft via deze pijlers sterke samenhang met de brede vaardigheid zelfregulering. Doordat leerlingen in staat zijn kritisch te kunnen denken, zullen ze ook beter in staat zijn keuzes te maken die effect hebben op het eigen leven.

Probleemoplossend en creatief denken en (praktisch) handelen

Deze vaardigheid behelst het vermogen om een probleem te (h)erkennen, tot een plan te komen en het probleem (praktisch) op te lossen. Hierbij is het vermogen nodig om nieuwe, ongebruikelijke en (praktisch) toepasbare ideeën voor vraagstukken te vinden. Probleemoplossend en creatief denken en handelen kan beïnvloed worden door verwondering bij de leerlingen, behoefte en urgentie vanuit de maatschappij. In het leergebied Mens & Natuur komt deze brede vaardigheid bijvoorbeeld terug bij onderzoeken, ontwerpen en modelgebruik en -ontwerp. Ook praktisch handelen is onlosmakelijk verbonden met probleemoplossend en creatief denken en handelen, denk hierbij bijvoorbeeld aan het plakken van een fietsband, wanneer deze lek is.

B. Manieren van jezelf kennen

Om je als persoon te ontwikkelen is het van belang om meer inzicht te hebben in hoe je jezelf kunt sturen, welke studie- en beroepsmogelijkheden bij je passen en om ondernemend denken en handelen te ontwikkelen.



Zelfregulering

Zelfregulering is de vaardigheid om je te kunnen oriënteren op een taak, doelen te stellen, strategisch te plannen, bij te kunnen sturen en verrichtingen te kunnen evalueren. Hiernaast ontwikkelen leerlingen zicht op eigen doelen, motieven en capaciteiten. In het leergebied Mens & Natuur wordt bijvoorbeeld bijgedragen aan het ontwikkelen van zelfregulering door leerlingen te leren over het effect van leefstijlfactoren als voeding en roken op het lichaam. Via de bouwstenen bij de grote opdracht signalen en informatieverwerking (GO-1) wordt bij leerlingen kennis over regulatie in het menselijk lichaam. Zelfregulering speelt een belangrijke rol bij de pijler gezondheid.

Ondernemend denken en handelen

Ondernemend denken en handelen is de vaardigheid om kansen te zien en te benutten. In het leergebied Mens & Natuur zijn dit vaak kansen om met behulp van innovaties een bijdrage te leveren aan gezondheid, duurzaamheid, technologie of wetenschap. De 'uitvinder' is bijvoorbeeld iemand die uitblinkt in ondernemend denken en handelen. Hij ziet bijvoorbeeld hoe bestaande kennis over duurzame energie kan bijdragen aan het ontwerpen van een efficiënt werkende elektrische auto en zet dit idee vervolgens om in een werkend product.

Oriëntatie op jezelf, je studie en je loopbaan

Door zich deze vaardigheid eigen te maken, (h)erkennen leerlingen hun talenten. Ook worden zij via deze vaardigheid gestimuleerd na te denken over hun school-, studie- en beroepskeuze. In het leergebied Mens & Natuur betreft dit kennismaking met en oriëntatie op vervolgonopleidingen en carrièremogelijkheden die gerelateerd zijn aan het leergebied, zoals de keuze voor een studie geneeskunde of om installateur van zonnepanelen te worden. Ook kunnen leerlingen via de vaardigheden (bijvoorbeeld onderzoeken en ontwerpen) en contexten uit het leergebied ervaringen op doen om te bepalen waar hun interesse en capaciteiten liggen. Het gaat hierbij bijvoorbeeld om het maken, bouwen en soms ook uit elkaar halen van voorwerpen of natuurbeleving rondom de school.

C. Manieren van omgaan met anderen

Bij het omgaan met anderen is het van belang om helder te kunnen communiceren, een doeltreffende samenwerking op te zetten en om sociale en culturele vaardigheden te ontwikkelen.

Sociale en culturele vaardigheden

Sociale en culturele vaardigheden zijn nodig om te kunnen reflecteren op de relatie tot anderen en om te kunnen omgaan met sociale en culturele verschillen. Verschillende vraagstukken die binnen het leergebied Mens & Natuur aan de orde komen, kunnen sociale en culturele verschillen blootleggen. Denk bijvoorbeeld aan vraagstukken rond stamcelonderzoek, orgaantransplantatie, het gebruik van kernenergie, of het vervangen van je arm door een beter werkende bionische versie. Aandacht voor het waarderen en oordelen



over deze vraagstukken levert een bijdrage aan de ontwikkeling van sociale en culturele vaardigheden.

Samenwerken

Samenwerken is de vaardigheid om te kunnen werken met anderen, bijvoorbeeld in onderzoek- en ontwerpteams, en hierbij adequaat met elkaar te communiceren en het werk te organiseren. Hierbij wordt gebruik gemaakt van interpersoonlijk en probleemoplossend denken en handelen om samen naar een bepaald doel toe te werken. Kennis en inlevingsvermogen over cognitieve, sociale en culturele verschillen zijn hierbij belangrijk, evenals helder kunnen communiceren. Samenwerken kan ook op afstand plaatsvinden via internetfora of digitale leeromgevingen. In het leergebied Mens & Natuur vindt samenwerking vaak plaats in interdisciplinaire teams die vanuit hun eigen expertise meedenken over een onderzoeks- of ontwerpprobleem. Leerlingen kunnen bij het ontwerpen van een nieuwbouwwijk in hun omgeving bijvoorbeeld de rollen van architect en ecooloog op zich nemen en samenwerken aan een gezamenlijke oplossing.

Communiceren

Communiceren is de vaardigheid om doelgericht informatie over te brengen en te begrijpen. In het leergebied Mens & Natuur gaat het vaak om informatie die voortkomen uit expertise op een bepaald inhoudelijk gebied. Leerlingen doen hier bijvoorbeeld ervaring mee op in gesprekken met klasgenoten en hun leraar, en bij het presenteren van een onderzoek, model of ontwerp. Belangrijk hierbij is om te leren hoe informatie overgebracht zou moeten worden aan mensen die geen expert zijn op een bepaald gebied en wat hoofd- en bijzaken zijn. Ook het gebruik van afbeeldingen, modellen en schema's vormt een belangrijk onderdeel van communiceren in het leergebied Mens & Natuur. Een specifiek aandachtspunt is het gebruik van vaktaal: binnen verschillende expertisegebieden kunnen woorden een betekenis hebben die verschilt van de betekenis binnen andere expertisegebieden en van het dagelijks taalgebruik. Het onderscheid tussen dagelijkse taal en vaktaal wordt uitgewerkt in het leergebied Nederlands (NL04). Communicatie tussen natuurwetenschappers vindt veelvuldig in het Engels plaats. Binnen het leergebied Engels/Moderne vreemde talen wordt het ontwikkelen van grensoverstijgende communicatievaardigheden uitgewerkt (ENMVT01).



BIJLAGE 3: WETENSCHAP

In deze bijlage beschrijven we de aard van het natuurwetenschappelijke weten en de kenmerken van de gegenereerde kennis (nature of science). Dat gebeurt aan de hand van de volgende sleutelbegrippen:

1. Voorlopigheid

Alle wetenschappelijke kennis is aan verandering onderhevig in het licht van nieuw bewijs en nieuwe manieren van denken. Dat betekent niet dat wij geen vertrouwen in wetenschappelijke kennis moeten hebben, eerder dat we ons er bewust van zijn dat het kan veranderen in de toekomst.

2. Observatie, interpretatie en conclusies

Observeren omvat het verzamelen van informatie met behulp van de vijf zintuigen, terwijl conclusies, interpretaties of verklaringen zijn gebaseerd op observaties en voorkennis.

3. Empirisch bewijs

Wetenschappelijke kennis is afgeleid uit data en bewijs verzameld door observaties of experimenten.

4. Objectiviteit en subjectiviteit

Wetenschappers streven ernaar objectief te zijn en maken gebruik van zelfcorrigerende mechanismen zoals peer review. Maar intuïtie, persoonlijke overtuigingen, sociale waarden en de historische en culturele context spelen allemaal een rol in de uitvoering van de wetenschap.

5. Wetenschappelijke methodes

Wetenschappers gebruiken een breed scala aan benaderingen om wetenschappelijke kennis te genereren. Er is geen universele methode of stappenplan.

6. Creativiteit

Creativiteit is een bron van innovatie en inspiratie in de wetenschap. Wetenschappers gebruiken creativiteit en verbeeldingskracht tijdens hun onderzoeken.

7. Wetenschappelijke wetten en theorieën

Een wet is een beknopte beschrijving van relaties of patronen in de natuur op basis van observatie en wordt vaak wiskundig uitgedrukt. Wetenschappelijke theorieën zijn breed opgezette concepten die een groot aantal observaties en experimenten omvatten en begrijpelijk maken.



BIJLAGE 4: BRONNENLIJST

Abd-El-Khalick, F., Bell, R. L., & Lederman, N. G. (1998). The nature of science and instructional practice: Making the unnatural natural. *Science education*, 82(4), 417-436.

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

Benchmarks for science literacy. New York, NY: Oxford University Press. Bell, R. (2008).

Bencze, J.L. Nature of Science & Technology:
<https://webpace.oise.utoronto.ca/~benczela/NoSTEd.html#NoT>.

Boersma, K.Th., Graft, M. van, Hartevelde, 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.

Boersma, K., Graft, M. V., & Knippels, M. C. (2009). *Concepten van kinderen over natuurwetenschappelijke thema's*. Enschede: SLO.

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.

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.

Bron, J., Oorschot, F. van, & Vliet, E. van (2012). *Watereducatie: Een curriculumvoorstel*. Enschede: SLO.

Brundtland, G. (1987). Our common future: Report of the 1987 World Commission on Environment and Development. *United Nations, Oslo, 1*, 59.

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/>)

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

Dijk, G. van, Graft, M. van, Hart, J. 't, Slangen, L., Sijbers, J., & Vries, M. de (2017). *Technologie in de leergebieden: Advies over de positie van techniek en technologie in primair en voortgezet onderwijs*. Den Haag: curriculum.nu.

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



Graft, M. van, Klein Tank, M., & Beker, T. (2016). *Wetenschap & technologie in het basis- en speciaal onderwijs: Richtinggevend leerplankader bij het leergebied Oriëntatie op jezelf en de wereld*. Enschede: SLO. <http://downloads.slo.nl/Repository/wetenschap-en-technologie-in-het-basis-en-speciaal-onderwijs.pdf>

Harlen, W. (Ed.). (2010). *Principles and big ideas of science education*. Hatfield: ASE.

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> Pabo, Alkmaar.

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

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

Janssen, F.J.J.M. (2017). *Grip krijgen op complexiteit: Onderwijs voor het 'moeras'*. Oratie. Leiden: Universiteit Leiden.

Koninklijk Nederlands Aardrijkskundig Genootschap (2018). Visie op het aardrijkskunde onderwijs voor curriculum.nu Raadpleegbaar op: <https://geografie.nl/visiedocument>

LAKS (2018). Brief leerlingen aan het ontwikkelteam Mens & Natuur. Raadpleegbaar op: <https://curriculum.nu/wp-content/uploads/2018/03/Brief-LAKS-Mens-Natuur.pdf>

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

MBO-raad (2018). Deelname mbo aan curriculum.nu. Raadpleegbaar op: https://curriculum.nu/wp-content/uploads/2018/03/Visie-MBORaad-Curriculum.nu_-1.pdf

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/>

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

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>

Nederlandse Vereniging voor Onderwijs in Natuurwetenschappen (2018). Visie op het domein Mens en Natuur, inclusief techniek voor Curriculum.nu. Raadpleegbaar op: <https://curriculum.nu/wp-content/uploads/2018/03/Visie-definitief-NVON.pdf>



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.

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>.

Ottevanger, W., Oorschot, F., Spek, W., Boerwinkel, D.J., Eijkelhof, H., Vries, M. de, Hoeven, M. van der, & Kuiper, W. (2014). *Kennisbasis natuurwetenschappen en technologie voor de onderbouw vo: een richtinggevend leerplankader*. Enschede: SLO. <http://downloads.slo.nl/Repository/kennisbasis-natuurwetenschappen-en-technologie-voor-de-onderbouw-vo.pdf>

Roberts, D. A. (1988). What Counts as Science Education? In P. J. Fensham (Ed.), *Development and Dilemmas in Science Education* (pp. 27–54). London, UK: Falmer Press

Schnabel, P. e.a. (2016). *Ons Onderwijs 2032: Eindadvies*. Platform Onderwijs2032.

De Schrijver, J., Vervaet, S., Van de Keere, K., Vandebek, C., & Cornelissen, E. (2015). Weten over weten: nature of science in het wetenschapsonderwijs. *VOB Jaarboek*, 12(1), 189-197.

SLO (2018). Startnotitie Mens en Natuur voor curriculum.nu. Enschede: SLO.

SLO (2018). Handreiking Brede vaardigheden voor curriculum.nu. Raadpleegbaar op: <https://curriculum.nu/wp-content/uploads/2018/04/Rapport-Handreiking-brede-vaardigheden.pdf>

SLO. Leerplankader sport, bewegen en gezonde leefstijl. Website (bezoekt december 2018). <http://gezondeleefstijl.slo.nl/>

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

United Nations (n.d.) *Sustainable development goals: 17 goals to transform our world*. Retrieved from <https://www.un.org/sustainabledevelopment/sustainable-development-goals/>

Vereniging van schoolleiders en loopbaanbegeleiders (2018). Visie op LoopbaanOntwikkeling- en Begeleiding (LOB). Raadpleegbaar op: <https://curriculum.nu/wp-content/uploads/2018/03/Visie-definitief-NVS-NVL-VVSL-1.pdf>.

Vereniging van Universiteiten (2018). Visie VSNU op aansluiting wetenschappelijk onderwijs op curriculum.nu. Raadpleegbaar op: https://curriculum.nu/wp-content/uploads/2018/03/Visie-VSNU-Curriculum.nu_-1.pdf.



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

Wiig, D. (2008). Teaching the Nature of Science Through Process Skills. *Science and Children*,45(9), 61.

World Health Organization (2018). <https://www.who.int/>.