



CONCEPTVOORSTELLEN LEERGEBIED MENS EN NATUUR

7 mei 2019

INLEIDING

In dit document vindt u de conceptvoorstellen van de leraren en schoolleiders van het ontwikkelteam Mens & Natuur. Het team vraagt hierop uw feedback vóór 11 augustus. Ga voor de samenvatting van de voorstellen en om feedback te geven naar www.curriculum.nu.

Wat zijn dit voor voorstellen? De leraren en schoolleiders hebben een visie op het leergebied opgesteld, op basis daarvan de essenties van het leergebied benoemd (grote opdrachten) en die vervolgens uitgewerkt in kennis en vaardigheden voor het primair onderwijs en de onderbouw van het voortgezet onderwijs. Dit zijn de bouwstenen. Voor de bovenbouw van het voortgezet onderwijs heeft het team aanbevelingen geformuleerd voor de herziening van de eindtermen. De voorstellen gaan over de onderwijshoud (wat), niet over didactiek (hoe).

Op basis van uw feedback werkt het team hieraan verder, om het vervolgens te overhandigen aan de minister voor Basis- en Voortgezet onderwijs. De voorstellen van alle ontwikkelteams van leraren en schoolleiders voor de 9 leergebieden vormen de basis voor de actualisatie van de huidige kerndoelen en eindtermen.

Waarom deze actualisatie van het curriculum? Voor het eerst worden de kerndoelen van het primair en voortgezet onderwijs door leraren zelf en in samenhang geactualiseerd. Dit draagt bij aan doorlopende leerlijnen, de samenhang in het onderwijs, het terugdringen van overladenheid en de balans in de hoofddoelen van het onderwijs: kwalificatie, socialisatie en persoonlijke vorming. Lees verder op www.curriculum.nu en bekijk de animatie op www.curriculum.nu/animatie.



INHOUDSOPGAVE

1. VISIE OP HET LEERGEBIED	4
2. ONTWIKKELKADER	7
3. VAN BOUWSTENEN NAAR ONDERWIJS	10
4. GROTE OPDRACHTEN EN BOUWSTENEN	12
Grote opdracht 1: Aard van natuurwetenschappen & technologie	12
1.1 Wetenschap	13
1.2 Technologie	16
Grote opdracht 2: Maatschappelijke vraagstukken	19
2.1 Gezondheid	20
2.2 Duurzaamheid	23
Grote opdracht 3: Werkwijzen	26
3.1 Onderzoeken	27
3.2 Ontwerpen	29
3.3 Modelgebruik en -ontwikkeling	31
4.4 Praktisch handelen	33
Grote opdracht 4: Denkwijzen	35
4.1 Patronen	36
4.2 Systemen	38
4.3 Schaal, verhouding en hoeveelheid	41
4.4 Gevolg en oorzaak	44
4.5 Doel-middel	46
Grote opdracht 5: Signalen & informatie	49
5.1 Golven en straling	50
5.2 Signaalverwerking in het organisme	52
5.3 Automatische systemen	54
Grote opdracht 6: Energie & wisselwerking	56
6.1 Kracht	57
6.2 Energie	59
6.3 Voeding	61
Grote opdracht 7: Overleven van Organismen	63
7.1 Instandhouding van een organisme	64



7.2 Relatie tussen organismen	67
7.3/9.3 Leefomgeving en biodiversiteit	69
Grote opdracht 8: Natuurlijke grondstoffen & materialen	71
8.1 Stoffen en Reacties	72
8.2 Winning, productie en bewerking.....	74
Grote opdracht 9: Aarde & Klimaat	76
9.1 Aarde	77
9.2 Weer en klimaat.....	79
7.3/9.3 Leefomgeving en biodiversiteit	81
Grote opdracht 10: Heelal & Tijd	82
10.1 Heelal, oorsprong en hemellichamen.....	83
10.2 Tijd en ritmes	85
5. AANBEVELINGEN VOOR BOVENBOUW VOORTGEZET ONDERWIJS.....	87
Generieke aanbevelingen.....	87
Natuurkunde	88
Biologie.....	89
Scheikunde.....	90
Aardrijkskunde	91
BIJLAGE: BRONNENLIJST	93



1. 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 wetenschap en technologie. Deze veranderende en complexe wereld biedt ons veel mogelijkheden. Innovatieve 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 duurzaamheid en gezondheid, dringend om antwoorden. De vier thema's wetenschap, technologie, duurzaamheid en gezondheid kunnen dan ook als onmisbaar worden beschouwd binnen het leergebied Mens & Natuur.

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, anderen, 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. Onderwijs binnen het leergebied Mens & Natuur zou dan ook bij moeten dragen aan het beeld dat leerlingen hebben over natuurwetenschappen.

Essentie van het leergebied

De essentie van het leergebied Mens & Natuur bouwt voort op de hierboven beschreven relevantie en wordt beschreven vanuit twee perspectieven. Allereerst is er het perspectief vanuit de aard van natuurwetenschappen en technologie, met daarin de disciplines aardrijkskunde, biologie, natuurkunde, scheikunde en techniek¹. Leerlingen krijgen kenmerkende concepten aangereikt vanuit de disciplines binnen het leergebied Mens & Natuur. Door deze concepten in combinatie met werkwijzen, zoals onderzoeken, ontwerpen en modelleren, en denkwijzen, zoals bijvoorbeeld denken in systemen of oorzaak-gevolg te benaderen leren leerlingen natuurverschijnselen en technologieën kennen, begrijpen, verklaren, gebruiken en waarderen. Doordat leerlingen zich daarbij leren verhouden tot (de rol van) wetenschap en de rol die technologie speelt in verschillende situaties krijgen leerlingen handvatten om bewuste en onderbouwde keuzes te maken. Daarnaast is er het perspectief vanuit de maatschappij dat een beroep doet op toekomstgericht denken en handelen met betrekking tot de maatschappelijke vraagstukken als duurzaamheid en gezondheid. De leerlingen leveren een bijdrage aan de 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.

Positie van het leergebied

De natuurlijke en gemaakte wereld biedt een rijke context en veel mogelijkheden. 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 vragen te stellen vanuit verwondering en behoefte. Zij doen kennis op door ervaringen passend bij hun ontwikkelfase en behoefte. In de onderbouw van het voortgezet onderwijs wordt 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

¹ Deze disciplines worden binnen het leergebied aangeboden in een grote verscheidenheid aan vakken.



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 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 zijn middels de grote opdrachten (ontwikkelingsessie 2 en 3) en bouwstenen (ontwikkelingsessie 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.

CONCEPT



2. ONTWIKKELKADER

Om de stap te kunnen maken van visie naar grote opdrachten en bouwstenen heeft het ontwikkelteam gewerkt met een kader. Met dit kader willen we recht doen aan de diversiteit en complexiteit 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.

Op basis van een aantal bronnen (National Research Council (2012), OECD (2017) en National Council for Social Studies (2010)), de inbreng van stakeholders en teamleden zijn we tot vier manieren van beschrijven gekomen:

Perspectieven: (maatschappelijke) vraagstukken en (wetenschappelijke en technologische) ontwikkelingen. Perspectieven spelen een duidelijke rol bij de socialiserende functie van het onderwijs en de persoonlijke ontwikkeling van de leerling.

Werkwijzen: voor het leergebied kenmerkende handelingen en activiteiten.

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

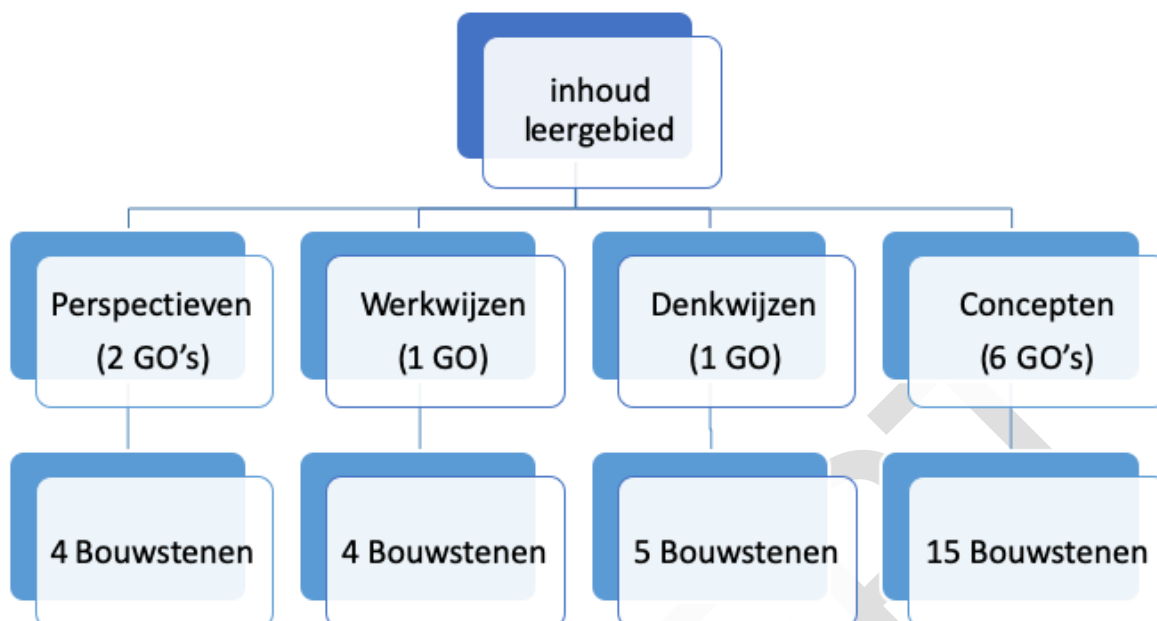
Concepten: de (abstracte) kernbegrippen van het leergebied (principes, beginselen, theorieën, ideeën, beelden, wetten, structuren, ordeningen of systemen) die een kader vormen voor de kennisopbouw in het leergebied.

Het kader is totstandgekomen in nauwe samenwerking met het leergebied Mens en Maatschappij.

We hebben voor dit kader gekozen omdat het de mogelijkheid geeft om:

- een curriculum voor de gehele breedte van het leergebied te ontwerpen;
- een diversiteit aan leerlijnen te beschrijven;
- het gehele traject richting te geven (zowel grote opdrachten als bouwstenen);
- een eenzijdig beeld van het toekomstige curriculum te voorkomen (bijv. alleen gericht op vaardigheden of alleen op vakinhoud)
- aandacht te bieden aan zowel overeenkomsten als verschillen tussen de disciplines van ons leergebied;
- samenhang met andere leergebieden expliciet te benoemen.

Het leergebied Mens & Natuur wordt aan de hand van het kader uitgewerkt in vier verschillende type grote opdrachten en bouwstenen, zoals te zien in figuur 1.



Figuur 1: De vier manieren van beschrijven uitgewerkt in grote opdrachten en bouwstenen

De verschillende manieren van beschrijven zijn onlosmakelijk met elkaar verbonden: de perspectieven, denkwijzen en werkwijzen zijn nodig om de concepten te doorgronden. Andersom zijn de concepten nodig om de perspectieven, denkwijzen en werkwijzen inhoud en betekenis te geven.. In de uiteindelijke kerndoelen en daaropvolgende de onderwijspraktijk komen dan ook zo veel mogelijk combinaties van perspectieven, denkwijzen, werkwijzen en/of concepten terug. Voorbeelden van deze combinaties vind je in hoofdstuk 3.

De tien grote opdrachten voor het leergebied Mens & Natuur zijn:

MNGO1	Aard van natuurwetenschappen & technologie	Perspectieven
MNGO2	Maatschappelijke vraagstukken	Perspectieven
MNGO3	Werkwijzen	Werkwijzen
MNGO4	Denkwijzen	Denkwijzen
MNGO5	Signalen & informatie	Concepten
MNGO6	Energie & wisselwerking	Concepten
MNGO7	Overleven van organismen	Concepten
MNGO8	Natuurlijke grondstoffen & materialen	Concepten
MNGO9	Aarde & Klimaat	Concepten
MNGO10	Heelal & tijd	Concepten

Iedere grote opdracht is richtinggevend voor een aantal bouwstenen. De achtentwintig bouwstenen voor het leergebied Mens & Natuur zijn:

MN1.1	Wetenschap	Perspectief
MN1.2	Technologie	Perspectief
MN2.1	Gezondheid	Perspectief
MN2.2	Duurzaamheid	Perspectief



MN3.1	Onderzoeken	Werkwijze
MN3.2	Ontwerpen	Werkwijze
MN3.3	Modelgebruik- en ontwerp	Werkwijze
MN3.4	Praktisch handelen	Werkwijze
MN4.1	Patronen	Denkwijze
MN4.2	Systemen	Denkwijze
MN4.3	Schaal, verhouding en hoeveelheid	Denkwijze
MN4.4	gevolg en oorzaak	Denkwijze
MN4.5	doel - middel	Denkwijze
MN5.1	Golven en straling	Concept
MN5.2	Signaalverwerking in het organisme	Concept
MN5.3	Automatische systemen	Concept
MN6.1	Kracht	Concept
MN6.2	Energie	Concept
MN6.3	Voedsel	Concept
MN7.1	Instandhouding van een organisme	Concept
MN7.2	Relaties tussen organismen	Concept
MN7.3/9.3	Leefomgeving en biodiversiteit	Concept
MN8.1	Stoffen en reacties	Concept
MN8.2	Winning, productie en bewerking	Concept
MN9.1	Aarde	Concept
MN9.2	Weer en klimaat	Concept
MN9.3/7.3	Leefomgeving en biodiversiteit	Concept
MN10.1	Heelal, oorsprong en hemellichamen	Concept
MN10.2	Tijd en ritmes	Concept



3. VAN BOUWSTENEN NAAR ONDERWIJS

Zoals hierboven benoemd, beschrijven wij het curriculum voor het leergebied Mens & Natuur op vier manieren: aan de hand van perspectieven, concepten, denkwijzen en werkwijzen. Iedere bouwsteen beperkt zich tot één enkele manier van beschrijven. Onderwijs bestaat vervolgens uit een combinatie van deze manieren van beschrijven. Als voorbeeld van deze combinaties en als duiding bij het lezen van de grote opdrachten en bouwstenen geven we hier een aantal mogelijke combinaties.

Koken

Combinatie van gezondheid (perspectief), praktisch handelen (werkwijze) en voeding (concept)

Al bij heel jonge kinderen is het belangrijk dat ze leren hoe ze gezond kunnen leven. Bepaalde gewoonten zoals wat en hoeveel zij eten zijn van invloed op hun gezondheid. Samen eten klaarmaken en koken is voor kinderen gezellig en leerzaam. Hierbij leren ze praktische vaardigheden als bijvoorbeeld schillen, snijden en het gebruik van maatbekers en de weegschaal. Leerlingen kunnen kennismaken met een breed palet aan gezonde voedingsmiddelen en ervaren dat verschillende voedingsmiddelen op elkaar lijken. Afhankelijk van het gekozen recept kunnen hier verschillende denkwijzen aan de orde komen, bijvoorbeeld schaal, verhouding en hoeveelheid bij het afwegen van ingrediënten en gevolg-oorzaak bij veranderingen door koken of bakken.

Waterkringlopen

Combinatie van onderzoeken (werkwijze), systemen (denkwijze), weer en klimaat (concept)

Leerlingen verwonderen zich over waar regen vandaan komt en waar het regenwater blijft. Door experimenten te doen met bijvoorbeeld plantjes in een klein kasje zien leerlingen dat water niet verdwijnt uit een gesloten systeem maar alleen verdampt en weer condenseert. Zo leren leerlingen dat het water uit een regenplas ook niet verdwijnt, en maken ze de verbinding naar regen en de waterkringloop op grote schaal. Hier kan vervolgens vanuit verschillende perspectieven naar gekeken worden: bijvoorbeeld vanuit het perspectief van (over)gebruik van waterbronnen (duurzaamheid), vanuit het aanvullen van drinkwater (gezondheid) of vanuit het ingrijpen in de waterkringloop voor bijvoorbeeld elektriciteitsopwekking (technologie)

Biomimicry

Combinatie van technologie (perspectief), ontwerpen (werkwijze), doel-middel (denkwijze) en biodiversiteit en leefomgeving (concept).

Hoe ontwerp je goede isolatie? Eén manier is om te kijken naar de manier waarop organismen aangepast zijn aan hun leefomgeving. De vacht van een ijsbeer is bijvoorbeeld wat betreft de kleur, het materiaal, en de lengte en hoeveelheid van de haren aangepast aan de functie: het warm houden van de ijsbeer. Aan de hand van het voorbeeld van de vacht van een ijsbeer, kun je ook nieuwe isolatie-technologieën ontwikkelen, die geschikt zijn voor nieuwe toepassingen.



Effectanalyse

Combinatie van duurzaamheid (perspectief), onderzoeken (werkwijze), schaal, verhouding en hoeveelheid (denkwijze) en energie (concept)

Het licht uitzetten als je niet in de kamer bent is goed voor het milieu. Maar hoe groot is het effect van het licht in één kamer een hele week aan laten staan? Leerlingen onderzoeken de schaal waarop hun gedrag effect heeft op hun energiegebruik. Heeft het meer effect om de thermostaat een graadje lager te zetten of om de tv niet op stand-by te laten staan? En als heel Nederland dat doet, of de hele wereld, wat is dan het effect op wereldschaal?

Deeltjesmodellen

Combinatie van wetenschap (perspectief), modelontwikkeling en -gebruik (werkwijze), doel-middel (denkwijze), stoffen en reacties (concept)

Om meer te begrijpen van modelvorming is een benadering vanuit de geschiedenis van de wetenschap geschikt. Door de progressie in modellen van materie te bespreken, krijgen leerlingen een beeld van het proces en de voorlopigheid van wetenschap en hoe wetenschappers door samenwerking tot steeds nieuwe inzichten komen. Leerlingen zien dat een steeds grotere groep aan eigenschappen verklaard kan worden vanuit de structuur van steeds complexere materiële modellen en dat het oude model dus niet *fout* is, maar ontoereikend.



4. GROTE OPDRACHTEN EN BOUWSTENEN

Grote opdracht 1: Aard van natuurwetenschappen & technologie

Relevantie

Technologie en natuurwetenschappen spelen een belangrijke rol in de samenleving. 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 over het proces van wetenschap is dan ook belangrijk voor alle leerlingen, stimuleert het kritisch denken en ondersteunt leerlingen in het verwerven van 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.

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 en over de mogelijkheid van onvoorziene gevolgen en oneigenlijk gebruik. De steeds bredere inzet van technologie, ook op wereldschaal bij bijvoorbeeld de energie- en voedselvoorziening, vraagt om ethische overwegingen en heeft invloed op huidige en toekomstige beroepen.

Vaak worden (natuur)wetenschap en technologie in één adem genoemd. Wetenschap is een manier om de wereld te begrijpen en technologie om de wereld te beïnvloeden. Er is echter ook een wisselwerking tussen de twee. Technologie heeft bijgedragen aan de ontwikkeling van wetenschap – denk aan de telescoop en de microscoop – en omgekeerd draagt wetenschappelijk onderzoek bij aan de verdere ontwikkeling van technologie – denk aan de magnetron en genetische modificatie.

Inhoud van de opdracht

Deze grote opdracht helpt leerlingen zich verhouden tot de aard van wetenschap en technologie. Met 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. Met technologie wordt de aanwezigheid, de effecten en de mogelijkheden van technologie voor de leerling en in maatschappij bedoeld.

Deze grote opdracht bestaat uit twee bouwstenen, wetenschap en technologie.

De bouwsteen wetenschap kent de groeirichtingen:

- relatie tussen onderzoek en kennis
- oriëntatie op wetenschap en (inter)disciplines

De bouwsteen technologie kent de groeirichtingen:

- ontwikkeling van technologie
- gebruik van technologie
- technologie in verschillende situaties en beroepen



1.1 Wetenschap

Bouwsteen PO

Fase 1 (po onderbouw)

Inleiding

Het perspectief wetenschap gaat over de relatie tussen onderzoek en kennis, de rol die disciplines hierin spelen en de oriëntatie op wetenschap. Deze bouwsteen gaat over wat wetenschap is en hoe wetenschappers werken, zodat je je leert verhouden tot (rol van) wetenschap. Wetenschappelijke kennis wordt voortdurend opnieuw beoordeeld in het licht van nieuw bewijsmateriaal. Dat maakt dat de wetenschap als een sociaal waardevol kennissysteem kan worden gezien. Met deze bouwsteen leer je om te gaan met wetenschappelijke kennis, terwijl je met de bouwsteen onderzoek zelf ervaart hoe je onderzoek kunt doen. Je leert verbanden te leggen tussen wetenschappelijke kennis en dagelijkse beslissingen en acties. Je bent je er bovendien van bewust dat wetenschappelijke kennis zich door de jaren heen heeft ontwikkeld en zich verder zal blijven ontwikkelen. In de onderbouw van het po ontdekken leerlingen de rol van wetenschap en onderzoek aan de hand van vragen als "Is dit waar?" en "hoe weet ik dat dit waar is?".

Kennis en vaardigheden

Leerlingen leren:

(relatie tussen onderzoek en kennis)

- aan de hand van situaties in de eigen omgeving vragen te stellen over betrouwbaarheid van verklaringen.
- onderscheid te maken tussen feiten en meningen aan de hand van situaties in de dagelijkse omgeving.
- vragen te stellen na aanleiding van natuurwetenschappelijke onderzoek in de actualiteit (te denken valt aan het bespreken van mediaberichten over nieuwe ontdekkingen).

(oriëntatie op wetenschap en (inter)disciplines)

- over de rol die wetenschap speelt in verschillende situaties en beroepen (te denken valt aan de dokter die je beter maakt, de monteur die je huis repareert of de politieagent die een dader opspoort).

Fase 2 (po bovenbouw)

Inleiding

Het perspectief wetenschap gaat over de relatie tussen onderzoek en kennis, de rol die disciplines hierin spelen en de oriëntatie op wetenschap. Deze bouwsteen gaat over wat wetenschap is en hoe wetenschappers werken, zodat je je leert verhouden tot (rol van) wetenschap. Wetenschappelijke kennis wordt voortdurend opnieuw beoordeeld in het licht van nieuw bewijsmateriaal. Dat maakt dat de wetenschap als een sociaal waardevol kennissysteem kan worden gezien. Met deze bouwsteen leer je om te gaan met wetenschappelijke kennis, terwijl je met de bouwsteen onderzoek zelf ervaart hoe je onderzoek kunt doen. Je leert verbanden te leggen tussen wetenschappelijke kennis en dagelijkse beslissingen en acties. Je bent je er bovendien van bewust dat wetenschappelijke kennis zich door de jaren heen heeft ontwikkeld en zich verder zal blijven ontwikkelen. In de bovenbouw van het po worden leerlingen zich bewust van (on)betrouwbaarheid van informatie in hun omgeving. Ze leren de positie van wetenschap en verschillende disciplines hierin te waarderen.



Kennis en vaardigheden

Leerlingen leren:

(relatie tussen onderzoek en kennis)^{BU}

- bewust te zijn van de mogelijkheid die wetenschap biedt om tot betrouwbare antwoorden op vragen te komen.
- om te gaan met meerdere verklaringen voor natuurlijke verschijnselen en de onzekerheid die dit met zich mee brengt.
- onderscheid te maken tussen feiten en meningen door de bron te controleren.
- vragen te stellen na aanleiding van natuurwetenschappelijke onderzoek in de actualiteit (te denken valt aan het bespreken van mediaberichten over nieuwe ontdekkingen).

(oriëntatie op wetenschap en (inter)disciplines)

- over de rol die wetenschap speelt in verschillende situaties en beroepen (te denken valt aan de arts die een diagnose vaststelt, de verwarmingsmonteur die de CV-ketel repareert of de politieagent die een misdaad oplost).
- wetenschap en (natuur)wetenschappelijke disciplines te herkennen in de alledaagse omgeving en in de media.
- over het bestaan van disciplines die elk hun eigen deel van de wereld beschrijven en hiervoor binnen een gemeenschap samenwerken en vaktaal ontwikkelen.

Bouwsteen VO onderbouw

Inleiding

Het perspectief wetenschap gaat over de relatie tussen onderzoek en kennis, de rol die disciplines hierin spelen en de oriëntatie op wetenschap. Deze bouwsteen gaat over wat wetenschap is en hoe wetenschappers werken, zodat je je leert verhouden tot (rol van) wetenschap. Wetenschappelijke kennis wordt voortdurend opnieuw beoordeeld in het licht van nieuw bewijsmateriaal. Dat maakt dat de wetenschap als een sociaal waardevol kennissysteem kan worden gezien. Met deze bouwsteen leer je om te gaan met wetenschappelijke kennis, terwijl je met de bouwsteen onderzoek zelf ervaart hoe je onderzoek kunt doen. Je leert verbanden te leggen tussen wetenschappelijke kennis en dagelijkse beslissingen en acties. Je bent je er bovendien van bewust dat wetenschappelijke kennis zich door de jaren heen heeft ontwikkeld en zich verder zal blijven ontwikkelen. In de onderbouw van het vo leren leerlingen over het systeem wetenschap, de rol van disciplines hierin en relateren ze dit aan ervaringen en dilemma's in dagelijks leven en maatschappij.

Kennis en vaardigheden

Leerlingen leren:

(relatie tussen onderzoek en kennis):^{BU}

- om te gaan met het streven van de natuurwetenschap om zo objectiviteit mogelijk te zijn (te denken valt aan de onzekerheid en voorlopigheid van resultaten).
- betrouwbaarheid van onderzoeken (resultaten en conclusies) in te zien
- de veranderingen van hun eigen kennis over een onderwerp te beschrijven door inzichten uit nieuw onderzoek
- onderscheid te maken tussen feiten en meningen door uit te zoeken of er een betrouwbaar en valide onderzoek aan ten grondslag ligt.
- vragen te stellen na aanleiding van natuurwetenschappelijke onderzoek in de actualiteit (te denken valt aan het bespreken van mediaberichten over nieuwe ontdekkingen).



(oriëntatie op wetenschap en (inter)disciplines)

- over de rol die wetenschap speelt in verschillende maatschappelijke vraagstukken en beroepen (te denken valt aan de ecooloog die betrokken is bij de aanleg van een weg of de chemisch analist die in een fabriek de kwaliteit van producten monitort).
- over het bestaan van disciplines die elk hun eigen deel van de wereld beschrijven, hiervoor specifieke methodes, modellen en concepten gebruiken, binnen een gemeenschap samenwerken en vaktaal ontwikkelen.
- wetenschap en (natuur)wetenschappelijke disciplines te herkennen in de alledaagse omgeving en in de media.
- over de rol die wetenschap, (natuur)disciplines en beroepen zouden kunnen hebben op hun eigen toekomst.
- zich te oriënteren op keuze in verdere (school)loopbaan en beroep aan de hand van overeenkomsten tussen de disciplines en hun eigen interesse.

CONCEPT



1.2 Technologie

Let op: deze bouwsteen zal in de komende periode worden doorontwikkeld in afstemming met andere leergebieden.

Bouwsteen PO

Fase 1 (po onderbouw)

Inleiding

Het perspectief technologie gaat over het gebruik van technologie, de ontwikkeling van technologie en de rol die technologie speelt in verschillende situaties en beroepen. Technologie kun je niet loskoppelen van maatschappelijke ontwikkelingen. Het is goed om je te realiseren dat wanneer er nieuwe kennis is ontwikkeld, dit kan leiden tot nieuwe technologie. Technologie wordt altijd met een reden ontwikkeld. Het speelt een belangrijke rol in je dagelijks leven, en is overal om je heen terug te zien. Bij de toepassing van nieuwe technologieën dien je rekening te houden met onvoorziene gevolgen en oneigenlijk gebruik. Ten slotte ontstaan er steeds meer beroepen waarbij het ontwikkelen of toepassen van technologie een grote rol speelt. Artsen werken tegenwoordig met complexe en innovatieve technologieën en moeten dit leren gebruiken. Er ontstaan ook steeds weer nieuwe beroepen door nieuwe technologieën, op het gebied van artificial intelligence bijvoorbeeld. In de onderbouw van het po leren de leerlingen de gemaakte en natuurlijke wereld te onderscheiden en ervaren ze spelenderwijs de mogelijkheden van technologie in hun directe omgeving..

Kennis en vaardigheden

Leerlingen leren:

(gebruik van technologie)

- technologie in de eigen omgeving te herkennen.
- om te gaan met de diversiteit aan technische producten en hun onderdelen (te denken valt aan batterijen, snoertjes, schermen, knopjes, lampjes).
- uitdrukking te geven aan hun behoefte op het gebied van technologie (te denken valt aan gaming, computergebruik)

(ontwikkeling van technologie)

- de gemaakte en natuurlijke wereld te onderscheiden.
- zich te verhouden tot de impact die technologie op hen heeft (te denken valt aan het effect van veel of weinig tijd die leerling spendeert voor tv of achter de computer).

(technologie in verschillende situaties en beroepen)

- de rol die technologie speelt in verschillende situaties en beroepen te herkennen (te denken valt aan de arts die gebruik maakt van een stethoscoop, de vuilnisman een vuilniswagen, de leerkracht een smartboard)
- technologie als inspiratiebron in te zetten (te denken valt aan hobbymatig, maakonderwijs)

Fase 2 (po bovenbouw)

Inleiding

Het perspectief technologie gaat over het gebruik van technologie, de ontwikkeling van technologie en de rol die technologie speelt in verschillende situaties en beroepen. Technologie kun je niet loskoppelen van maatschappelijke ontwikkelingen. Het is goed om je te realiseren dat wanneer er nieuwe kennis is ontwikkeld, dit kan leiden tot nieuwe technologie. Technologie wordt altijd met een reden ontwikkeld. Het speelt een belangrijke rol in je dagelijks leven, en is overal om je heen terug te zien. Bij de toepassing van nieuwe technologieën dien je rekening te houden met onvoorziene gevolgen en oneigenlijk gebruik.



Ten slotte ontstaan er steeds meer beroepen waarbij het ontwikkelen of toepassen van technologie een grote rol speelt. Artsen werken tegenwoordig met complexe en innovatieve technologieën en moeten dit leren gebruiken. Er ontstaan ook steeds weer nieuwe beroepen door nieuwe technologieën, op het gebied van artificial intelligence bijvoorbeeld. In de bovenbouw van het po maken leerlingen kennis met de doelmatige ontwikkeling van technologie en de, bedoelde en onbedoelde, invloed die technologie heeft op de wereld om hen heen.

Kennis en vaardigheden

Leerlingen leren:

(gebruik van technologie)

- de functie van apparaten te herkennen en deze doelgericht aan te sturen.
- de voor- en nadelen van producten relateren aan het doel waarvoor het ontwikkeld is.
- om te gaan met de diversiteit aan technische producten en hun onderdelen (te denken valt aan batterijen, snoertjes, schermen, knopjes, lampjes).
- uitdrukking te geven aan hun behoefte op het gebied van technologie en hun keuzes hierin te verantwoorden (te denken valt aan gaming, computergebruik).

(ontwikkeling van technologie)

- verschillen tussen de gemaakte en natuurlijke wereld te herkennen en zich te verhouden tot de rol van de mens hierin.
- zich te verhouden tot de impact die technologische ontwikkeling in de omgeving van de leerling heeft.
- zich te verhouden tot mogelijke toekomstscenario's op het gebied van technologische ontwikkeling (te denken valt aan verhalen over tijdreizen of artificial intelligence).

(technologie in verschillende situaties en beroepen)

- de rol die technologie speelt in verschillende situaties en beroepen te beschrijven (te denken valt aan de arts die gebruik maakt van een stethoscoop, de vuilnisman een vuilniswagen, de leerkracht een smartboard)
- technologie als inspiratiebron in te zetten (te denken valt aan hobbymatig, maakonderwijs, beroepsoriëntatie)

Bouwsteen VO onderbouw

Inleiding

Het perspectief technologie gaat over het gebruik van technologie, de ontwikkeling van technologie en de rol die technologie speelt in verschillende situaties en beroepen. Technologie kun je niet loskoppelen van maatschappelijke ontwikkelingen. Het is goed om je te realiseren dat wanneer er nieuwe kennis is ontwikkeld, dit kan leiden tot nieuwe technologie. Technologie wordt altijd met een reden ontwikkeld. Het speelt een belangrijke rol in je dagelijks leven, en is overal om je heen terug te zien. Bij de toepassing van nieuwe technologieën dien je rekening te houden met onvoorziene gevolgen en oneigenlijk gebruik. Ten slotte ontstaan er steeds meer beroepen waarbij het ontwikkelen of toepassen van technologie een grote rol speelt. Artsen werken tegenwoordig met complexe en innovatieve technologieën en moeten dit leren gebruiken. Er ontstaan ook steeds weer nieuwe beroepen door nieuwe technologieën, op het gebied van artificial intelligence bijvoorbeeld. In de onderbouw van het vo reflecteren leerlingen op de interactie tussen technologie en wetenschap en ze vragen zich af of alle mogelijkheden van technologie ook gebruikt moeten worden.

**Kennis en vaardigheden**

Leerlingen leren:

(gebruik van technologie)

- bij het gebruik van technologie rekening te houden met de invloed ervan op henzelf, anderen en de omgeving.
- meerdere functies van apparaten te herkennen en deze doelgericht aan te sturen.

(ontwikkeling van technologie)

- verschillen tussen de gemaakte en natuurlijke wereld te herkennen en zich te verhouden tot de rol van de mens hierin.
- zich te verhouden tot de invloed die wetenschap heeft op technologische ontwikkeling.
- zich af te vragen of alle mogelijkheden van technologie gebruikt moeten worden ("mag alles wat kan?")
- zich te verhouden tot mogelijke toekomstscenario's op het gebied van technologische ontwikkeling en de consequenties hiervan in te schatten (te denken valt tijdreizen of artificial intelligence).

(technologie in verschillende situaties en beroepen)

- de rol die technologie speelt in verschillende beroepen te beschrijven (te denken valt aan de arts die gebruik maakt van een MRI-scanner, de boer een melkmachine en de zoekmachine-ontwerper die gebruik maakt van kunstmatige intelligentie).
- de rol die technologie speelt binnen de wetenschap te beschrijven (te denken valt aan verbeterde meetapparatuur en geautomatiseerde data-analyse).
- technologie als inspiratiebron in te zetten (te denken valt aan hobbymatig en ter oriëntatie op het beroep).



Grote opdracht 2: Maatschappelijke vraagstukken

Relevantie

Twee maatschappelijke vraagstukken zijn in het bijzonder belangrijk voor het leergebied Mens en Natuur: gezondheid en duurzaamheid. Beide thema's leveren een grote bijdrage aan toekomstgericht denken en handelen bij de leerling. Kennis uit het leergebied Mens & Natuur helpt bovendien om je te kunnen verhouden tot deze vraagstukken.

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

Duurzaamheid is belangrijk voor de mens omdat de mens niet alleen afhankelijk is van de aarde en zijn (bio)diversiteit, maar is er ook onderdeel van en verantwoordelijk voor is. Samen met kennis over, onder andere, natuurlijke grondstoffen, materialen, klimaat, kringlopen en energie helpt dit perspectief de leerling bij het maken van gefundeerde keuzes, die bijdragen aan het welzijn, nu en in de toekomst.

In de toekomst zullen leerlingen mogelijk een bijdrage leveren aan deze 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.

Inhoud van de opdracht

Deze grote opdracht helpt leerlingen zich verhouden tot gezondheid en duurzaamheid door bewuste keuzes te maken, door vanuit hun eigen waarden en normen te redeneren en door waardeoordelen over voorgestelde oplossingen te geven.

Deze grote opdracht bestaat uit twee bouwstenen: gezondheid en duurzaamheid.

De bouwsteen gezondheid kent de groeirichtingen:

- welzijn
- voeding
- seksualiteit
- innovaties

De bouwsteen duurzaamheid kent de groeirichtingen:

- ecologische voetafdruk
- kwaliteit van leven
- innovaties



2.1 Gezondheid

Let op: deze bouwsteen zal worden ontwikkeld in afstemming met andere leergebieden. Deze afstemming heeft helaas nog niet kunnen plaatsvinden.

Bouwsteen PO

Fase 1 (po onderbouw)

Inleiding

Het perspectief gezondheid gaat over hoe je je verhoudt tot verschillende aspecten van gezondheid zoals voeding, ziekte, gezondheidsrisico's, seksualiteit en innovaties op dit gebied. Gezondheid is voor iedereen belangrijk. Het is van belang dat je weet welke invloed je kunt uitoefenen op je eigen fysieke en mentale gezondheid, en die van anderen in je omgeving. Je denkt na over de keuzes die je maakt wat betreft je gezondheid. Hierdoor is het mogelijk om verantwoordere keuzes te maken. Door met vragen over je eigen gezondheid en die van anderen in je omgeving aan de slag te gaan, leer je regie te voeren over je eigen lichaam. Je bent jezelf bewust van snelle ontwikkelingen in medische technologie. In de onderbouw van het po oriënteren leerlingen zich op een gezonde leefstijl en de rol die voeding en ziekte spelen in hun eigen leven en dat van klasgenoten.

Kennis en vaardigheden

Leerlingen leren:

(welzijn)

- uitdrukking te geven aan het eigen welbevinden in relatie tot ziekte.
- om te gaan met ziekte bij zichzelf en anderen.

(voeding)

- hun eigen voorkeuren met betrekking tot voeding te herkennen (te denken valt aan de smaak en geur van verschillende voedingsmiddelen)
- zich te verhouden tot hun eigen eetgewoonten in relatie tot hun gezondheid (te denken valt aan de regelmaat van tussendoortjes)

(seksualiteit)

- de wensen en grenzen voor wat betreft fysiek contact te respecteren.

(innovaties)

- over technische hulpmiddelen ten behoeve van gezondheid in hun eigen omgeving (te denken valt aan het dragen van een bril, het gebruik van apps voor tandenpoetsen).

Fase 2 (po bovenbouw)

Inleiding

Het perspectief gezondheid gaat over hoe je je verhoudt tot verschillende aspecten van gezondheid zoals voeding, ziekte, gezondheidsrisico's, seksualiteit en innovaties op dit gebied. Gezondheid is voor iedereen belangrijk. Het is van belang dat je weet welke invloed je kunt uitoefenen op je eigen fysieke en mentale gezondheid, en die van anderen in je omgeving. Je denkt na over de keuzes die je maakt wat betreft je gezondheid. Hierdoor is het mogelijk om verantwoordere keuzes te maken. Door met vragen over je eigen gezondheid en die van anderen in je omgeving aan de slag te gaan, leer je regie te voeren over je eigen lichaam. Je bent jezelf bewust van snelle ontwikkelingen in medische technologie.

In de bovenbouw van het po worden leerlingen zich bewust van verschillen tussen mensen wat betreft leefstijl en relateren ze dit aan gezondheid. Ze gaan bewuster keuzes maken.

**Kennis en vaardigheden**

Leerlingen leren:

(welzijn)

- om te gaan met ziekte bij zichzelf en anderen.
- zich te verhouden tot beïnvloeding door anderen met betrekking tot gezondheid.
- uitdrukking te geven aan het eigen welbevinden en aan het welbevinden van anderen.
- zich te verhouden tot verschillende mogelijkheden bij het voorkomen en behandelen van ziekten (te denken valt aan het gebruik van bepaalde medicijnen of het aanpassen van leefstijl)

(voeding)

- hun eigen voorkeuren met betrekking tot voeding te verkennen en hun keuze hierin te beschrijven.
- keuzes te maken met betrekking tot voedsel en gezondheid (te denken van aan het gebruik van bespoten en onbespoten voedsel en het eten van veel suikergoed of snacks).
- zich te verhouden tot eetgewoontes van anderen in relatie met gezondheid en duurzaamheid.
- zich te verhouden tot de effecten die voedselpatronen kunnen hebben op de leefomgeving (te denken valt aan voedselverspilling).

(seksualiteit)

- zich bewust te zijn van gevoelens rond relaties en seksualiteit .
- te erkennen dat je zelf keuzes kunt en mag maken over relaties en seksualiteit.
- uitdrukking te geven aan eigen wensen en grenzen rond relaties.
- om te gaan met de veranderingen van hun lichaam in de puberteit.

(innovaties)

- over technologische ontwikkelingen ten behoeve van gezondheid in de eigen omgeving (te denken valt toevoeging van E-nummer aan voedingsmiddelen).
- keuzes te maken in gebruik van technologische ontwikkelingen ten behoeve van gezondheid (te denken valt aan bewerking van voedsel, digitaal consult van hulpverleners)

Bouwsteen VO onderbouw

Inleiding

Het perspectief gezondheid gaat over hoe je je verhoudt tot verschillende aspecten van gezondheid zoals voeding, ziekte, gezondheidsrisico's, seksualiteit en innovaties op dit gebied. Gezondheid is voor iedereen belangrijk. Het is van belang dat je weet welke invloed je kunt uitoefenen op je eigen fysieke en mentale gezondheid, en die van anderen in je omgeving. Je denkt na over de keuzes die je maakt wat betreft je gezondheid. Hierdoor is het mogelijk om verantwoordere keuzes te maken. Door met vragen over je eigen gezondheid en die van anderen in je omgeving aan de slag te gaan, leer je regie te voeren over je eigen lichaam. Je bent jezelf bewust van snelle ontwikkelingen in medische technologie. In de onderbouw van het vo ontwikkelen leerlingen het vermogen regie te voeren over hun eigen gezondheid en daarbij rekening te houden met anderen. Ze zijn zich bewust van diversiteit in hun omgeving.

Kennis en vaardigheden

Leerlingen leren:

(welzijn)

- om te gaan met ziekte bij zichzelf en anderen.
- zich te verhouden tot beïnvloeding door anderen met betrekking tot gezondheid.



- zich te verhouden tot verschillende maatregelen ten behoeve van de volksgezondheid (te denken valt aan regelgeving op het gebied van vaccinaties en orgaandonatie).
- zich te verhouden tot verschillende mogelijkheden bij de behandeling van ziekten (te denken valt aan het gebruik van medicijnen).
- zich te verhouden tot leefstijlkeuzes die invloed hebben op de gezondheid (te denken valt aan het kiezen voor meer bewegen, het wel of niet gebruiken van verslavende middelen).

(voeding)

- bewust om te gaan met hun eigen voedingspatroon.
- zich te verhouden tot de effecten die voedselkeuzes kunnen hebben op de gezondheid en duurzaamheid.
- zich te verhouden tot meer specifieke effecten die voedselpatronen kunnen hebben op de leefomgeving (te denken valt aan biologische landbouw, vleesconsumptie of voedselverspilling).

(seksualiteit)

- om te gaan met hun gevoelens over relaties en seksualiteit.
- te erkennen dat je zelf keuzes kunt en mag maken over relaties en seksualiteit.
- duidelijk uitdrukking te geven aan hun eigen wensen en grenzen over relaties en seksualiteit.
- om te gaan met veranderingen van je lichaam in de puberteit.
- zich te verhouden tot seksuele veiligheid.
- te reflecteren op hun eigen waarden en normen met betrekking tot relaties en seksualiteit.

(innovaties)

- zich te verhouden tot de voortdurende technologische ontwikkeling ten behoeve van gezondheid.
- zich te verhouden tot ethische dilemma's bij het gebruik van technologie met betrekking tot de gezondheid (prenatale embryoselectie, euthanasie, reproductieve technieken etc.)



2.2 Duurzaamheid

Let op: deze bouwsteen zal worden ontwikkeld in afstemming met andere leergebieden. Deze afstemming heeft helaas nog niet kunnen plaatsvinden.

Bouwsteen PO

Fase 1 (po onderbouw)

Inleiding

Het perspectief "duurzaamheid" gaat over het reduceren van onze ecologische voetafdruk, terwijl tegelijkertijd onze kwaliteit van leven behouden blijft en de relatie tussen duurzame ontwikkeling en technologische innovatie. De keuzes die je maakt ten aanzien van duurzaamheid voort uit de behoefte die je hebt en de noodzaak die je voelt om bepaalde activiteiten te ondernemen. Je leert gaandeweg verantwoordelijkheid te nemen voor de keuzes die je nu maakt met betrekking tot je ecologische voetafdruk en de kwaliteit van leven van jezelf, anderen en de planeet. Daarnaast word je je bewust dat de impact van jouw keuzes, maar ook die van anderen, in de toekomst zichtbaar kunnen worden. Innovaties bieden bovendien enorme mogelijkheden om een bijdrage te leveren aan een duurzame toekomst. In de onderbouw van het po ontdekken leerlingen hun eigen behoeftes. Ze ervaren dat keuzes die ze maken effect hebben in de toekomst op henzelf, anderen en hun omgeving.

Kennis en vaardigheden

Leerlingen leren:

(ecologische voetafdruk)

- uitdrukking te geven aan eigen gebruik, verbruik en hergebruik van hulpbronnen (te denken valt aan energie, grondstoffen en water).
- over de variëteit aan keuzes die anderen in hun dagelijkse omgeving maken met betrekking tot gebruik, verbruik en hergebruik van hulpbronnen.

(kwaliteit van leven)

- uitdrukking te geven aan eigen behoeften in relatie tot anderen.

(innovaties)

- over technologische hulpmiddelen m.b.t. duurzaamheid in hun eigen omgeving (te denken valt aan het beschrijven van voor- en nadelen van zonnepanelen en telefoonhoesjes).

Fase 2 (po bovenbouw)

Inleiding

Het perspectief "duurzaamheid" gaat over het reduceren van onze ecologische voetafdruk, terwijl tegelijkertijd onze kwaliteit van leven behouden blijft en de relatie tussen duurzame ontwikkeling en technologische innovatie. De keuzes die je maakt ten aanzien van duurzaamheid voort uit de behoefte die je hebt en de noodzaak die je voelt om bepaalde activiteiten te ondernemen. Je leert gaandeweg verantwoordelijkheid te nemen voor de keuzes die je nu maakt met betrekking tot je ecologische voetafdruk en de kwaliteit van leven van jezelf, anderen en de planeet. Daarnaast word je je bewust dat de impact van jouw keuzes, maar ook die van anderen, in de toekomst zichtbaar kunnen worden. Innovaties bieden bovendien enorme mogelijkheden om een bijdrage te leveren aan een duurzame toekomst. In de bovenbouw van het po ervaren leerlingen dat ze door hun keuzes invloed kunnen hebben op henzelf, anderen en hun omgeving. Ze zijn zij meer bewust van hun behoeftes en maken hierin afwegingen.

**Kennis en vaardigheden**

Leerlingen leren:

(ecologische voetafdruk)

- zich te realiseren dat ieder mens een ecologische voetafdruk heeft en dat deze iets zegt over de impact van menselijke activiteiten op toekomstige generaties.
- te reflecteren op de impact die eigen keuzes hebben voor wat betreft tot de ecologische voetafdruk (te denken valt effect op zichzelf, anderen, andere organismen, de omgeving en de planeet)

(kwaliteit van leven)

- hun eigen behoeftes met betrekking tot hun kwaliteit van leven te herkennen
- keuzes in het dagelijkse leven te maken waarbij zij afwegingen maken tussen behoefte en noodzaak
- zich te verhouden tot de behoeftes van anderen in de directe omgeving voor wat betreft de kwaliteit van leven.

(innovaties)

- zich te verhouden tot de (on)mogelijkheden om als individu bij te dragen aan duurzame ontwikkeling.
- technologische ontwikkelingen m.b.t. duurzaamheid in hun eigen omgeving herkennen en in alledaagse bewoordingen de voor- en nadelen bespreken.

Bouwsteen VO onderbouw

Inleiding

Het perspectief "duurzaamheid" gaat over het reduceren van onze ecologische voetafdruk, terwijl tegelijkertijd onze kwaliteit van leven behouden blijft en de relatie tussen duurzame ontwikkeling en technologische innovatie. De keuzes die je maakt ten aanzien van duurzaamheid voort uit de behoefte die je hebt en de noodzaak die je voelt om bepaalde activiteiten te ondernemen. Je leert gaandeweg verantwoordelijkheid te nemen voor de keuzes die je nu maakt met betrekking tot je ecologische voetafdruk en de kwaliteit van leven van jezelf, anderen en de planeet. Daarnaast word je je bewust dat de impact van jouw keuzes, maar ook die van anderen, in de toekomst zichtbaar kunnen worden. Innovaties bieden bovendien enorme mogelijkheden om een bijdrage te leveren aan een duurzame toekomst. In de onderbouw van het vo onderzoeken leerlingen hoe ze met hun keuzes invloed hebben op henzelf, anderen en hun omgeving. Ze maken afwegingen en onderscheiden hier en daar en toen, nu en later.

Kennis en vaardigheden

Leerlingen leren:

(ecologische voetafdruk)

- omgaan met de impact van de ecologische voetafdruk vanuit het verleden en heden op de toekomst, zowel de eigen impact als die van anderen.
- omgaan met de impact van de ecologische voetafdruk van de nabije omgeving op andere plekken in de wereld, zowel de eigen impact als die van anderen.
- om te gaan met de balans die noodzakelijk is om de interactie die de mens heeft met andere organismen, de natuur en de planeet in stand te kunnen blijven houden.

(kwaliteit van leven)

- hun eigen behoeftes met betrekking tot hun kwaliteit van leven te benoemen en hierop te reflecteren
- verantwoorde keuzes in het dagelijkse leven te maken waarbij zij afwegingen maken tussen behoefte en noodzaak
- zich te verhouden tot behoeftes van anderen voor wat betreft de kwaliteit van leven.

(innovaties)



- zich te verhouden tot de (on)mogelijkheden om als individu bij te dragen aan duurzame ontwikkeling.
- zich verhouden tot de voortdurende technologische ontwikkelingen ten behoeve van duurzaamheid en het effect op de nabije en verre omgeving.
- afwegingen te maken betreffende verschillende randvoorwaarden die nodig zijn bij duurzame ontwikkeling (te denken valt aan people, planet profit/prosperity)

CONCEPT



Grote opdracht 3: Werkwijzen

Relevantie

Aandacht voor werkwijzen draagt bij aan bewustwording van de rol van deze werkwijzen in het leergebied Mens & Natuur doordat leerlingen ze zelf ervaren. De leerling onderzoekt en ontwerpt in de wereld en leert daarmee zowel de natuurlijke als gemaakte wereld begrijpen, verklaren en waarderen. Deze werkwijzen bieden de leerlingen handvatten om op te groeien tot positief-kritische en zelfstandige burgers en beroepsprofessionals.

Inhoud van de opdracht

Deze grote opdracht beschrijft de belangrijkste praktijken die technici, wetenschappers, ingenieurs, artsen en andere gebruikers van het leergebied Mens & Natuur toepassen bij hun werk. We gebruiken de term werkwijzen' in plaats van een term als 'vaardigheden' om te benadrukken dat het hier gaat om het doelgericht toepassen van combinaties van vaardigheden.

Deze grote opdracht bestaat uit vier bouwstenen: onderzoeken, ontwerpen, modelontwikkeling en -gebruik en praktisch handelen.

De bouwsteen onderzoeken kent de groeirichtingen:

- het proces van onderzoek
- relatie tussen eigen onderzoek en kennis

De bouwsteen ontwerpen kent de groeirichting:

- de ontwerpcyclus

De bouwsteen modelontwikkeling en -gebruik kent de groeirichtingen:

- gebruik van modellen
- ontwerpen van modellen
- reflectie op modellen

De bouwsteen praktisch handelen kent de groeirichtingen:

- instrumenten, apparatuur, gereedschappen en materialen
- nauwkeurig meten en observeren



3.1 Onderzoeken

Bouwsteen PO

Fase 1 (po onderbouw)

Inleiding

Met de werkwijze "onderzoeken" ontwikkel je vaardigheden en inzicht om onderzoeken uit te kunnen voeren. Je leert de natuurlijke en gemaakte wereld begrijpen en verklaren aan de hand van nieuwe kennis die je opdoet tijdens het onderzoeken. De bouwsteen omvat het systematische proces van onderzoek doen en de cyclische relatie tussen onderzoek en kennis, waarbij onderzoek nieuwe kennis oplevert en kennis nieuwe (onderzoeks)vragen. In de onderbouw van het po ervaren leerlingen op een speelse manier de onderzoeksfasen, waarbij ze starten met het stellen van vragen vanuit verwondering.

Kennis en vaardigheden

Leerlingen leren:

(het proces van onderzoek)

- vragen te stellen ter voorbereiding op een onderzoek en ter oriëntatie op een onderwerp.
- gegevens te verzamelen om antwoorden op vragen te vinden.
- argumenten te gebruiken bij het bespreken, vergelijken, aan elkaar uitleggen en evalueren van gegevens.^{NL, R&W}

(relatie tussen eigen onderzoek en kennis)

- de kennis die ze opbouwen door het doen van onderzoek te beschrijven.
- te beschrijven hoe eigen onderzoeksresultaten bijdragen aan het vergroten van kennis bij anderen.^{BU}

Fase 2 (po bovenbouw)

Inleiding

Met de werkwijze "onderzoeken" ontwikkel je vaardigheden en inzicht om onderzoeken uit te kunnen voeren. Je leert de natuurlijke en gemaakte wereld begrijpen en verklaren aan de hand van nieuwe kennis die je opdoet tijdens het onderzoeken. De bouwsteen omvat het systematische proces van onderzoek doen en de cyclische relatie tussen onderzoek en kennis, waarbij onderzoek nieuwe kennis oplevert en kennis nieuwe (onderzoeks)vragen. In de bovenbouw van het po zoeken leerlingen systematisch naar antwoorden op vragen, waarbij ze vaktaal leren gebruiken. Hierbij wordt verbinding gelegd met natuurwetenschappelijke concepten.

Kennis en vaardigheden

Leerlingen leren:

(het proces van onderzoek)

- vragen te stellen vanuit verwondering of ervaring, systematisch naar antwoorden te zoeken.^{DG, NL}
- in een cyclische proces van onderzoek verbindingen te leggen tussen eigen onderzoekservaringen en natuurwetenschappelijke concepten.
- gegevens te verzamelen door zorgvuldig te meten en observeren en vaktaal te gebruiken bij hun beschrijvingen.^{NL, R&W}
- onderzoeksgegevens mondeling en schriftelijk te verwerken, de onderzoeksvraag te beantwoorden, de resultaten met elkaar te delen en hierbij gebruik te maken van vaktaal.^{NL, R&W}



(relatie tussen eigen onderzoek en kennis)^{BU}

- op basis van eigen onderzoeksconclusies nieuwe vragen te stellen en te beschrijven welke kennis hierdoor wordt opgebouwd.
- te beschrijven hoe hun eigen kennis over een onderwerp verandert door inzichten uit eigen onderzoek.
- onderscheid te maken tussen een alledaagse vraag en een onderzoeksvraag.
- onderscheid te maken tussen feiten en meningen bij de oriëntatie op een onderzoeksonderwerp, door de bron te controleren.

Bouwsteen VO onderbouw

Inleiding

Met de werkwijze “onderzoeken” ontwikkel je vaardigheden en inzicht om onderzoeken uit te kunnen voeren. Je leert de natuurlijke en gemaakte wereld begrijpen en verklaren aan de hand van nieuwe kennis die je opdoet tijdens het onderzoeken. De bouwsteen omvat het systematische proces van onderzoek doen en de cyclische relatie tussen onderzoek en kennis, waarbij onderzoek nieuwe kennis oplevert en kennis nieuwe (onderzoeks)vragen. In de onderbouw van het vo onderzoeken leerlingen vanuit zowel eigen vragen als vragen vanuit de samenleving. Ze onderbouwen een mening in vaktaal met argumenten vanuit de natuurwetenschap.

Kennis en vaardigheden

Leerlingen leren:

(het proces van onderzoek)

- een onderzoeksvraag op te stellen, zich, bij de voorbereiding van onderzoek, te verdiepen in een natuurwetenschappelijk onderwerp met behulp van bronnen^{NL, DG} en te kiezen voor een passend type onderzoek.^{R&W, NL}
- gegevens te verzamelen door nauwkeurig te meten en observeren^{R&W} en onderzoeksgegevens te analyseren^{DG, R&W, NL}.
- te kiezen voor een passende manier van weergave^{R&W, NL}, betrouwbare conclusies te trekken en deze te relateren aan de onderzoeksvraag, met gebruik van vaktaal, zowel mondeling als schriftelijk.^{NL}
- eigen onderzoek kritisch te evalueren, erover te discussiëren^{NL} en op nauwkeurigheid en betrouwbaarheid te beoordelen^{R&W}
- nieuwe vragen te stellen die voortkomen uit het onderzoek.

(Relatie tussen eigen onderzoek en kennis)^{BU}

- op basis van eigen onderzoeksconclusies nieuwe vragen te stellen en te bespreken hoe daarmee een vervolgonderzoek gestart kan worden.
- de conclusies van onderzoek door anderen te gebruiken in eigen onderzoek.
- onderscheid te maken tussen feiten en meningen bij de oriëntatie op een onderzoeksonderwerp, door de bron te controleren.



3.2 Ontwerpen

Bouwsteen PO

Fase 1 (po onderbouw)

Inleiding

Met de werkwijze "ontwerpen" ontwikkel je vaardigheden die je helpen bij het oplossen van problemen

De bouwsteen omvat het cyclische ontwerpproces, het hiervan verslag doen en het erop reflecteren. Inzicht in de ontwerpcyclus maakt het mogelijk om systematisch oplossingen voor problemen te zoeken. Leerlingen lossen problemen uit de eigen omgeving op door oplossingen te bedenken, maken en testen. In de onderbouw van het po maken leerlingen spelenderwijs kennis met de afzonderlijke stappen van de ontwerpcyclus.

Kennis en vaardigheden

Leerlingen leren:

(de ontwerpcyclus)

- te herkennen wat in een situatie verbeterd kan worden.
- verschillende oplossingen te bedenken voor een probleem ^{NL, K&C}.
- Een oplossing voor een probleem uit te proberen en te benoemen of het probleem is opgelost ^{K&C, R&W, NL}.

Fase 2 (po bovenbouw)

Inleiding

Met de werkwijze "ontwerpen" ontwikkel je vaardigheden die je helpen bij het oplossen van problemen

De bouwsteen omvat het cyclische ontwerpproces, het hiervan verslag doen en het erop reflecteren. Inzicht in de ontwerpcyclus maakt het mogelijk om systematisch oplossingen voor problemen te zoeken. Leerlingen lossen problemen uit de eigen omgeving op door oplossingen te bedenken, maken en testen. In de bovenbouw van het po leren leerlingen systematisch en met weloverwogen keuzes de gehele ontwerpcyclus te doorlopen en hiervan in vaktaal verslag te doen.

Kennis en vaardigheden

Leerlingen leren:

(de ontwerpcyclus)

- de ontwerpcyclus als geheel toe te passen,
- een probleem te identificeren en beschrijven. ^{NL}
- op een systematische manier verschillende oplossingen met elkaar te vergelijken ^{NL, K&C}.
- weloverwogen keuzes maken in het uitvoeren van een ontwerp (te denken valt aan materiaalkeuze).
- Op een systematische manier een product evalueren ^{K&C, R&W, NL}.

Bouwsteen VO onderbouw

Inleiding

Met de werkwijze "ontwerpen" ontwikkel je vaardigheden die je helpen bij het oplossen van problemen

De bouwsteen omvat het cyclische ontwerpproces, het hiervan verslag doen en het erop reflecteren. Inzicht in de ontwerpcyclus maakt het mogelijk om systematisch oplossingen voor problemen te zoeken. Leerlingen lossen problemen uit de eigen omgeving op door oplossingen te bedenken, maken en testen. In de onderbouw van het vo gebruiken



leerlingen de ontwerpcyclus voor het vinden van oplossingen voor maatschappelijke en/of natuurwetenschappelijke problemen.

Kennis en vaardigheden

Leerlingen leren:

(de ontwerpcyclus)

- een vraagstuk te identificeren en beschrijven, actoren te benoemen en kritische vragen te stellen over het probleem ^{NL}
- ontwerpideeën en -voorstellen te bedenken, een programma van eisen op te stellen met onderscheid tussen eisen en wensen, brainstormtechnieken te gebruiken, en een ideeëntabel te maken ^{R&W, K&C}
- een ontwerp uit te voeren, weloverwogen keuzes te maken voor materiaal en een ontwerp (op schaal) uit te werken tot een prototype ^{K&C, DG}
- aan de hand van het programma van eisen verbeterpunten te beschrijven en deze om te zetten naar nieuwe eisen voor een volgende versie ^{NL}



3.3 Modelgebruik en -ontwikkeling

Bouwsteen PO

Fase 1 (po onderbouw)

Inleiding

Met de werkwijze "modelgebruik en -ontwerp" ontwikkel je vaardigheden om modellen te gebruiken en te maken, waardoor je de complexe werkelijkheid in beeld leert brengen en beter leert begrijpen.

De werkwijze omvat het gebruiken van bestaande modellen, het ontwerpen van nieuwe modellen en het reflecteren op de grenzen en bruikbaarheid van modellen. In de onderbouw van het po ontdekken leerlingen wat modellen zijn en hoe modellen worden gebruikt in hun eigen omgeving. Ze ontdekken dat model en werkelijkheid verschillen.

Kennis en vaardigheden

Leerlingen leren:

(gebruik van modellen)

- fysieke modellen (2D/3D) te gebruiken om kennis over onderwerpen uit de nabije omgeving te vergroten (te denken valt aan het menselijk lichaam of het schoolgebouw)

(ontwerp van modellen)

- eenvoudige modellen te tekenen ^{R&W, K&C}
- te benoemen welke keuzes zijn gemaakt bij het maken of tekenen van een zelfgemaakt model (te denken valt aan het weglaten van het stoeptegelpatroon in een kaart van het schoolplein)^{NL}

(reflectie op modellen)

- te herkennen dat in een model niet alles 'uit de werkelijkheid' terug te vinden is.

Fase 2 (po bovenbouw)

Inleiding

Met de werkwijze "modelgebruik en -ontwerp" ontwikkel je vaardigheden om modellen te gebruiken en te maken, waardoor je de complexe werkelijkheid in beeld leert brengen en beter leert begrijpen.

De werkwijze omvat het gebruiken van bestaande modellen, het ontwerpen van nieuwe modellen en het reflecteren op de grenzen en bruikbaarheid van modellen. In de bovenbouw van het po leren leerlingen, in natuurwetenschappelijke contexten, modellen beoordelen op bruikbaarheid en kunnen ze beschrijven hoe model en werkelijkheid verschillen en overeenkomen.

Kennis en vaardigheden

Leerlingen leren:

(gebruik van modellen)

- met bestaande digitale modellen (simulaties) te werken over de eigen leefomgeving of tastbare onderwerpen (te denken valt aan het testen van een stroomkring in een simulatie) ^{DG}
- fysieke en conceptuele modellen te gebruiken over natuurwetenschappelijke onderwerpen (te denken valt aan een molecuulmodel ^{8.1})

(ontwerp van modellen)

- een eenvoudig (conceptueel) model te bedenken en begrijpelijk weer te geven ^{R&W, K&C}
- te benoemen voor welke doeleinden een eigen model gebruikt kan worden.



(reflectie op modellen)

- verbeteringen te bedenken om een gegeven model beter te laten aansluiten bij het doel van het model.
- te beredeneren wat in een model wel en niet kan en dit in vaktaal aan anderen uit te leggen.^{NL}

Bouwsteen VO onderbouw

Inleiding

Met de werkwijze "modelgebruik en -ontwerp" ontwikkel je vaardigheden om modellen te gebruiken en te maken, waardoor je de complexe werkelijkheid in beeld leert brengen en beter leert begrijpen.

De werkwijze omvat het gebruiken van bestaande modellen, het ontwerpen van nieuwe modellen en het reflecteren op de grenzen en bruikbaarheid van modellen. In de onderbouw van het vo gebruiken leerlingen passende modellen in natuurwetenschappelijke contexten. Ze beoordelen de modellen op bruikbaarheid, ontwerpen en verbeteren modellen.

Kennis en vaardigheden

Leerlingen leren:

(gebruik van modellen)

- natuurwetenschappelijke kennis gebruiken en verzamelen om (de uitkomsten van) een model te interpreteren. ^{NL, R&W, DG}
- modellen te gebruiken om de dynamiek in een systeem te begrijpen. ^{NL, R&W, DG}
- parameters aan te passen tijdens het gebruik van een digitaal model. ^{DG, R&W}

(ontwerp van modellen)

- voor een eigen model keuzes te maken die passen bij de gekozen doelstelling.

(reflectie op modellen)

- de overeenkomsten en verschillen tussen (eigen ontworpen) modellen en de werkelijkheid te relateren aan het doel van het model.
- een model te evalueren en zo te komen tot aanpassingen in een model.



3.4 Praktisch handelen

Bouwsteen PO

Fase 1 (po onderbouw)

Inleiding

Met de werkwijze "praktisch handelen" ontwikkel je handvaardigheden en technische vaardigheden die nodig zijn om concrete doelen te bereiken, zoals het maken van een model, het bouwen van een ontwerp of het uitvoeren van een onderzoek. De bouwsteen omvat het doelmatig, veilig en duurzaam gebruiken van instrumenten, apparaten, (elektrische) gereedschappen en materialen en het nauwkeurig meten en observeren. In de onderbouw van het po gebruiken leerlingen onder begeleiding instrumenten, apparaten, gereedschappen en materialen uit hun eigen omgeving, meestal niet zelf gekozen.

Kennis en vaardigheden

Leerlingen leren:

(doelmatig, veilig en duurzaam gebruik) ^{K&C, BU}

- instrumenten, apparaten en gereedschappen (onder begeleiding) doelmatig en zorgvuldig te gebruiken.
- zich te houden aan veiligheidsvoorschriften.
- efficiënt gebruik te maken van materiaal.

(nauwkeurig meten en observeren) ^{NL, R&W}

- onder begeleiding te meten en observeren met behulp van instrumenten.
- metingen te vergelijken en te bespreken.

Fase 2 (po bovenbouw)

Inleiding

Met de werkwijze "praktisch handelen" ontwikkel je handvaardigheden en technische vaardigheden die nodig zijn om concrete doelen te bereiken, zoals het maken van een model, het bouwen van een ontwerp of het uitvoeren van een onderzoek. De bouwsteen omvat het doelmatig, veilig en duurzaam gebruiken van instrumenten, apparaten, (elektrische) gereedschappen en materialen en het nauwkeurig meten en observeren. In de bovenbouw van het po gebruiken leerlingen instrumenten, apparatuur, gereedschap en materialen die hen bekend en minder bekend zijn en leren zij nauwkeurig metingen te doen.

Kennis en vaardigheden

Leerlingen leren:

(doelmatig, veilig en duurzaam gebruik) ^{K&C, BU}

- instrumenten, apparaten, (elektrische) gereedschappen en materialen doelmatig en zorgvuldig te gebruiken.
- een passende keuze te maken voor de juiste instrumenten en apparaten.
- de functie van instrumenten, apparaten en gereedschappen en hun onderdelen te benoemen.
- gevaren te onderkennen van te gebruiken instrumenten, apparaten, (elektrische) gereedschappen en materialen.
- na te denken over hergebruik van afgedankte instrumenten, apparaten, (elektrische) gereedschappen en materialen.

(Nauwkeurig meten en observeren) ^{NL, R&W}

- nauwkeurig te meten en daarbij rekening te houden met de meetnauwkeurigheid van het instrument.
- de objectiviteit van waarnemingen in vaktaal te bespreken.



Bouwsteen VO onderbouw

Inleiding

Met de werkwijze "praktisch handelen" ontwikkel je handvaardigheden en technische vaardigheden die nodig zijn om concrete doelen te bereiken, zoals het maken van een model, het bouwen van een ontwerp of het uitvoeren van een onderzoek. De bouwsteen omvat het doelmatig, veilig en duurzaam gebruiken van instrumenten, apparaten, (elektrische) gereedschappen en materialen en het nauwkeurig meten en observeren. In de onderbouw van het vo kiezen leerlingen zelf de praktische werkwijze of meetmethode die aansluit bij hun onderzoek, ontwerp of model.

Kennis en vaardigheden

Leerlingen leren:

(doelmatig, veilig en duurzaam gebruik) ^{K&C, BU}

- instrumenten, apparaten, (elektrische) gereedschappen en/of materialen te gebruiken volgens een zelf opgezette werkwijze.
- de functies van onbekende instrumenten, apparaten en (elektrische) gereedschappen en hun onderdelen benoemen.
- zich te houden aan veiligheidsvoorschriften en gevaren te onderkennen.
- uit te leggen wat het effect van het gebruik van instrumenten, apparaten, (elektrische) gereedschappen en materialen is op de omgeving. (te denken valt aan het effect van loodoplossingen op waterkwaliteit of een pneumatische hamer op geluidsoverlast)

(Nauwkeurig meten en observeren) ^{NL, R&W}

- objectieve meetmethodes te kiezen en fouten op te sporen bij metingen.
- in vaktaal uit te leggen hoe metingen een eerlijk en betrouwbaar resultaat opleveren.



Grote opdracht 4: Denkwijzen

Relevantie

Leerlingen kunnen denkwijzen gebruiken om vragen te stellen over de wereld om hen heen. Ook over verschijnselen die ze nog nooit zijn tegengekomen en waarvoor ze nog geen concepten hebben, kunnen ze afvragen wat de oorzaak is en of er patronen in te herkennen zijn. Aandacht voor denkwijzen draagt bij aan bewustwording van de rol die deze denkwijzen in het leergebied Mens & Natuur spelen. Deze verschillende denkwijzen bieden de leerlingen de handvatten om op te groeien tot positief-kritische en zelfstandige burgers en beroepsprofessionals.

Inhoud van de opdracht

Deze grote opdracht beschrijft 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 abstracte relatie gelegd die kan helpen om de werkelijkheid te doorgronden. Het toepassen van denkwijzen helpt bij het zoeken naar verklaringen.

Deze grote opdracht bestaat uit 5 bouwstenen: patronen; systemen; schaal, verhouding en hoeveelheid; gevolg en oorzaak; en doel-middel.

De bouwsteen patronen kent de groeirichtingen:

- waarneembaarheid van patronen
- ordening en classificatie
- patroongebruik

De bouwsteen systemen kent de groeirichtingen:

- definiëren van systemen
- werking van systemen

De bouwsteen schaal, verhouding en hoeveelheid kent de groeirichtingen:

- grootheden en eenheden
- verhouding en verschillende schaalniveaus
- kwalitatief en kwantitatief

De bouwsteen gevolg en oorzaak kent de groeirichtingen:

- relaties en verbanden
- risico's en veiligheid

De bouwsteen doel-middel bestaat uit de groeirichtingen:

- doel-functie
- functie-vorm/structuur
- vorm/structuur-eigenschappen



4.1 Patronen

Bouwsteen PO

Fase 1 (po onderbouw)

Inleiding

De denkwijze 'patronen' geeft inzicht in de wijze waarop je vragen kunt (op)stellen, kunt ordenen en kunt classificeren. De bouwsteen omvat het kunnen waarnemen en beschrijven van patronen in bijvoorbeeld wolken, cijferreeksen, diersoorten, grafieken, kaarten en technologische systemen. Door patronen te herkennen kun je ordening en classificatie aanbrengen en worden overeenkomsten en verschillen zichtbaar. In de onderbouw van het po doen leerlingen ervaringen op met direct waarneembare patronen in hun omgeving. Daardoor verwonderen leerlingen zich over de grote hoeveelheid patronen om hen heen.

Kennis en vaardigheden

Leerlingen leren:

(waarneembaarheid van patronen)

- een waarneembaar patroon te ontdekken en herkennen.
- het herkennen van de patronen te automatiseren.

(ordening en classificatie)

- in waarneembare patronen overeenkomsten en verschillen te gebruiken om ordening en classificatie aan te brengen.

(patroongebruik)

- aanvullingen te doen op bestaande patronen.
- patronen te gebruiken om voorspellingen te doen.

Fase 2 (po bovenbouw)

Inleiding

De denkwijze 'patronen' geeft inzicht in de wijze waarop je vragen kunt (op)stellen, kunt ordenen en kunt classificeren. De bouwsteen omvat het kunnen waarnemen en beschrijven van patronen in bijvoorbeeld wolken, cijferreeksen, diersoorten, grafieken, kaarten en technologische systemen. Door patronen te herkennen kun je ordening en classificatie aanbrengen en worden overeenkomsten en verschillen zichtbaar. In de bovenbouw van het po gebruiken leerlingen de patronen om de samenhang in de wereld waar te nemen, te herkennen en te begrijpen.

Kennis en vaardigheden

Leerlingen leren:

(waarneembaarheid van patronen)

- patronen te ontdekken en herkennen en hierover te communiceren en vragen te stellen.
- afwijkingen in bestaande patronen te signaleren.
- het herkennen van de patronen te automatiseren.
- het herkennen van complexere patronen te automatiseren.

(ordening en classificatie)

- in waarneembare patronen overeenkomsten en verschillen te gebruiken om ordening en classificatie aan te brengen.
- numerieke patronen te gebruiken om ordening en classificatie aan te brengen in hele simpele situaties.

(patroongebruik)

- bestaande patronen te gebruiken om verbanden en relaties te verklaren.
- aanvullingen te doen op bestaande (numerieke) patronen.



- patronen te gebruiken om voorspellingen te doen voor de korte en langere termijn.

Bouwsteen VO onderbouw

Inleiding

De denkwijze 'patronen' geeft inzicht in de wijze waarop je vragen kunt (op)stellen en de materiële wereld kunt ordenen en classificeren. De bouwsteen omvat het kunnen waarnemen en beschrijven van patronen in bijvoorbeeld wolken, cijferreeksen, diersoorten, grafieken, kaarten en technologische systemen. Door patronen te herkennen kun je ordening en classificatie aanbrengen en worden overeenkomsten en verschillen zichtbaar. In de onderbouw van het vo gebruiken leerlingen (numerieke) patronen om verbanden te leggen. Door patronen te analyseren kunnen zij bijvoorbeeld het patroon beïnvloeden of voorspellingen doen.

Kennis en vaardigheden

Leerlingen leren:

(waarneembaarheid van patronen)

- complexere patronen te ontdekken en herkennen en daarover te communiceren en vragen te stellen.
- afwijkingen in patronen te signaleren.
- het herkennen van complexere patronen te automatiseren.

(ordening en classificatie)

- in waarneembare patronen overeenkomsten en verschillen te gebruiken om ordening en classificatie aan te brengen.
- numerieke patronen te gebruiken om ordening en classificatie aan te brengen in simpele situaties.
- patronen op meso-, en microscopisch niveau te gebruiken voor classificatie op macroscopisch niveau.

(patroongebruik)

- patronen te analyseren om verbanden en relaties te verklaren.
- numerieke informatie (van waarneembare patronen) te gebruiken om patronen te duiden die niet direct zichtbaar zijn.
- patronen door te trekken naar het heden, verleden en de toekomst.



4.2 Systemen

Bouwsteen PO

Fase 1 (po onderbouw)

Inleiding

De denkwijze 'systemen' geeft inzicht in de complexe werkelijkheid door onderdelen en hun interacties als een geheel te bekijken. De bouwsteen omvat het kunnen definiëren van een systeem en de werking van een systeem. Om in systemen te kunnen denken, is het nodig om af te bakenen wat het systeem is waar je naar kijkt. Welke grenzen handig zijn, hangt af van het doel van de beschrijving: om faseovergangen te beschrijven is het voldoende een molecuul als een geheel te beschouwen, maar om chemische reacties te beschrijven moeten ook de atomen beschreven worden. Een gedefinieerd systeem kan vervolgens beschreven worden aan de hand van omzettingen, transport, stabiliteit, verandering en kringlopen. In de onderbouw van het PO gaan leerlingen in contextrijke leeromgevingen inzicht krijgen wat een systeem is en hoe onderdelen van het systeem interactie met elkaar kunnen hebben.

Kennis en vaardigheden

Leerlingen leren:

(definiëren van systemen)

- verschillende onderdelen van een systeem te herkennen.
- verschillende interacties van een systeem te herkennen.
- zowel natuurlijke als gemaakte systemen als systeem te herkennen.

(werking van systemen)

- samenwerking tussen losse onderdelen van een systeem te herkennen.
- input, output, transport en omzetting in een systeem te herkennen.
- interactie tussen systemen te herkennen.
- de invloeden op een systeem te beschrijven als (heel) snel of (heel) langzaam.
- een systeem in evenwicht te beschrijven met behulp van twee (tegenovergestelde) invloeden die in balans zijn (te denken valt aan een badkuip die vol en leeg loopt, een wip of kikkers die geboren en opgegeten worden in een vijver).
- te benoemen of de uitkomst van een proces hetzelfde is als waar je mee begon (kringloop).

Fase 2 (po bovenbouw)

Inleiding

De denkwijze 'systemen' geeft inzicht in de complexe werkelijkheid door onderdelen en hun interacties als een geheel te bekijken. De bouwsteen omvat het kunnen definiëren van een systeem en de werking van een systeem. Om in systemen te kunnen denken, is het nodig om af te bakenen wat het systeem is waar je naar kijkt. Welke grenzen handig zijn, hangt af van het doel van de beschrijving: om faseovergangen te beschrijven is het voldoende een molecuul als een geheel te beschouwen, maar om chemische reacties te beschrijven moeten ook de atomen beschreven worden. Een gedefinieerd systeem kan vervolgens beschreven worden aan de hand van omzettingen, transport, stabiliteit, verandering en kringlopen. In de bovenbouw van het po gaan leerlingen inzien dat het systeem als geheel eigenschappen kan hebben die elk onderdeel apart niet heeft en dat de werking en interactie van onderdelen daarvoor zorgen.

**Kennis en vaardigheden**

Leerlingen leren:

(definiëren van systemen)

- een systeem te herkennen als een groep gerelateerde onderdelen die samen een geheel vormen, waarbij het geheel eigenschappen kan hebben die elk onderdeel apart niet heeft.
- een systeem te herkennen als zijnde een groter systeem met subsystemen en/of een subsysteem van een groter systeem.
- te herkennen of een systeem dat op korte termijn stabiel lijkt, over een langere periode toch verandert.

(werking van systemen)

- de verschillende onderdelen en interacties van een systeem beschrijven.
- input, output, transport en omzetting in een systeem te beschrijven.
- de invloed op korte of lange termijn te beschrijven van een verandering van binnen of buiten het systeem op het systeem zelf.
- een systeem in evenwicht te beschrijven met behulp van twee of meer (tegenovergestelde) invloeden die samen in balans zijn.
- het effect van positieve en negatieve feedbackmechanismen in technische en natuurlijke systemen te beschrijven (te denken valt aan thermostaat).
- te benoemen of binnen een systeem sprake is van kringloop (circulair) en/of transport (lineair).

Bouwsteen VO onderbouw

Inleiding

De denkwijze 'systemen' geeft inzicht in de complexe werkelijkheid door onderdelen en hun interacties als een geheel te bekijken. De bouwsteen omvat het kunnen definiëren van een systeem en de werking van een systeem. Om in systemen te kunnen denken, is het nodig om af te bakenen wat het systeem is waar je naar kijkt. Welke grenzen handig zijn, hangt af van het doel van de beschrijving: om faseovergangen te beschrijven is het voldoende een molecuul als een geheel te beschouwen, maar om chemische reacties te beschrijven moeten ook de atomen beschreven worden. Een gedefinieerd systeem kan vervolgens beschreven worden aan de hand van omzettingen, transport, stabiliteit, verandering en kringlopen. In de onderbouw van het vo gaan leerlingen modellen gebruiken om een systeem te analyseren. Met creativiteit kunnen leerlingen interacties beschrijven vanuit energie-, materie-, en informatiestromen.

Kennis en vaardigheden

Leerlingen leren:

(definiëren van systemen)

- de verschillende onderdelen en interacties van complexere systeem te herkennen.
- te analyseren of een systeem een onderdeel is van een groter systeem of zelf subsystemen heeft.
- verklaringen te geven voor stabiliteit en verandering binnen een systeem door naar verschillende tijd- en ruimteschalen te kijken (te denken valt aan moleculaire of atomaire schaal).

(werking van systemen)

- input, output, transport, omzetting en de relaties daartussen in een systeem en bijbehorende subsystemen te beschrijven.
- een systeem vanuit energie-, materie-, en informatiestromen te beschrijven.
- gevolgen te voorspellen wanneer een systeem, onderdeel en/of interactie verstoord worden.



- een systeem in evenwicht te beschrijven met behulp van twee of meer (tegenovergestelde) invloeden die samen in balans zijn.
- te analyseren en voorspellen of een feedbackmechanisme in een technisch of natuurlijk systeem voor positieve of negatieve feedback zorgt.
- een proces binnen een systeem te beschrijven als circulair of lineair.

CONCEPT



4.3 Schaal, verhouding en hoeveelheid

Bouwsteen PO

Fase 1 (po onderbouw)

Inleiding

De denkwijze 'schaal, verhouding en hoeveelheid' geeft inzicht in de orde van grootte van verschijnselen en het gebruik van verhoudingen op verschillende schaalniveaus. De bouwsteen omvat het kunnen werken met grootheden en eenheden. Op verschillende schaalniveaus zijn verschillende eenheden meer of minder handig om te gebruiken. Veel belangrijke grootheden, zoals snelheid (afstand en tijd) en druk (kracht en contactoppervlak) zijn gebaseerd op verhoudingen die zowel op kwalitatieve als kwantitatieve manier te bepalen, beschrijven en te vergelijken zijn. Heel veel verschijnselen zijn veel te klein of te snel, of juist veel te groot of te traag om waar te kunnen nemen. Daarom zijn methodes nodig die rekening houden met het schaalniveau. In de onderbouw van het po gaan leerlingen spelenderwijs grootheden en eenheden die ze in hun directe omgeving tegenkomen gebruiken en vergelijken.

Kennis en vaardigheden

Leerlingen leren:

(grootheden en eenheden)

- grootheden en eenheden te gebruiken die in hun directe omgeving van toepassing zijn.
- grootheden en eenheden aan elkaar te verbinden.

(verhouding en verschillende schaalniveaus)

- eenheden te kiezen die passen bij verschillende schaalniveaus (te denken valt aan het klaslokaal meten in meters of centimeters of je leeftijd meten in jaren of dagen)

(kwantitatief en kwalitatief)

- meetbare eigenschappen in hun directe omgeving kwalitatief te beschrijven.
- meetbare eigenschappen in hun directe omgeving kwantitatief te bepalen en noteren.
- meetbare eigenschappen in hun directe omgeving kwalitatief en kwantitatief te vergelijken.

Fase 2 (po bovenbouw)

Inleiding

De denkwijze 'schaal, verhouding en hoeveelheid' geeft inzicht in de orde van grootte van verschijnselen en het gebruik van verhoudingen op verschillende schaalniveaus. De bouwsteen omvat het kunnen werken met grootheden en eenheden. Op verschillende schaalniveaus zijn verschillende eenheden meer of minder handig om te gebruiken. Veel belangrijke grootheden, zoals snelheid (afstand en tijd) en druk (kracht en contactoppervlak) zijn gebaseerd op verhoudingen die zowel op kwalitatieve als kwantitatieve manier te bepalen, beschrijven en te vergelijken zijn. Heel veel verschijnselen zijn veel te klein of te snel, of juist veel te groot of te traag om waar te kunnen nemen. Daarom zijn methodes nodig die rekening houden met het schaalniveau. In de bovenbouw van het po ervaren leerlingen dat we allerlei soorten grootheden en eenheden gebruiken om onszelf uit te drukken en dat de eenheid moet passen bij het schaalniveau waarop je werkt.

Kennis en vaardigheden

Leerlingen leren:

(grootheden en eenheden)

- grootheden en eenheden te gebruiken die veelvuldig van toepassing zijn.



- meerdere eenheden aan een grootheid te verbinden. (te denken valt aan km en m aan lengte, of kg en g aan massa)

(verhouding en verschillende schaalniveaus)

- informatie te halen uit de verhouding tussen verschillende grootheden (te denken valt aan snelheid als de verhouding van de afgelegde afstand tot de afgelegde tijd of prijs per product als verhouding tussen totale prijs en hoeveelheid gekochte producten).
- de beschrijving van een evenredige relatie op verschillende schaalniveaus aan elkaar te relateren (te denken valt aan: er kunnen niet 7 kinderen per week geboren worden en 3 kinderen per dag)
- eenheden te kiezen die passen bij verschillende schaalniveaus.
- beseffen dat er hele kleine en hele grote objecten en organismen bestaan (te denken valt aan huisstofmijt en planeten)
- beseffen dat tijd in zeer kleine momenten of zeer grote perioden te beschrijven is.
- beseffen dat verschijnselen die op één schaal waarneembaar zijn mogelijk niet op een andere schaal waarneembaar zijn.

(kwantitatief en kwalitatief)

- meetbare eigenschappen die veelvuldig van toepassing zijn kwalitatief te beschrijven.
- meetbare eigenschappen die veelvuldig van toepassing zijn kwantitatief te bepalen en noteren.
- meetbare eigenschappen die veelvuldig van toepassing zijn kwalitatief en kwantitatief te vergelijken.

Bouwsteen VO onderbouw

Inleiding

De denkwijze 'schaal, verhouding en hoeveelheid' geeft inzicht in de orde van grootte van verschijnselen en het gebruik van verhoudingen op verschillende schaalniveaus. De bouwsteen omvat het kunnen werken met grootheden en eenheden. Op verschillende schaalniveaus zijn verschillende eenheden meer of minder handig om te gebruiken. Veel belangrijke grootheden, zoals snelheid (afstand en tijd) en druk (kracht en contactoppervlak) zijn gebaseerd op verhoudingen die zowel op kwalitatieve als kwantitatieve manier te bepalen, beschrijven en te vergelijken zijn. Heel veel verschijnselen zijn veel te klein of te snel, of juist veel te groot of te traag om waar te kunnen nemen. Daarom zijn methodes nodig die rekening houden met het schaalniveau. In de onderbouw van het vo gaan leerlingen vakspecifieke grootheden en eenheden gebruiken. Zo doen leerlingen praktische ervaring op met kwantitatieve en kwalitatieve verbanden tussen grootheden.

Kennis en vaardigheden

Leerlingen leren:

(grootheden en eenheden)

- vakspecifieke grootheden en eenheden te gebruiken.
- verschillende stelsels te gebruiken om te meten (te denken valt aan het SI-stelsel).

(verhouding en verschillende schaalniveaus)

- relaties te zien tussen eenheden op verschillende schaalniveaus.
- informatie te halen uit de verhouding tussen verschillende grootheden (te denken valt aan snelheid als de verhouding van de afgelegde afstand tot de afgelegde tijd of prijs per product als verhouding tussen totale prijs en hoeveelheid gekochte producten).
- eenheden te kiezen die passen bij verschillende schaalniveaus.



- beseffen dat er hele kleine en hele grote objecten en organismen bestaan (te denken valt aan huisstofmijt en planeten)
- beseffen dat tijd in zeer kleine momenten of zeer grote perioden te beschrijven is.
- beseffen dat verschijnselen en fenomenen op verschillende schaalniveaus kunnen worden waargenomen, maar niet altijd op alle.
- de waargenomen functie van natuurlijke en ontworpen systemen te relateren aan het schaalniveau waarop het wordt waargenomen.

(kwantitatief en kwalitatief)

- meetbare vakspecifieke eigenschappen kwalitatief te beschrijven.
- meetbare vakspecifieke eigenschappen kwantitatief te bepalen en noteren.
- meetbare vakspecifieke eigenschappen kwalitatief en kwantitatief te vergelijken.
- meetinstrumenten te gebruiken met eenheden die passen bij de schaal waarop het verschijnsel meetbaar is.
- relaties tussen grootheden weer te geven door het gebruik van algebraïsche uitdrukkingen en vergelijkingen.

CONCEPT



4.4 Gevolg en oorzaak

Bouwsteen PO

Fase 1 (po onderbouw)

Inleiding

De denkwijze 'gevolg en oorzaak' geeft inzicht in verbanden tussen verschillende gebeurtenissen. Je leert hierdoor verklaringen, voorspellingen en afwegingen te maken, bijvoorbeeld omtrent risico's. De bouwsteen omvat het verklaren en voorspellen van gevolgen door mogelijke oorzaken te analyseren en over verdere gevolgen, risico's en veiligheid te redeneren. Het is van belang om steeds te bepalen of een oorzaak en een bepaald gevolg daadwerkelijk met elkaar in verband staan en om te leren inschatten of een oplossing voor een probleem geen (onbedoelde) nieuwe problemen veroorzaakt. Het modelleren van oorzaak-gevolgrelaties vormt bovendien de basis van veel technologische toepassingen. In de onderbouw van het po oefenen leerlingen met relaties leggen tussen gevolg en oorzaak. Zo doen ze veel ervaringen op met risico's en veiligheid voor henzelf en hun directe omgeving.

Kennis en vaardigheden

Leerlingen leren:

(relaties en verbanden)

- zich af te vragen wat de oorzaak van een gebeurtenis is.
- verbanden te leggen tussen een waarneembare gevolgen en oorzaken.
- bewijs te verzamelen om hun eigen ideeën over oorzaken van gebeurtenissen te ondersteunen of te weerleggen.

(risico's en veiligheid)

- om gevolgen voor henzelf in te schatten en te voorspellen.
- inzien dat gebeurtenissen gevolgen kunnen hebben voor hun directe omgeving.

Fase 2 (po bovenbouw)

Inleiding

De denkwijze 'gevolg en oorzaak' geeft inzicht in verbanden tussen verschillende gebeurtenissen. Je leert hierdoor verklaringen, voorspellingen en afwegingen te maken, bijvoorbeeld omtrent risico's. De bouwsteen omvat het verklaren en voorspellen van gevolgen door mogelijke oorzaken te analyseren en over verdere gevolgen, risico's en veiligheid te redeneren. Het is van belang om steeds te bepalen of een oorzaak en een bepaald gevolg daadwerkelijk met elkaar in verband staan en om te leren inschatten of een oplossing voor een probleem geen (onbedoelde) nieuwe problemen veroorzaakt. Het modelleren van oorzaak-gevolgrelaties vormt bovendien de basis van veel technologische toepassingen. In de bovenbouw van het po maken leerlingen kennis met gevolgen die meerdere oorzaken hebben en de behoefte om bewijs te verzamelen voor vermoedens en maatregelen te nemen die risico's verkleinen.

Kennis en vaardigheden

Leerlingen leren:

(relaties en verbanden)

- zich af te vragen wat de oorzaak van een gebeurtenis is, of er meerdere oorzaken zijn en of die weer leiden tot meerdere gevolgen.
- verbanden te leggen tussen verschillende waarneembare en niet-waarneembare gevolgen en oorzaken.
- aan de hand van voorspellingen bewijs te verzamelen om hun eigen ideeën over relaties en verbanden te ondersteunen of te weerleggen.



(risico's en veiligheid)

- gevolgen voor henzelf, de directe en de indirecte omgeving in te schatten en te voorspellen.
- maatregelen te nemen om de kans, de blootstelling en/of de gevolgen van een risico te verkleinen en daarmee veiligheid te vergroten.

Bouwsteen VO onderbouw

Inleiding

De denkwijze 'gevolg en oorzaak' geeft inzicht in verbanden tussen verschillende gebeurtenissen. Je leert hierdoor verklaringen, voorspellingen en afwegingen te maken, bijvoorbeeld omtrent risico's. De bouwsteen omvat het verklaren en voorspellen van gevolgen door mogelijke oorzaken te analyseren en over verdere gevolgen, risico's en veiligheid te redeneren. Het is van belang om steeds te bepalen of een oorzaak en een bepaald gevolg daadwerkelijk met elkaar in verband staan en om te leren inschatten of een oplossing voor een probleem geen (onbedoelde) nieuwe problemen veroorzaakt. Het modelleren van oorzaak-gevolgrelaties vormt bovendien de basis van veel technologische toepassingen. In de onderbouw van het vo kunnen leerlingen complexe situaties met meer verbanden overzien en op basis van een inschatting van waarschijnlijkheden voorstellen doen voor risicobeperkende maatregelen.

Kennis en vaardigheden

Leerlingen leren:

(relaties en verbanden)

- in te schatten of gebeurtenissen daadwerkelijk plaats zullen vinden op basis van de waarschijnlijkheid van de verschillende oorzaken.
- meerdere relaties en/of verbanden te analyseren en daarbij onderscheid te maken tussen verschillende waarneembare en niet-waarneembare gevolgen en oorzaken.
- aan de hand van voorspellingen, gestructureerd bewijs te verzamelen om relaties en verbanden te ondersteunen of te weerleggen.

(risico's en veiligheid)

- situaties te analyseren en vervolgens maatregelen te nemen om de kans, de blootstelling en/of de gevolgen van een risico te verkleinen en daarmee veiligheid te vergroten.



4.5 Doel-middel

Bouwsteen PO

Fase 1 (po onderbouw)

Inleiding

De denkwijze 'doel-middel' geeft inzicht in de wijze waarop objecten zijn ontworpen of organismen zijn gevormd. Hij helpt je bij het ontwerpen en aanpassen van gemaakte objecten. De bouwsteen 'doel-middel' omvat dat organismen en natuurlijke en gemaakte objecten een doel en/of functie hebben. Deze functies worden vaak ondersteund of stellen eisen aan de vorm en structuur. Ook de eigenschappen van stoffen en materialen worden bepaald door hun structuur en vorm. Door relaties te leggen tussen doel, vorm, functie, eigenschap en structuur, kunnen keuzes gemaakt worden bij het ontwerpen van verschillende objecten. In de onderbouw van het po verwonderen leerlingen zich over functies van onderdelen van organismen en objecten en hoe vorm of structuur gerelateerd zijn aan die functies.

Kennis en vaardigheden

Leerlingen leren:

(doel - functie)

- zich af te vragen wat de functie en/of doel is van onderdelen van organismen en objecten in de directe omgeving.

(functie - vorm/structuur)

- vormen en structuren te herkennen die (niet) geschikt zijn voor een bepaalde functie.

(vorm/structuur - eigenschappen)

- Van materialen en voorwerpen uit hun directe omgeving beschrijven hoe hun eigenschappen afhangen van hun vorm en/of structuur (te denken valt aan: een knuffel is zacht door een pluizige vacht).

Fase 2 (po bovenbouw)

Inleiding

De denkwijze 'doel-middel' geeft inzicht in de wijze waarop objecten zijn ontworpen of organismen zijn gevormd. Hij helpt je bij het ontwerpen en aanpassen van gemaakte objecten. De bouwsteen 'doel-middel' omvat dat organismen en natuurlijke en gemaakte objecten een doel en/of functie hebben. Deze functies worden vaak ondersteund of stellen eisen aan de vorm en structuur. Ook de eigenschappen van stoffen en materialen worden bepaald door hun structuur en vorm. Door relaties te leggen tussen doel, vorm, functie, eigenschap en structuur, kunnen keuzes gemaakt worden bij het ontwerpen van verschillende objecten. In de onderbouw van het po verwonderen leerlingen zich over de doelmatige functies van onderdelen van organismen en objecten en hoe de vorm of structuur gerelateerd zijn aan die functies.

In de bovenbouw van het po verwonderen leerlingen zich over de functies van onderdelen van organismen en objecten. Ze beschrijven hoe de vorm en/of structuur gerelateerd zijn aan die functies.

Kennis en vaardigheden

Leerlingen leren:

(doel - functie)

- de functie van onderdelen van organismen en natuurlijke/gemaakte objecten te herkennen.



- beseffen dat functies van natuurlijke en gemaakte objecten ontworpen en aangepast kunnen worden om een bepaald doel te dienen.

(functie - vorm/structuur)

- te verklaren hoe de vorm en structuur in relatie staat tot de functie van organismen en natuurlijke en gemaakte objecten.
- te beschrijven hoe de functie-eisen van objecten van invloed zijn op keuzes voor de vorm en/of structuur.

(vorm/structuur - eigenschappen)

- De eigenschappen van materialen verklaren aan de hand van hun vorm en/of structuur (te denken valt aan het verklaren van de fases met een molecuulmodel^{8.1})
- beseffen dat eigenschappen van materialen ontworpen en/of aangepast kunnen worden.

Bouwsteen VO onderbouw

Inleiding

De denkwijze 'doel-middel' geeft inzicht in de wijze waarop objecten zijn ontworpen of organismen zijn gevormd. Hij helpt je bij het ontwerpen en aanpassen van gemaakte objecten. De bouwsteen 'doel-middel' omvat dat organismen en natuurlijke en gemaakte objecten een doel en/of functie hebben. Deze functies worden vaak ondersteund of stellen eisen aan de vorm en structuur. Ook de eigenschappen van stoffen en materialen worden bepaald door hun structuur en vorm. Door relaties te leggen tussen doel, vorm, functie, eigenschap en structuur, kunnen keuzes gemaakt worden bij het ontwerpen van verschillende objecten. In de onderbouw van het po verwonderen leerlingen zich over de doelmatige functies van onderdelen van organismen en objecten en hoe de vorm of structuur gerelateerd zijn aan die functies.

In de onderbouw van het vo analyseren leerlingen organismen en objecten aan de hand van functie, vorm, structuur en eigenschappen. Ze doen voorstellen voor aanpassingen of verbeteringen van objecten.

Kennis en vaardigheden

Leerlingen leren:

(doel - functie)

- de onderdelen van organismen en natuurlijke en gemaakte objecten te analyseren en te benoemen of ze een functie hebben en, zo ja, welke.
- aanpassingen van organismen aan de (leef)omgeving die zich over langere tijd hebben afgespeeld te herkennen.
- aanpassingen van functies van objecten die zijn gedaan om een bepaald doel te dienen te herkennen

(functie - vorm/structuur)

- vormen en structuren op hele grote en hele kleine schaalniveaus te benoemen (te denken valt aan universum, atoom).
- de vorm en structuur van organismen en natuurlijke en gemaakte objecten te analyseren en te benoemen of ze zijn aangepast aan de functie en, zo ja, hoe.
- op basis van functie-eisen van objecten verklaringen te geven voor de vorm en/of structuur.
- redeneren over het ontwerpen en aanpassen van de vorm en/of structuur met oog op de functies van gemaakte objecten.

(vorm/structuur - eigenschappen)

- beseffen dat eigenschappen van materialen ontworpen en/of aangepast kunnen worden.



- veranderende structuren en eigenschappen van samengevoegde materialen te herkennen.

CONCEPT



Grote opdracht 5: Signalen & 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, processen in organismen, moderne communicatietechnologie en robotica.

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

Deze grote opdracht bestaat uit drie bouwstenen: golven en straling, signaalverwerking in het organisme en automatische systemen.

De bouwsteen golven en straling kent de groeirichtingen:

- licht
- straling
- geluid en golven

De bouwsteen signaalverwerking in het organisme kent de groeirichtingen:

- zintuigen
- neurale regulatie
- hormonale regulatie

De bouwsteen automatische systemen kent de groeirichtingen:

- robotica
- sensoren en actuatoren
- verwerkers



5.1 Golven en straling

Bouwsteen PO

Fase 1 (po onderbouw)

Inleiding

De bouwsteen "Golven en straling" gaat over wat golven zijn en straling is, waar ze voorkomen en hoe er gebruik van gemaakt kan worden. In de directe omgeving van de leerling zijn overal vormen van golven en straling aanwezig. Daarom is kennis over de aard van licht, geluid en straling noodzakelijk. Het helpt bovendien om te begrijpen hoe bronnen en detectieapparaten werken, hoe je deze verstandig en veilig kunt gebruiken en hoe je je kunt beschermen tegen geluidshinder, verblinding en schade door onzichtbare straling. In de onderbouw van het po maken leerlingen spelenderwijs kennis met licht(golven) en geluid(sgolven) en hun effecten, binnen hun eigen omgeving.

Kennis en vaardigheden

Leerlingen leren:

- Over mogelijke schadelijke effecten van licht en geluid voor jezelf en hoe je je er tegen kunt beschermen.

(licht)

- over lichtbronnen, eenvoudige eigenschappen van licht en hun effecten (te denken valt aan weerkaatsing en schaduw).

(geluid en golven)

- over eenvoudige eigenschappen van geluid (te denken valt aan toonhoogte en volume).
- over de relatie tussen geluidsbronnen, trillingen en geluid.

Fase 2 (po bovenbouw)

Inleiding

De bouwsteen "Golven en straling" gaat over wat golven zijn en straling is, waar het voorkomt en hoe er gebruik van gemaakt kan worden. In de directe omgeving van de leerling zijn overal vormen van golven en straling aanwezig. Daarom is kennis over de aard van licht, geluid en straling noodzakelijk. Het helpt bovendien om te begrijpen hoe bronnen en detectieapparaten werken, hoe je deze verstandig en veilig kunt gebruiken en hoe je je kunt beschermen tegen geluidshinder, verblinding en schade door onzichtbare straling. In de bovenbouw van het po maken leerlingen kennis met onzichtbare straling, en gaan meer eigenschappen van licht en geluid ontdekken.

Kennis en vaardigheden

Leerlingen leren:

- over de schade die licht, geluid en straling kunnen toebrengen aan ons en onze omgeving. En over wat voor verschillende manieren er zijn om je te beschermen.

(licht)

- over de breking van licht (te denken valt aan lenzen en het splitsen in kleuren).

(straling)

- over zichtbare en onzichtbare straling (te denken valt aan röntgenstraling, uv-straling, licht, warmtestraling).

(geluid & golven)

- over het tegenhouden of juist versterken van geluid en wat voor materialen je daarvoor kunt gebruiken.



Bouwsteen VO onderbouw

Inleiding

De bouwsteen "Golven en straling" gaat over wat golven zijn en straling is, waar het voorkomt en hoe er gebruik van gemaakt kan worden. In de directe omgeving van de leerling zijn overal vormen van golven en straling aanwezig. Daarom is kennis over de aard van licht, geluid en straling noodzakelijk. Het helpt bovendien om te begrijpen hoe bronnen en detectieapparaten werken, hoe je deze verstandig en veilig kunt gebruiken en hoe je je kunt beschermen tegen geluidshinder, verblinding en schade door onzichtbare straling. In de onderbouw van het vo maken leerlingen kennis met de verschillen en overeenkomsten tussen licht, geluid, straling en golven.

Kennis en vaardigheden

Leerlingen leren:

(Licht)

- over toepassingen van de breking en reflectie van licht (te denken valt aan brillen, glasvezelkabels).
- over de voortplanting van licht en mogelijke verschijnselen bij de overgang van het ene naar het andere medium (te denken valt aan weerkaatsing en absorptie).

(Straling)

- over verschillende soorten straling en hun doordringend vermogen.
- over de toepassingen van straling (te denken valt aan röntgenfoto, wifi).
- over de schadelijkheid van straling in relatie tot tijdsduur en afstand.

(Geluid & golven)

- Over stoffen die nodig zijn om geluid te verplaatsen.
- over de relatie tussen volume, toonhoogte, frequentie en amplitude.
- over geluidsbelasting in relatie tot tijdsduur en afstand.



5.2 Signaalverwerking in het organisme

Bouwsteen PO

Fase 1 (po onderbouw)

Inleiding

De bouwsteen "signaalverwerking in het organisme" gaat over hoe je lichaam informatie haalt uit de omgeving en verwerkt. Alles om je heen heeft invloed op je lichaam. De zintuigen halen data binnen uit de omgeving, je hersenen verwerken die tot informatie en je lijf reageert daarop. Daarom is het belangrijk dat je weet hoe deze systemen werken. Want zo kun je je reactie op de signalen en prikkels begrijpen en beïnvloeden. In de onderbouw van het po maken leerlingen kennis met de verschillende zintuigen die je gebruikt om de wereld om je heen te begrijpen.

Kennis en vaardigheden

Leerlingen leren:

(zintuigen)

- over de vijf zintuigen en wat voor soort informatie ze ontvangen.
- over de rol die de informatie van zintuigen kan spelen (te denken valt aan waarschuwingen).

(neurale regulatie)

- over de rol van de hersenen bij het verwerken van prikkels.
- over verschillende reacties van je lichaam op interne en externe prikkels.

Fase 2 (po bovenbouw)

Inleiding

De bouwsteen "signaalverwerking in het organisme" gaat over hoe je lichaam informatie haalt uit de omgeving en verwerkt. Alles om je heen heeft invloed op je lichaam. De zintuigen halen data binnen uit de omgeving, je hersenen verwerken die tot informatie en je lijf reageert daarop. Daarom is het belangrijk dat je weet hoe deze systemen werken. Want zo kun je je reactie op de signalen en prikkels begrijpen en beïnvloeden. In de bovenbouw van het po maken leerlingen kennis met de relaties tussen de zintuigen onderling en tussen zintuigen en het neurale systeem.

Kennis en vaardigheden

Leerlingen leren:

(zintuigen)

- over het gebruiken van informatie van meerdere zintuigen samen om een beter beeld te krijgen van de omgeving.
- over overeenkomsten en verschillen tussen zintuigen bij dieren en mensen.
- over hulpmiddelen voor niet goed functionerende zintuigen.

(neurale regulatie)

- over de relatie tussen zintuigen, hersenen en de rest van het lichaam.
- over prikkels die van binnenuit het lichaam komen (te denken valt aan hongergevoel).

(hormonale regulatie)

- over de rol van hormonen in de puberteit (te denken valt aan menstruatie en groei)

Bouwsteen VO onderbouw

Inleiding

De bouwsteen "signaalverwerking in het organisme" gaat over hoe je lichaam informatie haalt uit de omgeving en verwerkt. Alles om je heen heeft invloed op je lichaam. De



zintuigen halen data binnen uit de omgeving, je hersenen verwerken die tot informatie en je lijf reageert daarop. Daarom is het belangrijk dat je weet hoe deze systemen werken. Want zo kun je je reactie op de signalen en prikkels begrijpen en beïnvloeden. In de onderbouw van het vo maken leerlingen kennis met de fysieke werking van de systemen voor signaalverwerking in het menselijk lichaam.

Kennis en vaardigheden

Leerlingen leren:

(zintuigen)

- over de fysieke werking van zintuigen.
- over de grenzen van het menselijk gehoor en zicht.

(neurale regulatie)

- over de opbouw van het zenuwstelsel en de rol die het speelt in het verplaatsen van informatie in het lichaam.
- over de invloed van middelen op neurale regulatie.

(hormonale regulatie)

- over de fysieke werking van het hormoonstelsel.
- over de rol van hormonen in het doorlopen van levensfasen.
- over de rol en uitwerking van hormonen op andere plaatsen in het lichaam (te denken valt aan adrenaline, cortisol)



5.3 Automatische systemen

Bouwsteen PO

Fase 1 (po onderbouw)

Inleiding

De bouwsteen "automatische systemen" bestaat uit wat een automatisch systeem is, hoe je ze herkent en hoe je ze gebruikt. Onder automatische systemen worden machines of producten verstaan die, vaak met behulp van elektronica, automatisch handelingen kunnen verrichten. In verschillende situaties en overal om je heen kom je automatische systemen tegen. Automatische systemen maken het leven makkelijker doordat zij taken (deels)zelfstandig, en vaak sneller en nauwkeuriger, uitvoeren. Deze systemen hebben invloed op je en jij hebt invloed op hen. Kennis over deze systemen is daarom belangrijk. Binnen automatische systemen zit ook veel techniek, waar je je niet altijd bewust van bent. De belangrijkste elementen van automatische systemen zijn sensoren, verwerkers, actuatoren en verbindingen. In de onderbouw van het po maken de leerlingen kennis met voorbeelden van automatische systemen in hun directe omgeving.

Kennis en vaardigheden

Leerlingen leren:

(robotica)

- over verschillende apparaten in hun directe omgeving en dat die allerlei vormen van techniek bevatten en automatisch kunnen handelen.

(sensoren en actuatoren)

- over sensoren in hun directe omgeving die voor een reactie zorgen (te denken valt aan bewegingsgevoelige lamp, automatische deur)
- over overeenkomsten en verschillen tussen sensoren en zintuigen.

Fase 2 (po bovenbouw)

Inleiding

De bouwsteen "automatische systemen" bestaat uit wat een automatisch systeem is, hoe je ze herkent en hoe je ze gebruikt. Onder automatische systemen worden machines of producten verstaan die, vaak met behulp van elektronica, automatisch handelingen kunnen verrichten. In verschillende situaties en overal om je heen kom je automatische systemen tegen. Automatische systemen maken het leven makkelijker doordat zij taken (deels)zelfstandig, en vaak sneller en nauwkeuriger, uitvoeren. Deze systemen hebben invloed op je en jij hebt invloed op hen. Kennis over deze systemen is daarom belangrijk. Binnen automatische systemen zit ook veel techniek, waar je je niet altijd bewust van bent. De belangrijkste elementen van automatische systemen zijn sensoren, verwerkers, actuatoren en verbindingen. In de bovenbouw van het po maken de leerlingen kennis met de hoofdelementen van de automatische systemen en verkennen het bouwen van eenvoudige systemen.

Kennis en vaardigheden

Leerlingen leren:

(robotica)

- over de rol van sensoren, verwerkers, actuatoren en verbindingen in automatische systemen.
- over de basisbeginselen van programmeren van een automatisch systeem.
- over het herkennen, gebruiken en beïnvloeden van automatische systemen.



(sensoren en actuatoren)

- over verschillende soorten sensoren en hun functie (te denken valt aan sensoren voor beweging, geluid, licht, warmte).
- over het aansturen van apparaten door sensoren en feedback-mechanismen.

Bouwsteen VO onderbouw

Inleiding

De bouwsteen "automatische systemen" bestaat uit wat een automatisch systeem is, hoe je ze herkent en hoe je ze gebruikt. Onder automatische systemen worden machines of producten verstaan die, vaak met behulp van elektronica, automatisch handelingen kunnen verrichten. In verschillende situaties en overal om je heen kom je automatische systemen tegen. Automatische systemen maken het leven makkelijker doordat zij taken (deels)zelfstandig, en vaak sneller en nauwkeuriger, uitvoeren. Deze systemen hebben invloed op je en jij hebt invloed op hen. Kennis over deze systemen is daarom belangrijk. Binnen automatische systemen zit ook veel techniek, waar je je niet altijd bewust van bent. De belangrijkste elementen van automatische systemen zijn sensoren, verwerkers, actuatoren en verbindingen. In de onderbouw van het vo leren de leerlingen verschillende sensoren en actuatoren te kiezen, gebruiken en programmeren.

Kennis en vaardigheden

Leerlingen leren:

(robotica)

- over de samenwerking tussen automatische systemen.

(sensoren en actuatoren)

- over het gebruik van elektrische schakelingen om actuatoren te maken.
- over het combineren van verwerkers, sensoren en actuatoren tot automatische systemen.
- over elektrische componenten die als sensor of actuator kunnen dienen (te denken valt aan diode, elektromotor)

(verwerkers)

- over de relatie tussen programmeerbare eenheden en verwerkers.
- over vaste structuren in computerprogramma's voor automatische systemen.^{DG}
- over overeenkomsten in werking tussen verschillende programmeertalen (visueel of tekstueel).^{DG}



Grote opdracht 6: Energie & wisselwerking

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 effecten van krachten op beweging, werking van spierstelsels, en magnetisme. De grote opdracht geeft ook inhoud aan energie, energiebehoud en energieomzettingen.

Deze grote opdracht bestaat uit drie bouwstenen: kracht, energie en voedsel.

De bouwsteen kracht kent de groeirichtingen:

- kracht en beweging
- kracht in constructies
- gebruik maken van krachten
- aantrekkende en afstotende krachten
- kracht in het lichaam

De bouwsteen energie kent de groeirichtingen:

- energienetwerken
- energieomzettingen
- energiegebruik
- schakelingen

De bouwsteen voeding kent de groeirichtingen:

- voedselproductie
- voedingsstoffen
- stofwisseling



6.1 Kracht

Bouwsteen PO

Fase 1 (po onderbouw)

Inleiding

De bouwsteen kracht bestaat uit wat kracht is, waar het voorkomt en hoe er gebruik van gemaakt kan worden. In heel veel verschillende situaties spelen krachten een belangrijke rol. Daarom is kennis over krachten belangrijk. Krachten en hun effecten zijn soms duidelijk zichtbaar en soms niet. Ze komen namelijk voor in bewegingen, maar ook in (stilstaande) constructies; in de natuurlijke en gemaakte wereld en in je eigen lichaam. Je kunt krachten manipuleren, met bijvoorbeeld katrollen en hefbomen, zodat ze je helpen om je doel te bereiken. In de onderbouw van het po maken leerlingen spelenderwijs kennis met krachten en hun effecten.

Kennis en vaardigheden

Leerlingen leren:

(kracht en beweging)

- over verschillende vormen van beweging en hoe ze ontstaan (te denken valt aan glijden, rollen, cirkelbeweging)

(kracht in constructies)

- over stabiliteit in speelgoedconstructies (te denken valt aan de bouwhoek).

(aantrekkende en afstotende krachten)

- over krachten zonder contact tussen de voorwerpen die kracht op elkaar uitoefenen (te denken valt aan: zwaartekracht en magnetisme).

(kracht in het lichaam)^{B&S}

- over de rol die botten en spieren hebben in de stevigheid en beweging van het menselijk lichaam
- over het uitoefenen van krachten met je lichaam en welke invloed deze krachten hebben.

Fase 2 (po bovenbouw)

Inleiding

De bouwsteen kracht bestaat uit wat kracht is, waar het voorkomt en hoe er gebruik van gemaakt kan worden. In heel veel verschillende situaties spelen krachten een belangrijke rol. Daarom is kennis over krachten belangrijk. Krachten en hun effecten zijn soms duidelijk zichtbaar en soms niet. Ze komen namelijk voor in bewegingen, maar ook in (stilstaande) constructies; in de natuurlijke en gemaakte wereld en in je eigen lichaam. Je kunt krachten manipuleren, met bijvoorbeeld katrollen en hefbomen, zodat ze je helpen om je doel te bereiken. In de bovenbouw van het po wordt het concept kracht benoemd en uitgediept zodat leerlingen het kunnen gebruiken om verschillende verschijnselen met elkaar te verbinden.

Kennis en vaardigheden

Leerlingen leren:

(kracht en beweging)

- over beweging door afstand en tijd te meten.

(kracht in constructies)

- over stevigheid in constructies (te denken valt aan driehoeksconstructie, verspringen bij metselen, breed grondvlak)

(gebruik maken van krachten)



- over draaipunt, last en kracht en het gebruik hiervan bij hefboomen in de omgeving (te denken valt aan deurklink, schaar, slagboom).

(aantrekkende en afstotende krachten)

- over krachten zonder contact tussen voorwerpen die kracht op elkaar uitoefenen (te denken valt aan: zwaartekracht en elektrostatische kracht).

(kracht in het lichaam)^{B&S}

- over verschillende bewegingen van het menselijk lichaam en de rol die (trek)krachten hierin spelen (te denken valt aan het aanspannen en ontspannen van spieren).

Bouwsteen VO onderbouw

Inleiding

De bouwsteen kracht bestaat uit wat kracht is, waar het voorkomt en hoe er gebruik van gemaakt kan worden. In heel veel verschillende situaties spelen krachten een belangrijke rol. Daarom is kennis over krachten belangrijk. Krachten en hun effecten zijn soms duidelijk zichtbaar en soms niet. Ze komen namelijk voor in bewegingen, maar ook in (stilstaande) constructies; in de natuurlijke en gemaakte wereld en in je eigen lichaam. Je kunt krachten manipuleren, met bijvoorbeeld katrollen en hefboomen, zodat ze je helpen om je doel te bereiken. In de onderbouw van het vo wordt het concept kracht geformaliseerd en worden algemene regels over de eigenschappen en effecten van krachten geïntroduceerd.

Kennis en vaardigheden

Leerlingen leren:

(kracht en beweging)

- over kracht en beweging door afstand, tijd en kracht te meten.
- over het effect van kracht op beweging (te denken valt aan: in balans, versnellen, vertragen, van richting veranderen).

(kracht in constructies)

- over het effect van krachten op de vorm van materialen (te denken valt aan duw- en trekkrachten en het bekijken van de som van verschillende krachten).

(gebruik maken van krachten)

- over hulpmiddelen die grootte en richting van krachten kunnen beïnvloeden (te denken valt aan hefboom, katrol, scherp snijvlak).

(aantrekkende en afstotende krachten)

- over de wederzijdsheid van aantrekkende en afstotende krachten tussen verschillende voorwerpen (te denken valt aan zwaartekracht en magnetisme).

(kracht in het lichaam)^{B&S}

- over het ontstaan van beschadigingen aan het (menselijk) bewegingsapparaat (te denken valt aan: gescheurde pees, arm uit de kom, zweepslag)



6.2 Energie

Bouwsteen PO

Fase 1 (po onderbouw)

Inleiding

De bouwsteen energie bestaat uit wat energie is, hoe er in energiebehoefte wordt voorzien en hoe er gebruik van gemaakt kan worden; energie uit voedsel wordt expliciet behandeld in bouwsteen 6.3. Energie komt in verschillende vormen voor (warmte, beweging, licht, elektrische energie). Sommige van die vormen kun je niet zo makkelijk gebruiken, omdat ze lastig op te slaan of te transporteren zijn. Vaak zetten we dus deze vormen van energie om in elektrische energie, die wel makkelijk te transporteren is (zoals de beweging van wind die in een windmolen omgezet wordt in elektrische energie) of chemische energie, die makkelijk op te slaan is (zoals een batterij). In de onderbouw van het po verkennen leerlingen het begrip energie en ervaren ze veel gebruikte vormen van energie.

Kennis en vaardigheden

Leerlingen leren:

(energienetwerk)

- over veel voorkomende energiebronnen (te denken valt aan brandstof, wind, zon, batterij, boterham_{6,3})

(energieomzetting)

- over de verschillende vormen van energie (te denken valt aan warmte, beweging, licht)

(energiegebruik)

- over het energiegebruik van veel gebruiksvoorwerpen.
- over de relatie tussen energie en verwarmen.

(schakelingen)

- over stroomkringen en waar deze in hun omgeving voorkomen.

Fase 2 (po bovenbouw)

Inleiding

De bouwsteen energie bestaat uit wat energie is, hoe er in energiebehoefte wordt voorzien en hoe er gebruik van gemaakt kan worden; energie uit voedsel wordt expliciet behandeld in bouwsteen 6.3. Energie komt in verschillende vormen voor (warmte, beweging, licht, elektrische energie). Sommige van die vormen kun je niet zo makkelijk gebruiken, omdat ze lastig op te slaan of te transporteren zijn. Vaak zetten we dus deze vormen van energie om in elektrische energie, die wel makkelijk te transporteren is (zoals de beweging van wind die in een windmolen omgezet wordt in elektrische energie) of chemische energie, die makkelijk op te slaan is (zoals een batterij). In de bovenbouw van het po wordt het concept energie uitgediept zodat leerlingen afwegingen kunnen maken over het gebruik en opwekken van energie. Ze maken spelenderwijs kennis met stroomkringen.

Kennis en vaardigheden

Leerlingen leren:

(energienetwerk)

- over voor- en nadelen van energiebronnen. (te denken valt aan vervuiling, kosten, opraken grondstof)
- over transport van energie van bron naar gebruiker en gebruiksvoorwerp.



(energie omzetting)

- over het omzetten van de ene vorm van energie in een andere (te denken valt aan de omzetting bewegingsenergie naar elektrische energie (windmolen), chemische energie naar bewegingsenergie (auto)).

(energiegebruik)

- over het verschil in energieverbruik van gebruiksvoorwerpen
- over het rendement van isolatie (te denken van aan de hoeveelheid energie die je bespaart bij het verwarmen van een geïsoleerd huis).

(schakelingen)

- over het gebruik van vertakkingen in, en verschillende, stroomkringen (groepen) in huis.
- over de rol van bronnen, schakelaars en apparaten in een stroomkring.

Bouwsteen VO onderbouw

Inleiding

De bouwsteen energie bestaat uit wat energie is, hoe er in energiebehoefte wordt voorzien en hoe er gebruik van gemaakt kan worden; energie uit voedsel wordt expliciet behandeld in bouwsteen 6.3. Energie komt in verschillende vormen voor (warmte, beweging, licht, elektrische energie). Sommige van die vormen kun je niet zo makkelijk gebruiken, omdat ze lastig op te slaan of te transporteren zijn. Vaak zetten we dus deze vormen van energie om in elektrische energie, die wel makkelijk te transporteren is (zoals de beweging van wind die in een windmolen omgezet wordt in elektrische energie) of chemische energie, die makkelijk op te slaan is (zoals een batterij). In de onderbouw van het vo onderzoeken leerlingen uitdagingen voor de energievoorziening. Ze onderbouwen hun bevindingen met berekeningen en maken spelenderwijs kennis met elektrische componenten.

Kennis en vaardigheden

Leerlingen leren:

(energienetwerk)

- over afwegingen die energievoorziening met zich mee brengt (te denken valt aan de opslag van energie en verschillende manieren van opwekken en hun rendement).

(energieomzetting)

- over de wet van behoud van energie, in relatie tot rendement.

(energiegebruik)

- over de werking van energiegebruikers in huis (te denken valt aan CV-installatie en koelkast)
- over het (rekenkundige) verband tussen vermogen, energiegebruik en energiekosten.
- over manieren om energieverlies te beperken en zo het rendement te verhogen.

(schakelingen)

- over veiligheidsvoorzieningen in de elektrische huisinstallatie.
- over componenten die gebruikt kunnen worden om de werking van schakelingen te beïnvloeden, rekening houdend met de functie van de schakeling (te denken valt aan de componenten LED en dimmer).



6.3 Voeding

Bouwsteen PO

Fase 1 (po onderbouw)

Inleiding

De bouwsteen voeding bestaat uit wat voedsel is, hoe het wordt geproduceerd en hoe het (menselijk) lichaam voeding omzet, voedingsstoffen binnen het lichaam transporteert en gebruikt. Voeding is een belangrijk onderdeel van het (over)leven, omdat het zorgt voor energie en groei. Maar voeding kan je lichaam ook op negatieve wijze beïnvloeden, doordat je te veel of te weinig van een bepaalde voedingsstof binnen krijgt. Onze voeding wordt tegenwoordig op een grote verscheidenheid van manieren gemaakt, maar door het kant en klare aanbod is vaak niet meer te zien waar het vandaan komt of hoe het gemaakt is. In de onderbouw van het po verkennen leerlingen wat verschillende soorten voeding zijn, waar het vandaan komt en wat het met je lichaam doet.

Kennis en vaardigheden

Leerlingen leren:

(Voedselproductie)

- over de (voornamelijk) dierlijke en plantaardige herkomst van voeding
- over herkomst en (globale) verwerkingsstappen van dagelijkse voedingsproducten

(Voedingsstoffen)

- over het belang van voeding voor energie en groei^{7.1}
- over het indelen van voeding in functionele categorieën (te denken valt aan groente, fruit, vlees en zuivel)
- over hoeveelheden en momenten waarop voeding wordt ingenomen (te denken valt aan porties en frequentie en ontbijt, lunch en diner).

(stofwisseling)

- over de algemene relatie tussen inname van voeding en de energievoorziening in het lichaam^{7.1}.

Fase 2 (po bovenbouw)

Inleiding

De bouwsteen voeding bestaat uit wat voeding is, hoe het wordt geproduceerd en hoe het (menselijk) lichaam voeding omzet, voedingsstoffen binnen het lichaam transporteert en gebruikt. Voeding is een belangrijk onderdeel van het (over)leven, omdat het zorgt voor energie en groei. Maar voeding kan je lichaam ook op negatieve wijze beïnvloeden, doordat je te veel of te weinig van een bepaalde voedingsstof binnen krijgt. Onze voeding wordt tegenwoordig op een grote verscheidenheid van manieren gemaakt, maar door het kant en klare aanbod is vaak niet meer te zien waar het vandaan komt of hoe het gemaakt is. In de bovenbouw van het po gaan leerlingen kijken naar de samenstelling van voeding en de rol van verschillende voedingsstoffen.

Kennis en vaardigheden

Leerlingen leren:

(Voedselproductie)

- Over de seizoens- en/of regiogebondenheid van voedselproductie.

(Voedingsstoffen)

- over het koolhydraat-, vet- en eiwitgehalte van dagelijkse voedingsmiddelen.
- over de functie van koolhydraten, vetten en eiwitten in het lichaam.



(stofwisseling)

- over de omzetting van voedingsstoffen in relatie tot de energievoorziening in het lichaam en de rol van zuurstof hierin^{7.1,8.1} (verbranding).

Bouwsteen VO onderbouw

Inleiding

De bouwsteen voeding bestaat uit wat voeding is, hoe het wordt geproduceerd en hoe het (menselijk) lichaam voeding omzet, voedingsstoffen binnen het lichaam transporteert en gebruikt. Voeding is een belangrijk onderdeel van het (over)leven, omdat het zorgt voor energie en groei. Maar voeding kan je lichaam ook op negatieve wijze beïnvloeden, doordat je te veel of te weinig van een bepaalde voedingsstof binnen krijgt. Onze voeding wordt tegenwoordig op een grote verscheidenheid van manieren gemaakt, maar door het kant en klare aanbod is vaak niet meer te zien waar het vandaan komt of hoe het gemaakt is. In de onderbouw van het vo onderzoeken leerlingen uitdagingen ten aanzien van voedselvoorziening en bouwen ze aan hun kennis over diversiteit van voedingsstoffen.

Kennis en vaardigheden

Leerlingen leren:

(Voedselproductie)

- over mogelijke neveneffecten van voedselproductie (te denken valt aan dierenwelzijn, biobrandstoffen, effect op ecosystemen, bemesting en gifstoffen).
- over fotosynthese bij planten en de relatie met voedsel- en energievoorziening.

(Voedingsstoffen)

- over een grotere verscheidenheid van voedingsstoffen en hun effecten (te denken valt aan vezels, verzadigde en onverzadigde vetten, vitamines, mineralen).

(Stofwisseling)

- over de functie van enzymen in de energievoorziening in het menselijk lichaam^{7.1}.



Grote opdracht 7: Overleven van Organismen

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 bijvoorbeeld drinkwater of ze leveren grondstoffen, voedsel of medicijnen. Acties van de mens kunnen de biodiversiteit zowel vergroten als verkleinen.

Technologische ontwikkelingen geven bovendien steeds meer mogelijkheden om als mens invloed uit te oefenen op de natuurlijke wereld.

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 organismen binnen ecosystemen.

Dit hangt samen met voortplanting en reproductie, seksualiteit, hoe eigenschappen van generatie op generatie worden doorgegeven.

Deze grote opdracht bestaat uit drie bouwstenen: Instandhouding van een organisme, relaties tussen organismen, en leefomgeving en biodiversiteit. Deze laatste bouwsteen wordt gedeeld met de grote opdracht Aarde & Klimaat.

De bouwsteen instandhouding van een organisme kent de groeirichtingen:

- groei, ontwikkeling en voortbestaan
- verdedigingsmechanismen
- erfelijkheid

De bouwsteen relaties tussen organismen kent de groeirichtingen:

- interactie soortgenoten
- interactie verschillende soorten

De bouwsteen leefomgeving en biodiversiteit kent de groeirichtingen:

- landschappen
- evolutie



7.1 Instandhouding van een organisme

Bouwsteen PO

Fase 1 (po onderbouw)

Inleiding

Deze bouwsteen bestaat uit kennis over hoe individuele organismen zichzelf in stand kunnen houden en daardoor kunnen overleven. Om te begrijpen hoe een organisme zichzelf in stand houdt en in stand gehouden wordt, is het van belang dat je kennis hebt over groei, ontwikkeling en het voortbestaan van organismen. Ook heb je kennis nodig over de mechanismen waarmee organismen zichzelf verdedigen tegen bedreigingen van buitenaf en over die erfelijke factoren spelen bij de instandhouding van organismen. In de onderbouw van het po ontdekken leerlingen welke factoren belangrijk zijn voor de groei, ontwikkeling en het voortbestaan van planten en dieren, zoals verdedigingsmechanismen en erfelijkheid.

Kennis en vaardigheden

Leerlingen leren:

(Groei, ontwikkeling en voortbestaan)

- over de bouwplannen van planten en dieren (te denken valt aan wortels, stengels en bladeren; kop, romp en poten)
- over de levensfasen in de levenscyclus van planten en dieren
- over het bestaan van voortplantingscellen bij planten en dieren
- over de opname, transport en afvoer van stoffen in planten en dieren (in samenhang met bouwsteen voeding-voedingsstoffen)

(Verdedigingsmechanismen)

- over verscheidenheid van verdedigingsmechanismen van planten en dieren tegen bedreigingen van buitenaf (te denken valt aan stekels, gifstoffen, dikke huid, camouflage)
- over de mogelijkheid dat planten en dieren ziek kunnen worden als het verdedigingsmechanisme faalt
- over het zelfherstellend vermogen van planten en dieren
- over algemene hygiënemaatregelen waarmee de verdediging van de mens vergroot kan worden (te denken valt aan het wassen van handen)

(Erfelijkheid)

- over overeenkomsten en verschillen tussen waarneembare eigenschappen van zichzelf en die van hun familieleden
- over overeenkomsten en verschillen tussen waarneembare eigenschappen bij planten en dieren uit hun eigen omgeving

Fase 2 (po bovenbouw)

Inleiding

Deze bouwsteen bestaat uit kennis over hoe individuele organismen zichzelf in stand kunnen houden en daardoor kunnen overleven. Om te begrijpen hoe een organisme zichzelf in stand houdt en in stand gehouden wordt, is het van belang dat je kennis hebt over groei, ontwikkeling en het voortbestaan van organismen. Ook heb je kennis nodig over de mechanismen waarmee organismen zichzelf verdedigen tegen bedreigingen van buitenaf en over die erfelijke factoren spelen bij de instandhouding van organismen. In de bovenbouw van het po onderzoeken leerlingen belangrijke factoren voor ontwikkeling en voortbestaan van organismen. Leerlingen verwonderen zich over variaties tussen individuele organismen.

**Kennis en vaardigheden**

Leerlingen leren:

(Groei, ontwikkeling en voortbestaan)

- over (in hoofdlijnen) kenmerkende verschillen van het bouwplan van planten en gewervelde dieren
- over typerende uiterlijke en gedragskenmerken van organismen die zich in een bepaalde levensfase bevinden
- over welke voortplantingscellen planten of dieren maken om zichzelf te kunnen voortplanten.
- over de rol die orgaanstelsels spelen bij planten en dieren als het gaat om aanvoer, transport en afvoer van stoffen (te denken valt aan longen, hart en bloedsomloop) en de omzetting van voedingsstoffen (te denken valt aan spijsvertering) (in samenhang met bouwsteen voeding (GO2)).

(Verdedigingsmechanismen)

- over verschillende soorten ziekteverwekkers en de daarbij horende symptomen.
- over de organen en cellen die betrokken zijn bij de verdediging tegen ziekteverwekkers
- over het herstellend vermogen van planten en dieren
- over de bijdrage van hygiëne en medische toepassingen aan de verdediging tegen en de bestrijding van ziektes.

(Erfelijkheid)

- over de combinatie van erfelijke factoren en omgevingsfactoren die voor de waarneembare eigenschappen (fenotype) van een organisme zorgt
- over verwantschap tussen individuen op basis van erfelijk materiaal (DNA)
- over het onderscheiden van interne en externe oorzaken van het ontstaan van erfelijke afwijkingen in planten of dieren

Bouwsteen VO onderbouw

Inleiding

Deze bouwsteen bestaat uit kennis over hoe individuele organismen zichzelf in stand kunnen houden en daardoor kunnen overleven. Om te begrijpen hoe een organisme zichzelf in stand houdt en in stand gehouden wordt, is het van belang dat je kennis hebt over groei, ontwikkeling en het voortbestaan van organismen. Ook heb je kennis nodig over de mechanismen waarmee organismen zichzelf verdedigen tegen bedreigingen van buitenaf en over die erfelijke factoren spelen bij de instandhouding van organismen. In de onderbouw van het vo relateren de leerlingen processen ten behoeve van groei, ontwikkeling en voortbestaan aan het instandhouden van alle typen organismen.

Kennis en vaardigheden

Leerlingen leren:

(Groei, ontwikkeling en voortbestaan)

- over kenmerken in het bouwplan van bacteriën, schimmels, planten en dieren, inclusief de celbouw
- over de levensfasen van planten en dieren (te denken valt aan de embryonale ontwikkeling en lichamelijke ontwikkeling tijdens de puberteit).
- over het verband tussen groei, ontwikkeling en voortbestaan enerzijds en neurale en hormonale regulatie (link naar GO1) anderzijds
- over de functie van orgaanstelsels, de daarin voorkomende weefsels en cellen bij planten en dieren met betrekking tot aanvoer, transport en afvoer van stoffen (samenhang GO2 bouwsteen voeding).



(Verdedigingsmechanismen)

- over externe en interne oorzaken van ziektes (te denken valt aan ziekteverwekkers of kanker) en over het mechanisme van mogelijke behandel- en geneeswijzen.
- over strategieën van ziekteverwekkers om de verdediging van planten of dieren te passeren en over manieren om de verdediging tegen ziekteverwekkers (kunstmatig) te versterken.
- over de fasen van verdediging bij de mens, de cellen die hierbij betrokken zijn en de symptomen van het activeren van de verdediging
- over (wereldwijde) effecten van hygiënemaatregelen (te denken valt aan reductie van ziektes of toename van allergieën)

(Erfelijkheid)

- over opslag van erfelijk materiaal in bacteriën, plantaardige en dierlijke cellen
- over het verband tussen variatie in erfelijk materiaal en uiterlijke kenmerken
- over erfelijke ziektes (te denken valt aan het aantonen in DNA en genezen)
- over mogelijke oorzaken en gevolgen van mutaties in erfelijk materiaal.
- over de (on)mogelijkheden om doelmatig aan te sturen op veranderingen in erfelijk materiaal (te denken valt aan veredeling en biotechnologie)



7.2 Relatie tussen organismen

Bouwsteen PO

Fase 1 (po onderbouw)

Inleiding

Deze bouwsteen gaat over interactie tussen organismen van dezelfde soort en interactie tussen organismen van verschillende soorten. Om de functie van deze twee typen interactie voor het overleven van soorten te begrijpen, heb je kennis nodig over gedrag, seksualiteit, voortplanting, voedselrelaties en concurrentie. In de onderbouw van het po verwonderen leerlingen zich over de interactie van planten en dieren uit hun eigen omgeving.

Kennis en vaardigheden

Leerlingen leren:

(interactie soortgenoten)

- over interactie tussen soortgenoten via communicatiesignalen^{5.2}
- over verschillende soorten relaties bij mensen (te denken valt aan man-vrouw, man-man en vrouw-vrouw)
- over de interacties bij planten en dieren die nodig zijn voor het krijgen van nakomelingen.

(interactie verschillende soorten)

- over voedselrelaties die bestaan tussen verschillende planten- en diersoorten in de eigen leefomgeving

Fase 2 (po bovenbouw)

Inleiding

Deze bouwsteen gaat over interactie tussen organismen van dezelfde soort en interactie tussen organismen van verschillende soorten. Om de functie van deze twee typen interactie voor het overleven van soorten te begrijpen, heb je kennis nodig over gedrag, seksualiteit, voortplanting, voedselrelaties en concurrentie. In de bovenbouw van het po herkennen leerlingen de functie en rol van verschillende soorten interactie bij planten en dieren in hun eigen leefomgeving voor het vergroten van hun overlevingskansen.

Kennis en vaardigheden

Leerlingen leren:

(interactie soortgenoten)

- over samenwerking en concurrentie tussen soortgenoten
- over de verschillende functies van gedrag passend bij de soort
- over diversiteit bij mensen op het gebied van seksualiteit en gender
- over geslachtelijke en ongeslachtelijke voortplanting bij planten en dieren
- over fysiologische verschillen tussen mannen en vrouwen met betrekking tot voortplanten en voorbehoedsmiddelen

(interactie verschillende soorten)

- over voedselrelaties die bestaan tussen soorten in verschillende landschappen waardoor een voedselweb wordt gevormd
- over de afhankelijkheid (concurrentie en samenwerking) van soorten ten opzichte van elkaar met betrekking tot voedsel
- over hoe coöperatie tussen planten en dieren kan bijdragen aan de voortplantingskansen
- over parasitaire relaties tussen soorten (symbiose)



Bouwsteen VO onderbouw

Inleiding

Deze bouwsteen gaat over interactie tussen organismen van dezelfde soort en interactie tussen organismen van verschillende soorten. Om de functie van deze twee typen interactie voor het overleven van soorten te begrijpen, heb je kennis nodig over gedrag, seksualiteit, voortplanting, voedselrelaties en concurrentie.

In de onderbouw van het vo leggen leerlingen een verband tussen de interacties bij planten en dieren en het vergroten van hun overlevingskans.

Kennis en vaardigheden

Leerlingen leren:

(interactie soortgenoten)

- over signalen die leiden tot bepaald gedrag^{5.2}
- over interactie tussen soortgenoten op populatieniveau
- over seksuele relaties tussen mensen
- over het verband tussen de wijze van voortplanten (ongeslachtelijk en geslachtelijk) en de mate van erfelijke variatie (bij alle typen organismen)
- over technieken waarmee geslachtelijke en ongeslachtelijke voortplanting op kunstmatige wijze kan plaatsvinden

(interactie verschillende soorten)

- over de verschillende trofische niveaus in voedselrelaties
- over invloeden van exoten op een ecosysteem
- over alle symbiotische relaties tussen soorten



7.3/9.3 Leefomgeving en biodiversiteit

Bouwsteen PO

Fase 1 (po onderbouw)

Inleiding

Deze bouwsteen gaat over de relatie tussen leefomgeving, het leven van organismen en biodiversiteit en ook over de langzame verandering van soorten in relatie met hun omgeving. Om de relatie tussen leefomgeving, het leven van organismen en biodiversiteit te zien, is het belangrijk dat je kennis hebt over landschappen en de interactie tussen soorten organismen. Kennis over evolutie helpt je om te zien hoe populaties geleidelijk veranderen en van elkaar gaan verschillen, en hoe dit in interactie met de leefomgeving kan leiden tot verandering van soorten. In de onderbouw van het po ervaren de leerlingen in wat voor soort landschap zij leven en verwonderen zij zich over hoe planten en dieren en hun bouwplan passen bij hun leefomgeving.

Kennis en vaardigheden

Leerlingen leren:

(landschappen)

- over planten en dieren die in hun directe leefomgeving voorkomen
- over kenmerken die verschillende landschappen in hun directe omgeving hebben
- over het verschil in leefplekken en schuilplaatsen voor planten en dieren.

(evolutie)

- over hoe planten, dieren en hun bouwplannen passen bij hun leefomgeving.

Fase 2 (po bovenbouw)

Inleiding

Deze bouwsteen gaat over de relatie tussen leefomgeving, het leven van organismen en biodiversiteit en ook over de langzame verandering van soorten in relatie met hun omgeving. Om de relatie tussen leefomgeving, het leven van organismen en biodiversiteit te zien, is het belangrijk dat je kennis hebt over landschappen en de interactie tussen soorten organismen. Kennis over evolutie helpt je om te zien hoe populaties geleidelijk veranderen en van elkaar gaan verschillen, en hoe dit in interactie met de leefomgeving kan leiden tot verandering van soorten. In de bovenbouw van het po ontdekken leerlingen organismen die aangepast zijn aan diverse landschappen en verwonderen zij zich over de verandering van het leven tijdens de geschiedenis van de aarde.

Kennis en vaardigheden

Leerlingen leren:

(landschappen)

- over verschillen tussen organismen in diverse landschappen
- over verschillende landschappen in Nederland
- over verschillende ecosystemen in landschappen (te denken valt aan bossen, weilanden en duinen).
- over relaties tussen en combinaties van menselijke en natuurlijke factoren in landschappen in Nederland.

(evolutie)

- over samenhang tussen uiterlijke kenmerken van planten, dieren en mensen in relatie tot verschillende leefomgevingen
- over planten en dieren die uitsterven of uitgestorven zijn door veranderingen in hun omgeving (te denken valt aan ontbossing)



- over veranderingen van planten en dieren gedurende de geschiedenis van de aarde (te denken valt aan het onderzoeken van fossielen)

Bouwsteen VO onderbouw

Inleiding

Deze bouwsteen gaat over de relatie tussen leefomgeving, het leven van organismen en biodiversiteit en ook over de langzame verandering van soorten in relatie met hun omgeving. Om de relatie tussen leefomgeving, het leven van organismen en biodiversiteit te zien, is het belangrijk dat je kennis hebt over landschappen en de interactie tussen soorten organismen. Kennis over evolutie helpt je om te zien hoe populaties geleidelijk veranderen en van elkaar gaan verschillen, en hoe dit in interactie met de leefomgeving kan leiden tot verandering van soorten. In de onderbouw van het vo ontdekken leerlingen welke landschappen er wereldwijd zijn en hoe deze zijn ontstaan. Daarnaast maken zij nu kennis met het concept evolutie.

Kennis en vaardigheden

Leerlingen leren:

(landschappen)

- over de rol van producenten, consumenten en reducenten in ecosystemen
- over kenmerken van verschillende landschapszones wereldwijd en de relatie met de factoren uit de leefomgeving (te denken valt aan een toendragebied op de poolcirkel en een tropisch bos op de evenaar).
- over de vorming van landschappen en de invloed die de mens hierop heeft.

(evolutie)

- over natuurlijke selectie.
- over het ontstaan van nieuwe soorten.
- over de relatie tussen tijdschalen en de opeenvolging van levensvormen (te denken valt aan grote uitstervingsgolven of natuurlijke selectie over een grotere tijdschaal)
- over de verwantschap tussen bepaalde organismen (te denken valt aan het analyseren van fossielen en DNA).



Grote opdracht 8: Natuurlijke grondstoffen & 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.

Door middel van technologische innovatie kunnen we voorzien in huidige en toekomstige behoeftes wat betreft natuurlijke grondstoffen en materialen.

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.

Deze grote opdracht bestaat uit 2 bouwstenen: stoffen en reacties, en winning, productie en bewerking.

De bouwsteen stoffen en reacties kent de groeirichtingen:

- eigenschappen
- deeltjes
- fysische processen
- chemische processen

De bouwsteen winning, productie en bewerking kent de groeirichtingen:

- herkomst
- processen



8.1 Stoffen en Reacties

Bouwsteen PO

Fase 1 (po onderbouw)

Inleiding

Deze bouwsteen bestaat uit stoffen, hun eigenschappen, hun opbouw en de veranderingen, fysische en chemische, die ze door kunnen maken. De materialen om je heen hebben zeer verschillende eigenschappen. Om te begrijpen waarom iets van een bepaald materiaal is gemaakt, heb je kennis nodig van de verschillende eigenschappen. Zo kun je dan zelf ook bij het maken en ontwerpen bewust verschillende materialen te gebruiken. De eigenschappen van een materiaal kunnen uiteindelijk verklaard worden door de bouw en samenstelling van dat materiaal. Vanuit deze samenstelling is ook te verklaren waarom stoffen, soms tijdelijk en soms permanent, kunnen veranderen. In de onderbouw van het po ervaren de leerlingen welke eigenschappen materialen kunnen hebben en dat die kunnen veranderen.

Kennis en vaardigheden

Leerlingen leren:

(eigenschappen)

- over verschillende eigenschappen van materialen en stoffen (te denken valt aan geur, kleur, magnetisme, smaak en of ze drijven, zweven of zinken in water).

(deeltjes)

- over de opbouw van materialen uit kleinere deeltjes die samen de eigenschappen van het materiaal bepalen.

(processen)

- over het effect van temperatuur op materialen en stoffen (te denken valt aan het bevriezen van water, het smelten van boter en het 'stollen' van eiwit)

Fase 2 (po bovenbouw)

Inleiding

Deze bouwsteen bestaat uit stoffen, hun eigenschappen, hun opbouw en de veranderingen, fysische en chemisch, die ze door kunnen maken. De materialen om je heen hebben zeer verschillende eigenschappen. Om te begrijpen waarom iets van een bepaald materiaal is gemaakt, heb je kennis nodig van de verschillende eigenschappen. Zo kun je dan zelf ook bij het maken en ontwerpen bewust verschillende materialen te gebruiken. De eigenschappen van een materiaal kunnen uiteindelijk verklaard worden door de bouw en samenstelling van dat materiaal. Vanuit deze samenstelling is ook te verklaren waarom stoffen, soms tijdelijk en soms permanent, kunnen veranderen. In de bovenbouw van het po leren leerlingen dat faseovergangen en chemische reacties andere fenomenen zijn en dat een molecuulmodel gebruikt kan worden om de verschillen tussen fases te beschrijven.

Kennis en vaardigheden

Leerlingen leren:

(eigenschappen)

- over de verscheidenheid van materiaaleigenschappen (te denken valt aan oplosbaarheid in water, brandbaarheid, giftigheid).

(deeltjes)

- over de opbouw van stoffen uit moleculen

(fysische processen)

- over het verband tussen de opbouw van materie (moleculen) en de verschillende fases.



- over de omkeerbaarheid van faseovergangen.
(*chemische processen*)
- over de onomkeerbaarheid van chemische processen als indicator van het veranderen van de ene stof in de andere.
- over verschillende reactieverschijnselen (te denken valt aan warmteontwikkeling en kleurverandering).
- over het beschrijven van processen in ons lichaam als chemische reacties (te denken valt aan stofwisseling^{6.3})

Bouwsteen VO onderbouw

Inleiding

Deze bouwsteen bestaat uit stoffen, hun eigenschappen, hun opbouw en de veranderingen, fysische en chemisch, die ze door kunnen maken. De materialen om je heen hebben zeer verschillende eigenschappen. Om te begrijpen waarom iets van een bepaald materiaal is gemaakt, heb je kennis nodig van de verschillende eigenschappen. Zo kun je dan zelf ook bij het maken en ontwerpen bewust verschillende materialen te gebruiken. De eigenschappen van een materiaal kunnen uiteindelijk verklaard worden door de bouw en samenstelling van dat materiaal. Vanuit deze samenstelling is ook te verklaren waarom stoffen, soms tijdelijk en soms permanent, kunnen veranderen. In de onderbouw van het vo ontwikkelen leerlingen hun materiebegrip verder om zo chemische reactie op atomair niveau te kunnen beschrijven en verklaren.

Kennis en vaardigheden

Leerlingen leren:

(*eigenschappen*)

- over de opbouw van materialen uit stoffen.
- over het determineren van stoffen aan de hand van een nog grotere verscheidenheid aan eigenschappen (te denken valt aan elektrische geleiding, smeltpunt en dichtheid).

(*deeltjes*)

- over de opbouw van materie uit atomen.

(*fysische processen*)

- over het verband tussen de opbouw van materie (moleculen) en verschillende fysische processen. (te denken valt aan mengen, oplossen en destilleren).
- over het verschil tussen fysische processen en chemische processen.

(*chemische processen*)

- over de wet van behoud van massa en atoomsoort.
- over het gebruik van energie om stoffen op te bouwen tot meer complexe structuren en het vrijkomen van energie bij de afbraak van deze stoffen.
- over opbouw- en afbraakreacties in dode en levende materie (te denken valt aan fotosynthese (assimilatie) en verbranding (dissimilatie)^{6.3}).



8.2 Winning, productie en bewerking

Bouwsteen PO

Fase 1 (po onderbouw)

Inleiding

De bouwsteen bestaat uit de herkomst van grondstoffen en de processen die gebruikt kunnen worden om die grondstoffen te verwerken. Je bent dagelijks afhankelijk van grondstoffen waar materialen en producten van gemaakt zijn. Daar is een productieproces voor nodig. Waar komen die grondstoffen vandaan en hoe worden ze gewonnen? Welke bewerkingen zijn er nodig voordat een grondstof een materiaal is? De winning van natuurlijke grondstoffen, zoals water, olie en erts heeft effecten op de aarde en grondstoffen kunnen opraken. Maar materialen kunnen ook weer worden hergebruikt. Een afvalproduct uit het ene proces kan dus weer de grondstof zijn voor het andere product. In de onderbouw van het po leren de leerlingen waar materialen en grondstoffen uit hun dagelijkse omgeving vandaan kunnen komen.

Kennis en vaardigheden

Leerlingen leren:

(herkomst)

- over de herkomst van materialen (te denken aan melk komt van koeien, hout (planken) van bomen, bakstenen van klei)

(processen)

- over productieprocessen en dat deze uit meerdere stappen bestaan.

Fase 2 (po bovenbouw)

Inleiding

De bouwsteen bestaat uit de herkomst van grondstoffen en de processen die gebruikt kunnen worden om die grondstoffen te verwerken. Je bent dagelijks afhankelijk van grondstoffen waar materialen en producten van gemaakt zijn. Daar is een productieproces voor nodig. Waar komen die grondstoffen vandaan en hoe worden ze gewonnen? Welke bewerkingen zijn er nodig voordat een grondstof een materiaal is? De winning van natuurlijke grondstoffen, zoals water, olie en erts heeft effecten op de aarde en grondstoffen kunnen opraken. Maar materialen kunnen ook weer worden hergebruikt. Een afvalproduct uit het ene proces kan dus weer de grondstof zijn voor het andere product. In de bovenbouw van het po leren de leerlingen dat de winning en productie van materialen en grondstoffen neveneffecten kunnen hebben.

Kennis en vaardigheden

Leerlingen leren:

(herkomst)

- over de verschillen tussen materialen en grondstoffen (te denken valt aan hout vs. plank).
- over de herkomst en eindigheid van natuurlijke grondstoffen en over het inzetten van afval als grondstof.
- over de effecten van het gebruik van natuurlijke grondstoffen en/of productieprocessen op het milieu.

(processen)

- over het verband tussen de complexiteit van het materiaal en de hoeveelheid productiestappen die nodig zijn.
- over verschillende halffabricaten en hun productie tot eindproducten.



Bouwsteen VO onderbouw

Inleiding

De bouwsteen bestaat uit de herkomst van grondstoffen en de processen die gebruikt kunnen worden om die grondstoffen te verwerken. Je bent dagelijks afhankelijk van grondstoffen waar materialen en producten van gemaakt zijn. Daar is een productieproces voor nodig. Waar komen die grondstoffen vandaan en hoe worden ze gewonnen? Welke bewerkingen zijn er nodig voordat een grondstof een materiaal is? De winning van natuurlijke grondstoffen, zoals water, olie en erts heeft effecten op de aarde en grondstoffen kunnen opraken. Maar materialen kunnen ook weer worden hergebruikt. Een afvalproduct uit het ene proces kan dus weer de grondstof zijn voor het andere product. In de onderbouw van het vo leren de leerlingen om een productieproces vanuit meerdere perspectieven te bekijken.

Kennis en vaardigheden

Leerlingen leren:

(herkomst)

- over de herkomst en eindigheid van natuurlijke grondstoffen en over het inzetten van afval als grondstof.

(processen)

- over het bekijken van een productieproces vanuit een chemische-, natuurkundige- en een technische benadering en over het nut van het combineren van meerdere benaderingen.



Grote opdracht 9: Aarde & 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.

Deze grote opdracht bestaat uit drie bouwstenen: aarde, weer en klimaat, en biodiversiteit en leefomgeving. Deze laatste bouwsteen wordt gedeeld met de grote opdracht Overleven van Organismen. De bouwsteen aarde kent de groeirichtingen

- belang van water
- dynamiek van gesteente
- veerkracht van gebieden

De bouwsteen weer en klimaat kent de groeirichtingen

- impact van weersverschijnselen
- weerpatronen
- klimaat en veranderingen

De bouwsteen leefomgeving en biodiversiteit kent de groeirichtingen

- landschappen
- evolutie



9.1 Aarde

Bouwsteen PO

Fase 1 (po onderbouw)

Inleiding

De bouwsteen aarde gaat over het belang van water, de functie van gesteente en de veerkracht van gebieden. De aarde waarop je leeft verandert voortdurend onder invloed van organismen, natuurlijke processen van binnenuit de aarde (endogeen) en processen van buitenaf (exogeen). Samen vormen ze het complexe en steeds veranderend 'systeem aarde'. Met kennis over deze processen, zoals de invloed van water, kun je (mee)praten over de gevolgen van veranderingen in het systeem aarde. Het stelt je in staat om na te denken over eventuele maatregelen die jij en de maatschappij kunnen nemen om ervoor te zorgen dat we nu en in de toekomst veilig kunnen leven. In de onderbouw van het po ervaren leerlingen de verscheidenheid aan gesteente, soorten water en bodem- en grondsoorten.

Kennis en vaardigheden

Leerlingen leren:

(belang van water)

- over de diversiteit van water in de eigen omgeving (te denken valt aan sloten, zeeën, rivieren, grondwater en kanalen).

(dynamiek van gesteente)

- over de verscheidenheid aan gesteente (te denken valt aan klei, zand, rotsen en bakstenen).

(veerkracht van gebieden)

- over de kenmerken van bodem- en grondsoorten (te denken valt aan doorlaatbaarheid, organismen/bodemdieren, afval)

Fase 2 (po bovenbouw)

Inleiding

De bouwsteen aarde gaat over het belang van water, de functie van gesteente en de veerkracht van gebieden. De aarde waarop je leeft verandert voortdurend onder invloed van organismen, natuurlijke processen van binnenuit de aarde (endogeen) en processen van buitenaf (exogeen). Samen vormen ze het complexe en steeds veranderend 'systeem aarde'. Met kennis over deze processen, zoals de invloed van water, kun je (mee)praten over de gevolgen van veranderingen in het systeem aarde. Het stelt je in staat om na te denken over eventuele maatregelen die jij en de maatschappij kunnen nemen om ervoor te zorgen dat we nu en in de toekomst veilig kunnen leven. In de bovenbouw van het po worden het begrip van systeem aarde verder uitgediept, zodat leerlingen verbindingen kunnen leggen en de behoefte aan en urgentie van menselijke interventies begrijpen.

Kennis en vaardigheden

Leerlingen leren:

(belang van water)

- over de functie van waterwerken in Nederland in relatie tot de waterkringloop. (te denken valt aan riolering en uiterwaarden)

(dynamiek van gesteente)

- over de beginselen van platentektoniek (te denken valt aan gebergtevorming en aardbevingen)
- over de werking van wind, water en ijs op gesteente (te denken valt aan rivieren, glooiende heuvels en Hunnenbedden)



(veerkracht van gebieden)

- over kenmerken van gebieden (te denken valt aan de ligging, het reliëf en de ondergrond)^{7.3/9.3}
- over natuurlijke gevaren in de eigen omgeving en in de wereld. (te denken valt aan overstroming, vulkaanuitbarsting en lawines)

Bouwsteen VO onderbouw

Inleiding

De bouwsteen aarde gaat over het belang van water, de functie van gesteente en de veerkracht van gebieden. De aarde waarop je leeft verandert voortdurend onder invloed van organismen, natuurlijke processen van binnenuit de aarde (endogeen) en processen van buitenaf (exogeen). Samen vormen ze het complexe en steeds veranderend 'systeem aarde'. Met kennis over deze processen, zoals de invloed van water, kun je (mee)praten over de gevolgen van veranderingen in het systeem aarde. Het stelt je in staat om na te denken over eventuele maatregelen die jij en de maatschappij kunnen nemen om ervoor te zorgen dat we nu en in de toekomst veilig kunnen leven. In de onderbouw van het vo leren leerlingen over de complexe samenhang van 'systeem aarde' en bedenken ze creatieve oplossingen voor prangende vraagstukken.

Kennis en vaardigheden

Leerlingen leren:

(belang van water)

- over waterveiligheid in Nederland. (te denken valt aan stormvloedkering)

(dynamiek van gesteente)

- over platentektoniek (te denken valt aan ontstaan van continenten)
- over gesteentekringloop en processen aan het aardoppervlak (te denken valt aan verwering, erosie en sedimentatie)

(veerkracht van gebieden)

- over maatregelen die de kwetsbaarheid van gebieden verlagen ten aanzien van natuurlijk gevaren. (te denken valt aan aardbevingsbestendig bouwen, dijk aanleg en waarschuwingssystemen)



9.2 Weer en klimaat

Bouwsteen PO

Fase 1 (po onderbouw)

Inleiding

De bouwsteen weer en klimaat gaat over de impact van weersverschijnselen, weerpatronen en klimaat en veranderingen. De aarde waarop je leeft verandert voortdurend onder invloed van organismen, natuurlijke processen van binnenuit de aarde (endogeen) en processen van buitenaf (exogeen). Samen vormen ze het complexe en steeds veranderend 'systeem aarde'. Processen van buitenaf die van invloed zijn op het weer en klimaat hebben een grote invloed op jouw leven op aarde. Tegelijkertijd heeft het leven ook invloed op veranderingen in het weer en klimaat. Je eigen ervaringen zijn de basis om verder te leren over patronen waarlangs weer, klimaat en klimaatverandering zich voltrekken en over natuurkundige wetten die deze patronen verklaren. In de onderbouw van het po maken leerlingen vanuit verwondering en ervaring kennis met weersverschijnselen.

Kennis en vaardigheden

Leerlingen leren:

(impact van weersverschijnselen)

- over verschillende aanpassingen in het dagelijks leven gerelateerd aan het weer en de seizoenen (te denken valt aan dakgoten, kleding, afvoerputten en isolatie).

(weerpatronen)

- over weersverschijnselen uit de eigen omgeving (te denken valt aan regen, zon en sneeuw)
- over kenmerken van de seizoenen (te denken valt aan warm en koud, en de lengte van de dag)^{10.2}.

Fase 2 (po bovenbouw)

Inleiding

De bouwsteen weer en klimaat gaat over de impact van weersverschijnselen, weerpatronen en klimaat en veranderingen. De aarde waarop je leeft verandert voortdurend onder invloed van organismen, natuurlijke processen van binnenuit de aarde (endogeen) en processen van buitenaf (exogeen). Samen vormen ze het complexe en steeds veranderend 'systeem aarde'. Processen van buitenaf die van invloed zijn op het weer en klimaat hebben een grote invloed op jouw leven op aarde. Tegelijkertijd heeft het leven ook invloed op veranderingen in het weer en klimaat. Je eigen ervaringen zijn de basis om verder te leren over patronen waarlangs weer, klimaat en klimaatverandering zich voltrekken en over natuurkundige wetten die deze patronen verklaren. In de bovenbouw van het po worden de concepten weer en klimaat uitgediept, zodat leerlingen ze kunnen gebruiken om verschillende verschijnselen met elkaar te verbinden.

Kennis en vaardigheden

Leerlingen leren:

(impact van weersverschijnselen)

- over verschillende aanpassingen op grotere schaal aan weer en seizoenen (te denken valt aan de afvoer van oppervlaktewater en waterbekkens in droge gebieden).

(weerpatronen)

- over weerpatronen in de eigen omgeving (te denken valt aan overheersende windrichting en -stromen, temperatuurverschillen tussen dag en nacht).
- over oceanen en de waterkringloop (te denken valt aan oceaanstromingen, ontstaan van wolken en neerslag).



(klimaat en veranderingen)

- over kenmerken van klimaten in verschillende gebieden (te denken valt aan warm en koud, nat en droog, en land- en zeeklimaat).

Bouwsteen VO onderbouw

Inleiding

De bouwsteen weer en klimaat gaat over de impact van weersverschijnselen, weerpatronen en klimaat en veranderingen. De aarde waarop je leeft verandert voortdurend onder invloed van organismen, natuurlijke processen van binnenuit de aarde (endogeen) en processen van buitenaf (exogeen). Samen vormen ze het complexe en steeds veranderend 'systeem aarde'. Processen van buitenaf die van invloed zijn op het weer en klimaat hebben een grote invloed op jouw leven op aarde. Tegelijkertijd heeft het leven ook invloed op veranderingen in het weer en klimaat. Je eigen ervaringen zijn de basis om verder te leren over patronen waarlangs weer, klimaat en klimaatverandering zich voltrekken en over natuurkundige wetten die deze patronen verklaren. In de onderbouw van het vo leren leerlingen over de samenhang van het klimaat met systeem aarde en bedenken ze creatieve oplossingen voor prangende vraagstukken als het omgaan met klimaatverandering.

Kennis en vaardigheden

Leerlingen leren:

(impact van weersverschijnselen)

- over oceanen en waterkringlopen (te denken valt aan loef- en lijzijde)

(klimaat en veranderingen)

- over het herkennen van aanpassingen in het dagelijks leven aan klimaat en klimaatverandering (te denken valt aan lokale, nationale en internationale maatregelen).
- over klimaatfactoren (te denken valt aan hoogtegraad, afstand tot de zee en hoogte ten opzichte van de zeespiegel).
- over de oorzaken van klimaatverandering.
- over de gevolgen van klimaatverandering in verschillende gebieden op korte en lange termijn (te denken valt aan zeespiegelstijging, extreem weer, droogte)



7.3/9.3 Leefomgeving en biodiversiteit

Deze bouwsteen wordt gedeeld met grote opdracht 7 en is daar te vinden.

CONCEPT



Grote opdracht 10: Heelal & 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 houden 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.

Deze grote opdracht bestaat uit twee bouwstenen: heelal, oorsprong en hemellichamen, en tijd en ritmes. De bouwsteen heelal, oorsprong en hemellichamen kent de groeirichtingen

- de planeet aarde
- zonnestelsel, heelal
- reizen in de ruimte

De bouwsteen tijd en ritmes kent de groeirichtingen

- ritmes in tijd
- plaatsbepaling
- verschijnselen



10.1 Heelal, oorsprong en hemellichamen

Bouwsteen PO

Fase 1 (po onderbouw)

Inleiding

De bouwsteen heelal, oorsprong en hemellichamen bestaat uit het verkennen van de verschillende hemellichamen en hun samenhang. De zon, de maan en de sterren zijn (vrijwel) dagelijks zichtbaar, maar zijn voor de meeste mensen niet tastbaar. Dat roept verwondering op: hoe ver weg zijn de sterren? Kun je reizen naar de maan, of naar het verleden of de toekomst? Hoe is de aarde ontstaan? Is er leven buiten de aarde? Als je weet wat de hemellichamen zijn en hoe ze elkaar beïnvloeden, leer je op welke van deze vragen de mensheid al een antwoord heeft en op welke nog niet. In de onderbouw van het po maken leerlingen kennis met hemellichamen die met het blote oog zichtbaar zijn en leren ze ernaar te kijken als 'gewone voorwerpen'.

Kennis en vaardigheden

Leerlingen leren:

(de planeet aarde)

- over de vorm van de aarde, de zon en de maan.
- over het bestuderen van de aarde (te denken valt aan observaties vanuit vliegtuig, ruimtestation of raket)
- over de zwaartekracht op aarde^{6.1}.

(zonnestelsel, heelal)

- over de (hemel)lichamen die met het blote oog waarneembaar zijn (te denken valt aan zon, maan, sterren en satellieten).

(reizen in de ruimte)

- Over eenvoudige voorwaarden die nodig zijn voor ruimtereizen (te denken valt aan een astronaut die tijdens zijn reis een speciaal ruimtepak moet dragen).

Fase 2 (po bovenbouw)

Inleiding

De bouwsteen heelal, oorsprong en hemellichamen bestaat uit het verkennen van de verschillende hemellichamen en hun samenhang. De zon, de maan en de sterren zijn (vrijwel) dagelijks zichtbaar, maar zijn voor de meeste mensen niet tastbaar. Dat roept verwondering op: hoe ver weg zijn de sterren? Kun je reizen naar de maan, of naar het verleden of de toekomst? Hoe is de aarde ontstaan? Is er leven buiten de aarde? Als je weet wat de hemellichamen zijn en hoe ze elkaar beïnvloeden, leer je op welke van deze vragen de mensheid al een antwoord heeft en op welke nog niet. In de bovenbouw van het po gaan leerlingen voorbij het direct waarneembare in de ruimte door te leren over planeten, de afstanden tot sterren en de geschiedenis van de aarde.

Kennis en vaardigheden

Leerlingen leren:

(de planeet aarde)

- over het ontstaan en geschiedenis van de aarde en het heelal (oerknal).

(zonnestelsel, heelal)

- over de sterren en sterrenstelsels en hun verschillende afstanden tot de aarde.
- over de beweging van hemellichamen (en objecten) die wordt bepaald door zwaartekracht.



- over manier waarmee het heelal vanaf de aarde bekeken kan worden (te denken valt aan (ruimte)telescoop en ruimtesonde).
- over verschillen tussen planeten in het zonnestelsel (te denken valt aan zwaartekracht, temperatuur, dampkring).

(reizen in de ruimte)

- over de gewichtloosheid in het heelal.
- Over de verkenning van het heelal (te denken valt aan bemande en onbemande reizen).

Bouwsteen VO onderbouw

Inleiding

De bouwsteen heelal, oorsprong en hemellichamen bestaat uit het verkennen van de verschillende hemellichamen en hun samenhang. De zon, de maan en de sterren zijn (vrijwel) dagelijks zichtbaar, maar zijn voor de meeste mensen niet tastbaar. Dat roept verwondering op: hoe ver weg zijn de sterren? Kun je reizen naar de maan, of naar het verleden of de toekomst? Hoe is de aarde ontstaan? Is er leven buiten de aarde? Als je weet wat de hemellichamen zijn en hoe ze elkaar beïnvloeden, leer je op welke van deze vragen de mensheid al een antwoord heeft en op welke nog niet. In de onderbouw van het vo gaan leerlingen filosoferen over de mens buiten de aarde: waarom zou je dat willen en wat is daarvoor nodig?

Kennis en vaardigheden

Leerlingen leren:

(de planeet aarde)

- over de (geologische) tijdschalen en het ontstaan van de aarde.

(zonnestelsel / heelal)

- over de aspecten die de bewoonbaarheid van verschillende planeten verklaren (te denken valt aan samenstelling atmosfeer, weersystemen, water).
- over de afstanden tot sterren (te denken valt aan lichtjaren).
- over de leeftijd van sterren, zoals de zon.

(reizen in de ruimte)

- over de benodigdheden om de ruimte in te komen en er te overleven (te denken valt aan brandstof, stralingsbescherming, zuurstof, water)
- over de gewichtloosheid in het heelal in relatie tot beweging (te denken valt aan gewichtloosheid in het ruimtestation door het constant vallen).



10.2 Tijd en ritmes

Bouwsteen PO

Fase 1 (po onderbouw)

Inleiding

De bouwsteen "tijd en ritmes" bestaat uit het begrijpen van de invloed van ons zonnestelsel op onze tijdsbeleving en plaatsbepaling. De Aarde draait om haar as en om de Zon, de Maan draait om de Aarde. Deze bewegingen geven het leven op Aarde de regelmaat waarmee ons leven doordrenkt is. We delen de tijd op in dag en nacht, in maanden, in jaren. We ervaren de seizoenen en begrijpen waarom het tropisch warm op de evenaar en ijskoud op de polen is. Naast het bepalen van tijdsritmes, kunnen we objecten buiten de aarde ook gebruiken om onze plek op aarde te bepalen: van het gebruiken van de zon om het zuiden te vinden tot het navigeren op basis van GPS. In de onderbouw van het po richten de leerlingen hun blik op het heelal. Ze ervaren de invloed van de zon en de aarde op ons besef van tijd en plaats en hoe wij hierop ons leven inrichten.

Kennis en vaardigheden

Leerlingen leren:

(ritmes in tijd)

- de namen van de dagen en de fases in het dag-nacht ritme.
- de namen van de maanden
- de namen en kenmerken van de seizoenen

(plaatsbepaling)

- over navigeren met behulp van de zon (te denken valt aan de relatie tussen windstreken en zonsopkomst en -ondergang).

Fase 2 (po bovenbouw)

Inleiding

De bouwsteen "Tijd en ritmes" bestaat uit het begrijpen van de invloed van ons zonnestelsel op onze tijdsbeleving en plaatsbepaling. De Aarde draait om haar as en om de Zon, de Maan draait om de Aarde. Deze bewegingen geven het leven op Aarde de regelmaat waarmee ons leven doordrenkt is. We delen de tijd op in dag en nacht, in maanden, in jaren. We ervaren de seizoenen en begrijpen waarom het tropisch warm op de evenaar en ijskoud op de polen is. Naast het bepalen van tijdsritmes, kunnen we objecten buiten de aarde ook gebruiken om onze plek op aarde te bepalen: van het gebruiken van de zon om het zuiden te vinden tot het navigeren op basis van GPS. In de bovenbouw van het po leren de leerlingen begrijpen waardoor de ritmes van de tijd bepaald worden. Ook leren ze zich herhalende verschijnselen, zoals maansverduistering, te verklaren.

Kennis en vaardigheden

Leerlingen leren:

(Ritmes in tijd)

- De effecten van de draaiing van de aarde en van de stand van de aardas (te denken valt aan de seizoenen, dag- en nachtritme en het verloop van een jaar)
- over de tijdzones

(Plaatsbepaling)

- over navigeren met behulp van instrumenten (te denken valt aan het kompas).

(Verschijnselen)

- over verschijnselen die met het blote oog zichtbaar zijn en met enige regelmaat terugkomen (te denken valt aan de zonsverduistering, de maansverduistering en de fases van de maan).



Bouwsteen VO onderbouw

Inleiding

De bouwsteen "Tijd en ritmes" bestaat uit het begrijpen van de invloed van ons zonnestelsel op onze tijdsbeleving en plaatsbepaling. De Aarde draait om haar as en om de Zon, de Maan draait om de Aarde. Deze bewegingen geven het leven op Aarde de regelmaat waarmee ons leven doordrenkt is. We delen de tijd op in dag en nacht, in maanden, in jaren. We ervaren de seizoenen en begrijpen waarom het tropisch warm op de evenaar en ijskoud op de polen is. Naast het bepalen van tijdsritmes, kunnen we objecten buiten de aarde ook gebruiken om onze plek op aarde te bepalen: van het gebruiken van de zon om het zuiden te vinden tot het navigeren op basis van GPS. In de onderbouw van het vo leren de leerlingen de getijden te verklaren. Ze leren met GPS berekeningen te maken.

Kennis en vaardigheden

Leerlingen leren:

(ritmes in tijd)

- over de invloed van de maan op de aarde (te denken valt aan de getijden)

(plaatsbepaling)

- over plaatsbepaling met behulp van satellieten (te denken valt aan het gebruik van GPS)

(verschijnselen)

- over verschijnselen die vanaf de aarde niet met het blote oog waarneembaar zijn (te denken valt aan zonnewind, zwarte gaten).



5. AANBEVELINGEN VOOR BOVENBOUW VOORTGEZET ONDERWIJS

Het ontwikkelteam Mens en Natuur geeft in samenwerking met een adviesteam van 25 vakdocenten uit de bovenbouw van vmbo en havo/vwo aanbevelingen. De aanbevelingen beschrijven op welke wijze de grote opdrachten en bijbehorende bouwstenen uitgewerkt kunnen worden in eindtermen voor vo bovenbouw. Dit is de eerste versie van deze aanbevelingen. Het team gaat uit van aanbevelingen in drie categorieën:

- Generieke aanbevelingen voor alle vakken binnen het leergebied MenN
- Aanbevelingen voor de disciplinaire vakken biologie, natuurkunde, scheikunde en aardrijkskunde
- Aanbevelingen voor discipline overstijgende vakken.

Deze aanbevelingen worden in juni 2019 verder aangevuld.

Generieke aanbevelingen

1. Zorg bij een herziening voor een eenduidige structuur. Op dit moment is de structuur en opbouw van de examenprogramma's van het vmbo enerzijds en havo/vwo anderzijds niet gelijk.
2. Houd in de structuur van het examenprogramma de vier types van beschrijven (perspectieven, denkwijzen, werkwijzen en concepten) uit dit tussenproduct aan en houd deze structuur gelijk voor de sectoren (vmbo) en profielen (hv) om op die manier een bijdrage te leveren aan een soepele doorstroming. Zorg ervoor dat er een aantal koppelingen tussen de vier types van beschrijven (concepten, perspectieven, werk- en denkwijzen) expliciet en verplicht worden voorgeschreven.
3. Bouw na de onderbouw vo voort op de perspectieven om balans tussen kwalificatie enerzijds en personificatie en socialisatie anderzijds in bovenbouw in stand te houden.
4. Zorg dat de perspectieven (gezondheid, duurzaamheid, technologie en wetenschap) herkenbaar terugkomen in het nieuwe examenprogramma. Leg hierbij de nadruk op het perspectief technologie en de werkwijze ontwerpen voor vmbo en havo en het perspectief wetenschap en de werkwijze onderzoeken voor vwo.
5. Bouw voort op de ervaringen met de meest recente vernieuwing van de examenprogramma's voor havo/vwo en de beroepsgerichte programma's voor vmbo. Geef hierbij extra aandacht aan de inbedding van de relatief nieuwe benadering met denkwijzen.
6. Gebruik denk- en werkwijzen om meer samenhang tussen de disciplines te bewerkstelligen.
7. Gebruik de denk- en werkwijzen om zowel taalgericht als rekenbewust vakonderwijs een plek te geven.
8. Zorg dat de doelen met betrekking tot het profielwerkstuk in samenhang met één of meerdere perspectieven, denkwijzen en werkwijzen worden opgebouwd.

Biedt ruimte voor verdieping in de concepten door keuze te maken voor wat betreft de concepten. Dit kan gebeuren door een aantal concepten die al aan bod zijn geweest in het nieuwe curriculum voor de onderbouw van het voortgezet onderwijs niet in het programma voor de bovenbouw op te nemen.



Aanbevelingen per vak

De aanbevelingen zijn hieronder beschreven per vak (Sk, Na, Bi, Ak). Het ontwikkelteam doet op dit moment nog geen aanbevelingen voor de vakken technologie en toepassing voor vmbo en de vakken NLT, O&O voor havo/vwo. In de komende periode zullen deze worden ontwikkeld. Waar relevant wordt een tweedeling tussen VMBO en Havo/VWO gebruikt.

Natuurkunde

Perspectieven

- De essentie van natuurkunde in de bovenbouw van zowel vmbo als havo/vwo bouwt expliciet voort op de perspectieven wetenschap, technologie en duurzaamheid. Hierin kan per profiel een andere keuze voor gebruik van perspectieven gemaakt worden.

Werkwijzen

- De essentie van natuurkunde in de bovenbouw havo/vwo bouwt expliciet voort op alle werkwijzen (onderzoeken, ontwerpen, praktische handelen en modelgebruik). De volgende werkwijzen verdienen meer aandacht in de bovenbouwprogramma's in vergelijking tot de huidige situatie:
 - De werkwijzen ontwerpen en praktisch handelen verdienen meer aandacht in het bovenbouw programma voor vmbo. Dit zijn ingangen voor motivatie bij leerlingen en dragen positief bij aan de beheersing van concepten.
 - De werkwijzen modelgebruik en ontwerpen verdienen meer aandacht in het bovenbouw programma voor zowel voor havo/vwo. Concepten kunnen vaker expliciet worden gekoppeld aan modelgebruik en -ontwerp.

Concepten

- De essentie van natuurkunde in de bovenbouw van zowel vmbo als havo/vwo bouwt ten minste voort op de bouwstenen van
 - Signalen & informatie (GO5)
 - Energie & Wisselwerking (GO6)
 - Natuurlijke grondstoffen & materialen (GO8)

Denkwijzen

- De essentie van natuurkunde in de bovenbouw voor zowel vmbo als havo/vwo bouwt expliciet en ten minste voort op de denkwijzen oorzaak en gevolg, systemen (ten gunste van bijvoorbeeld de behoudswetten) en schaal, verhouding en hoeveelheid.
 - Voor vmbo is een nadruk op de denkwijzen schaal, verhouding en hoeveelheid van belang om de toepasbaarheid van natuurkunde goed in te kunnen zetten in het vervolgonderwijs.
- Het expliciet koppelen van denkwijzen aan de concepten in de bovenbouw versterkt de onderzoekende houding van de leerling en stelt hen in staat oplossingen te zoeken voor maatschappelijke problemen, met name in samenhang met andere disciplines.



Biologie

Perspectieven

- De essentie van biologie in de bovenbouw van zowel vmbo als havo/vwo bouwt expliciet voort op de perspectieven wetenschap, technologie, duurzaamheid en gezondheid. Hierin kan per profiel (NG / NT / EM / CM) een andere keuze voor gebruik van perspectieven gemaakt worden.
- De essentie van biologie in de bovenbouw van vmbo zou in samenhang met de twee beroepsgerichte profielen vormgegeven kunnen worden.
 - Zoek samenhang met beroepsgerichte profiel zorg en welzijn door meer aandacht te geven aan het perspectief gezondheid.
 - Zoek samenhang met het beroepsgerichte profiel groen door meer aandacht te geven aan het perspectief duurzaamheid.

Werkwijzen

- De essentie van biologie in de bovenbouw havo/vwo bouwt ten minste voort op onderzoeken en modelgebruik- en ontwerp.
- De essentie van biologie in de bovenbouw vmbo bouwt ten minste voort op praktisch handelen en modelgebruik- en ontwerp.

Concepten

- De essentie van biologie in de bovenbouw havo/vwo bouwt expliciet voort op de bouwstenen van de volgende grote opdrachten:
 - Signalen & informatie
 - Energie & wisselwerking
 - Overleven van organismen
 - Natuurlijke grondstoffen & materialen
 - Heelal & tijd
- In het vak biologie voor de bovenbouw vmbo zouden de profielgebonden concepten meer aandacht kunnen krijgen.
 - Het vak biologie gekoppeld aan de sector Zorg & Welzijn verdient verdieping in
 - Signalen & informatie (GO5)
 - Overleven van organismen (GO7)
 - Het vak biologie gekoppeld aan de sector Groen verdient verdieping in:
 - Energie & wisselwerking (GO6)
 - Overleven van organismen (GO7)
 - Aarde & Klimaat (GO9)

Denkwijzen

- De essentie van biologie in de bovenbouw havo/vwo bouwt expliciet voort op patronen, systemen, schaal, verhouding en hoeveelheid, gevolg en oorzaak, en doel-middel (met name groeirichting vorm-functie) door aandacht te geven aan hoe bepaalde manieren van denken van belang zijn om complexe biologische kennis te begrijpen en te benaderen. Hieraan wordt evolutionair denken als specifieke biologische denkwijze toegevoegd.



Scheikunde

Perspectieven

- De essentie van scheikunde in de bovenbouw van havo/vwo bouwt expliciet voor op alle 4 de bouwstenen uit de perspectieven. Leerlingen leren hoe scheikundige conceptuele kennis gebruikt kan worden bij keuzes die zij moeten maken in het persoonlijke leven en bij meningsvorming binnen het maatschappelijke debat. Het huidige examenprogramma voor havo/vwo maakt in de domeinen E (innovatie en chemisch onderzoek) al een connectie G (maatschappij, chemie en technologie) een connectie tussen de perspectieven gezondheid & duurzaamheid enerzijds, en de aard van wetenschap en technologie anderzijds. Voor vmbo geven de huidige exameneenheden K4 (mens en omgeving: gebruik van stoffen), K5 (mens en omgeving: verbranding) en K6 (mens en omgeving: werken bij practicum en in beroepssituaties) gekoppeld aan de perspectieven mogelijkheden om te werken aan de keuzes die leerlingen maken bij maatschappelijke vraagstukken.

Werkwijzen

- De essentie van scheikunde in de bovenbouw bouwt expliciet voort op de werkwijzen (experimenteel) onderzoeken, praktisch handelen (in bijvoorbeeld labsetting) en het gebruik van modellen om te verklaren en te voorspellen.
 - De werkwijze ontwerpen zoals beschreven in het tussenproduct krijgt binnen het scheikunde programma een andere rol en betekenis. Het ontwerpen van modellen en het ontwerpen van (nieuwe) stoffen en materialen binnen de scheikunde vergt veel conceptuele kennis ontstaat vaak het bovenbouw niveau. Ontwerpen kan wel tot uiting komen in samenhang met andere vakken waarbij conceptuele kennis over stoffen en materialen ondersteunend is in het maken van keuzes in veel ontwerpprocessen in zijn algemeenheid. In het kader van LOB is het daarom belangrijk dat leerlingen een besef ontwikkelen van de plek die de werkwijzen ontwerpen inneemt in de innovatieve kracht van het scheikunde werkveld (perspectief technologie).
 - Voor vmbo is betekenisvol onderwijs van belang waaraan de werkwijzen praktisch handelen en onderzoeken kunnen bijdragen en hierdoor ondersteunend kunnen zijn aan hun verdere (school)loopbaan.

Concepten

- De essentie van scheikunde in de bovenbouw van zowel vmbo als havo/vwo bouwt expliciet voort op de bouwstenen uit de volgende grote opdrachten
 - Energie & wisselwerking (GO5)
 - Natuurlijke grondstoffen & materialen (GO8)
- Door inhoudelijke diepgang in de concepten te geven ontstaat de mogelijkheid om de meerwaarde en noodzaak van scheikunde als monodiscipline in multidisciplinaire contexten zichtbaar te maken.

Denkwijzen

- De essentie van scheikunde in de bovenbouw bouwt expliciet voort op alle denkwijzen en met name:
 - Op de denkwijze systemen, door zowel in te zoomen losstaande processen zoals specifieke chemische reacties als uit te zoomen naar grootschalige processen in de complexe natuur en industrie.



- Scheikunde in de bovenbouw van havo/vwo bouwt daarnaast expliciet door op de denkwijze doel-middel (met name de groeirichting structuur-eigenschap), door aandacht te geven aan het redeneren in termen van macro-micro.
- Voor vmbo is een nadruk op de denkwijze schaal, verhouding en hoeveelheid van belang om de toepasbaarheid van scheikunde goed in te kunnen zetten in het vervolgonderwijs. Voor havo/vwo dient deze denkwijze versterkt te worden in het denken over de nauwkeurigheid die hierbij gepaard gaat.

Aardrijkskunde

De aanbevelingen voor het vak aardrijkskunde zijn in samenwerking met het ontwikkelteam van MenM tot stand gekomen.

Algemeen

- Behoud het integrerende karakter tussen mens- (sociale geografie) en natuurrakken (fysische geografie)

Perspectieven

- Werk de maatschappelijke vraagstukken (Globalisering, Duurzaamheid en Technologie) in samenhang uit met de huidige examenprogramma's en zorg ervoor dat ze herkenbaar terugkomen in de examenprogramma's.
- De maatschappelijke thema's zijn al herkenbaar vertegenwoordigd in de examenprogramma's in het hv: globalisering (ce en se), duurzaamheid (se vwo) en technologie (ce). In vmbo komt duurzaamheid terug bij ce en se. Technologie in mindere mate (ce) en globalisering niet. Het vergroten van de zichtbaarheid komt de samenhang ten goede.
- Laat het belang van Technologie zien door actief gebruik te maken van ict en data en daar mee leren omgaan via werkwijzen Informatie verwerven en verwerken (M&M) en Modelgebruik- en ontwerp (M&N) in de examenprogramma's. Gebruik daarvoor zowel de techniek (GIS) als inhoud Serious gaming om de doelstellingen te halen.
- Het gebruik van Technologie zoals verwoord in grote opdracht Technologie (M&M) en biedt veel kans binnen de examenprogramma's Aardrijkskunde toegepast te kunnen worden. Het is aan te bevelen om ruimte in het examenprogramma te reserveren voor Technologie in de breedste zin.

Concepten

- De essentie van aardrijkskunde in de bovenbouw voor wat betreft Mens en Natuur bouwt minimaal voort op de bouwstenen van grote opdracht Aarde & Klimaat (MN09)
- Vmbo werkt vanuit eigen regio naar hoger schaalniveau voor zes thema's met meerdere regionale contexten op het hoogste schaalniveau. Breng het aantal regio's in vmbo terug. Hv werkt vanuit mondiaal schaalniveau via regionale contexten naar eigen regio en past daar relevante inhoud op toe. Kies een eenduidige opbouw.
- Werk uit hoe de geografische inhoud in het vervolgonderwijs en in de beroepscontext een rol spelen. Geografische inhoud (inhoud/denk- en werkwijzen) wordt op veel vervolgoopleidingen en in de beroepscontext toegepast maar dat is niet zichtbaar voor leerlingen in het voortgezet onderwijs. Maak de relevantie hiervan duidelijk in het examenprogramma.
- Voor een goede doorstroming van vmbo naar havo mist het examenprogramma vmbo endogene processen. Voeg dit specifieke onderdeel toe aan het examenprogramma vmbo.



Denk- en werkwijzen

- Breng het examenprogramma vmbo in lijn met M&N denkwijzen Systemen en Schaal, verhouding en hoeveelheid.
- M&M-denkwijzen gericht op het persoonlijke en in relatie naar de ander (denken vanuit jezelf en anderen, denken in keuzes en verantwoordelijkheden en denken in betekenis) komen in de huidige situatie nog niet goed tot zijn recht. Zorg dat in de examenprogramma's meer aandacht krijgen voor deze M&M-denkwijzen.

CONCEPT

**BIJLAGE: 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).

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.

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>

Gott, R. & Duggan, S. (2003) Understanding and Using Scientific Evidence. How to Critically Evaluate Data. SAGE Publications, London.



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

Rutgers (2016) Richtlijn seksuele en relationele vorming. Visie, doelen en uitgangspunten. <https://www.seksuelevorming.nl/sites/seksuelevorming/files/PDF/Richtlijn-SVR-2013-LR.pdf> Rutgers Kenniscentrum Seksualiteit, Utrecht.

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/>.

CONCEPT