



Kennisbasis natuur- wetenschappen en technologie voor de onderbouw vo

Een richtinggevend leerplankader

SLO • nationaal expertisecentrum leerplanontwikkeling



Kennisbasis natuurwetenschappen en technologie voor de onderbouw vo

Een richtinggevend leerplankader

April 2014

slo

nationaal
expertisecentrum
leerplan-
ontwikkeling

Verantwoording



2014 SLO (nationaal expertisecentrum leerplanontwikkeling), Enschede

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

Auteurs: Wout Ottevanger (SLO), Frederik Oorschot (SLO), Wim Spek (SLO), Dirk Jan Boerwinkel (UU), Harrie Eijkelhof (UU), Marc de Vries (Technische Universiteit Delft), Monique van der Hoeven (SLO), Wilmad Kuiper (SLO/UU)

Informatie

SLO

Afdeling: onderbouw vo

Postbus 2041, 7500 CA Enschede

Telefoon (053) 4840 339

Internet: www.slo.nl

E-mail: vo-onderbouw@slo.nl

AN: 4.6691.552

Inhoud

1.	Inleiding	5
2.	Leeswijzer	7
3.	Karakteristieke werk- en denkwijzen	11
3.1	Karakteristieke werkwijzen	11
3.2	Karakteristieke denkwijzen	26
3.3	Samenhang in denkwijzen	33
4.	Kennisbasis natuurkunde havo/vwo	35
4.1	Introductie	35
4.2	Materie havo/vwo	35
4.3	Energie havo/vwo	41
4.4	Licht, geluid, straling havo/vwo	45
4.5	Kracht en beweging havo/vwo	49
5.	Kennisbasis natuurkunde vmbo	53
5.1	Introductie	53
5.2	Materie vmbo	53
5.3	Energie vmbo	59
5.4	Licht, geluid, straling vmbo	63
5.5	Kracht en beweging vmbo	67
6.	Kennisbasis scheikunde havo/vwo	71
6.1	Introductie	71
6.2	Materie havo/vwo	71
6.3	Schaal, verhouding en hoeveelheid havo/vwo	77
6.4	Reactiviteit havo/vwo	81
6.5	Energie havo/vwo	85
7.	Kennisbasis scheikunde vmbo	89
7.1	Introductie	89
7.2	Materie	89
8.	Kennisbasis biologie havo/vwo	95
8.1	Introductie	95
8.2	Biologische eenheid havo/vwo	95
8.3	Instandhouding havo/vwo	101
8.4	Interactie havo/vwo	107
8.5	Voortplanting en evolutie havo/vwo	111
8.6	Dynamisch evenwicht havo/vwo	117
9.	Kennisbasis biologie vmbo	121
9.1	Introductie	121
9.2	Biologische eenheid vmbo	121
9.3	Instandhouding vmbo	125
9.4	Interactie vmbo	131
9.5	Voortplanting en evolutie vmbo	135
9.6	Dynamisch evenwicht vmbo	139

10.	Kennisbasis fysische geografie havo/vwo	143
11.	Kennisbasis fysische geografie vmbo	149
12.	Kennisbasis technologie havo/vwo	155
13.	Kennisbasis technologie vmbo	161
	Referenties	167
	Bijlage 1 Verantwoording	169
	Bijlage 2 Inspiratiebronnen	171
	Bijlage 3 Handelingswerkwoorden	173

1. Inleiding

Voorwoord

Voor u ligt de kennisbasis natuurwetenschappen en technologie voor de onderbouw van het voortgezet onderwijs, een richtinggevend leerplankader. Deze kennisbasis is in opdracht van het ministerie van OCW ontwikkeld door SLO, nationaal expertisecentrum leerplanontwikkeling. In deze inleiding worden de aanleiding tot en het doel van de kennisbasis geschetst.

Aanleiding en opdracht

In juni 2011 is het *Actieplan Beter Presteren* aangeboden aan de Tweede Kamer. Het algemene doel van dit actieplan is versterking van de kwaliteit van het voortgezet onderwijs en bevordering van de prestaties van leerlingen. In het actieplan wordt gesproken over meer aandacht voor het curriculum voor de kernvakken en de andere vakgebieden. Daartoe zouden ten behoeve van de onderbouw van het voortgezet onderwijs tussendoelen en richtinggevende kennisbases ontwikkeld moeten worden. Een kennisbasis is richtinggevend en heeft tot doel *“een uitwerking te geven aan de kerndoelen en daarmee richting te geven aan het curriculum”* en *“scholen meer richting te bieden en tegelijkertijd voldoende vrijheid voor eigen uitwerking op schoolniveau”* (p. 12). Voor science geldt dat onder meer door de kennisbasis gestimuleerd wordt *“dat scholen - bij voorkeur al vanaf het eerste leerjaar - meer tijd en aandacht in de onderbouw besteden aan science...”*.

Naar aanleiding hiervan heeft het ministerie van OCW SLO verzocht een kennisbasis voor science te ontwikkelen en te valideren. Doel van de kennisbasis is een bijdrage te leveren aan de verbetering van de leeropbrengst, in internationaal perspectief (PISA) en met het oog op het onderwijs in de bovenbouw (vmbo en havo-vwo). Dit alles zonder verplichtingen voor scholen ten aanzien van de wijze van realisering (het 'hoe'). De veronderstelling is dat een zekere mate van concretisering van de huidige kerndoelen scholen en educatieve partners kan ondersteunen bij het realiseren van die ambitie en (meer) richting, (meer) inspiratie en tevens voldoende ruimte kan bieden voor curriculaire uitwerkingen op schoolniveau.

Daarnaast heeft de kennisbasis ook tot doel bij te dragen aan een betere oriëntatie in de onderbouw op bèta-technische en technologische profielen. Hierdoor kan een bewuste keuze voor dergelijke profielen in de bovenbouw van het vmbo en havo/vwo gestimuleerd worden. Dit sluit aan bij de afspraken die de overheid en het bedrijfsleven in 2013 hebben vastgelegd in het Techniekpact.

De kennisbasis biedt ook vele mogelijkheden om talentontwikkeling in het onderwijs te stimuleren en nader vorm te geven. Ze biedt een basis voor complexe vraagstukken die om creativiteit en denkkracht vragen, een uitdaging voor toptalenten, zowel in het vmbo als het havo/vwo.

Uitgangspunten

Bij de opdracht is een aantal uitgangspunten geformuleerd:

- De kennisbasis beoogt helderheid te verschaffen over relevante leerdoelen en -inhouden voor natuurkunde, scheikunde, biologie, fysische geografie (als onderdeel van het vak aardrijkskunde) en technologie voor de onderbouw van het voortgezet onderwijs. In de titel van de kennisbasis worden deze vakgebieden aangeduid als 'natuurwetenschappen en technologie'.

- Het begrip 'kennis' dient breed te worden opgevat. Het omvat 'weten dat', 'weten hoe', 'weten waarom' en 'weten over weten'.
- Na vooronderzoek is gekozen voor een invulling waarin voor alle genoemde vakgebieden drie nauw met elkaar verweven dimensies worden beschreven: vakinhouden, karakteristieke werkwijzen en karakteristieke denkwijzen.
- De kennisbasis is richtinggevend, in de zin van: niet-verplichtend, inspirerend en toekomstbestendig. Wat dit laatste betreft gaat het ook om aansluiting bij de 21^e eeuwse vaardigheden en de manier waarop deze binnen vakgebieden aandacht zouden kunnen krijgen. Het gaat hierbij vooral om kritisch denken, probleem oplossen, creativiteit en informatievaardigheden.
- Leerdoelen en leerinhouden zijn geformuleerd op basis van een doorlopende leerlijn natuurwetenschappen en technologie van de kerndoelen primair onderwijs en onderbouw vo naar de eindtermen in examenprogramma's.
- Het is uitdrukkelijk aan scholen en leraren zélf om te beslissen hoe het onderwijs het beste in het geschetste perspectief kan worden georganiseerd en ingericht: als aparte vakken of in enige vorm van samenhang (bijvoorbeeld als leergebied).

De leerdoelen zijn zoveel mogelijk per beheersingsniveau beschreven (2 vmbo-b, 2 vmbo-k/g/t en 3 havo en 3 vwo). Er wordt aangegeven wat, op grond van de doorlopende leerlijn, de basisstof is en waar ruimte is voor keuze, verbreding of verdieping. In hoofdstuk 2 wordt een toelichting gegeven op criteria voor basisstof en keuzestof.

Alle onderdelen in de lessen aan de orde laten komen is een onmogelijke opgave. Sommige aspecten kunnen uitvoerig behandeld worden, andere slechts beknopt.

Bijlage 1 bevat een verantwoording van het ontwikkelproces en de uitkomsten van het onderzoek dat hieraan is voorafgegaan.

Bij de ontwikkeling van deze kennisbasis zijn met name twee inspiratiebronnen gebruikt: het *PISA Framework voor scientific literacy* (PISA, 2012) en het *K-12 Science education framework* (National Research Council, 2012a). Voor een beschrijving van beide bronnen verwijzen we naar bijlage 2.

2. Leeswijzer

Deze kennisbasis natuurwetenschappen en technologie voor de onderbouw van het voortgezet onderwijs beschrijft de vakgebieden natuurkunde, scheikunde, biologie, fysische geografie en technologie, in termen van vakinhouden, karakteristieke werkwijzen en karakteristieke denkwijzen. De vakinhouden zijn afkomstig van *Leerplan in Beeld* (leerplaninbeeld.slo.nl). De werkwijzen en denkwijzen zijn niet eerder zo expliciet benoemd en uitgewerkt als in deze kennisbasis is gebeurd. In de karakteristiek en inleiding van de kerndoelen en de kerndoelen zelf komen ze alleen impliciet aan de orde.

In hoofdstuk 3 van deze kennisbasis worden de karakteristieke werkwijzen en denkwijzen uitvoerig beschreven, voorzien van voorbeelden. Door aandacht voor werk- en denkwijzen kan samenhang in het onderwijs worden gerealiseerd, of dat nu georganiseerd is in aparte vakken, leergebieden of enige andere vorm van samenhang.

De hoofdstukken 4 tot en met 13 beschrijven de vakgebieden natuurkunde, scheikunde, biologie, fysische geografie en technologie. Voor elk vak is er een hoofdstuk voor havo/vwo en een voor vmbo. Het format voor de beschrijvingen is voor elk vakgebied en de daarbinnen onderscheiden domeinen hetzelfde. De beschrijving bestaat steeds uit vijf onderdelen: waar het om gaat, integrale doelen, karakteristieke werkwijzen, vakinhouden en karakteristieke denkwijzen. Deze onderdelen worden hieronder kort toegelicht.

Waar het om gaat

Deze introductietekst omschrijft de aard en het belang van het betreffende kennisgebied. Het gaat hier om een herkenbare afbakening van het kennisgebied, tevens bedoeld om aan te geven dat de te leren kennis en vaardigheden dienen om de wereld te begrijpen en om in die wereld adequaat te handelen. Dit biedt docenten handvatten om leerlingen te motiveren. Een voorbeeld voor het domein materie, bij natuurkunde vmbo (hoofdstuk 5):

5.2 Materie vmbo

Waar het om gaat

In het dagelijks leven gebruiken we heel veel materialen voor allerlei doeleinden. Die materialen zijn gemaakt van stoffen die bepaalde karakteristieke eigenschappen hebben (de zogenaamde stofeigenschappen). Die eigenschappen bepalen waar stoffen voor gebruikt kunnen worden. Zo gebruiken we glas (transparant, stevig) voor ruiten, aluminium (licht, sterk) voor velgen van fietsen, hout (sterk, gemakkelijk te bewerken) voor meubels en koper (goede stroomgeleider, buigzaam) voor elektriciteitsdraden.

Stoffen komen voor als zuivere stoffen, maar ook als mengsels. We gebruiken natriumchloride als keukenzout omdat het zout smaakt, maar ook omdat het goed in water oplost. In de winter wordt natriumchloride gebruikt als strooizout om de wegen sneeuwvrij en minder glad te maken. Dit is vanwege de eigenschap van natriumchloride het vriespunt van water te verlagen.

Water is een vloeistof (onder normale omstandigheden) waar veel stoffen in kunnen oplossen. Daarnaast speelt het een belangrijke rol als drinkwater en kennen we de zogenaamde waterkringloop die invloed heeft op het weer en op het klimaat. Waterzuiveringsinstallaties verwijderen overtollige hoeveelheden stoffen in rioolwater voor het op rivieren geloosd wordt. Dat water komt dan weer in de waterkringloop terecht.

Integrale doelen

Dit zijn doelen die de samenhang tussen vakinhouden en karakteristieke denk- en werkwijzen laten zien, zonder pretentie van volledigheid. De bedoeling van de integrale doelen is aan te geven dat het in het onderwijs niet alleen gaat om het leren van losse onderdelen (werkwijzen, vakinhoudelijke kennis en denkwijzen), maar ook om geïntegreerd gebruik ervan, zoals dat ook in het dagelijks leven en in vervolgopleidingen gebeurt. Een voorbeeld uit het hoofdstuk technologie voor havo/vwo (hoofdstuk 12):

Technologie
Integrale doelen De leerling kan: 1. bij het ontwerpen van een product gebruik maken van vakbegrippen (bijvoorbeeld 'systeem') en redeneervormen (bijvoorbeeld het redeneren van structuur naar werking); 2. een product maken door te beredeneren met welke materialen en bewerkingen dit het best kan gebeuren, daarbij gebruik makend van relevante vakbegrippen (bijvoorbeeld materiaal- en vormeigenschappen); 3. aan de hand van een redenering bepalen wat de oorzaak is van een storingsprobleem en met behulp van vakbegrippen (bijvoorbeeld de relatie tussen systeem en deelsysteem) dit probleem verhelpen; 4. een product beoordelen op relevante waarden, waaronder duurzaamheid en normen, met behulp van redeneringen m.b.t. structuur en functie van het product; 5. een model of prototype van een te ontwerpen product maken en onderzoek doen aan dat model of prototype om te beredeneren op welke punten het ontwerp verbeterd kan worden, daarbij gebruik makend van relevante vakbegrippen (bijvoorbeeld terugkoppeling). Relevante contexten: verkeer en transport, telecommunicatie (media), gebouwde omgeving, biomedische technieken, kleding, biotechnologie, nanotechnologie.

Karakteristieke werkwijzen

Deze vormen de basis van de manier waarop technici, wetenschappers en ingenieurs werken.

Het gaat om:

- modelontwikkeling en -gebruik;
- onderzoeken;
- ontwerpen;
- informatievaardigheden;
- redeneervaardigheden;
- rekenkundige en wiskundige vaardigheden;
- waarderen en oordelen.

Deze werkwijzen zijn geformuleerd als activiteiten. Het is aan de docent keuzes te maken welke activiteiten (kunnen) worden uitgevoerd en hoe uitgebreid dit gebeurt. Een voorbeeld van modelontwikkeling bij fysische geografie havo/vwo (hoofdstuk 10):

Karakteristieke werkwijzen
Modelontwikkeling en -gebruik De leerling kan: • Modellen in de geografie zoals (digitale) kaart, doorsnedes, maquette of weersverwachting herkennen en gebruiken. • (Digitale) kaarten maken en gebruiken bij het beantwoorden van fysisch geografische vragen. • Model op schaal bouwen van een fysisch-geografisch object of verschijnsel zoals een rivierloop of vulkaan.

Vakinhouden

Hierbij gaat het om de kennis die geleerd moet worden, geformuleerd in de vorm van inhoud/handelingen. De doelen sluiten zoveel mogelijk aan bij de eerder gepubliceerde en gevalideerde concretisering van de kerndoelen op de website [Leerplan in Beeld](#), maar zijn naar aanleiding van de valideringen van deze kennisbasis aangepast. Het onderscheid tussen de verschillende schoolniveaus wordt aangegeven. Een voorbeeld uit het domein *Energie* van natuurkunde vmbo (hoofdstuk 5):

Vakinhouden (vmbo k/g/t cursief)
Vormen van energie, energieomzetting, transport, opwekking, rendement, vermogen
De leerling kan: 1. Energiesoorten kunnen noemen, waaronder bewegings-, zwaarte-, kernenergie, elektrische en chemische energie, warmte, licht, straling. 2. Energieomzettingen herkennen en met voorbeelden toelichten. 3. Een aantal energiebronnen herkennen. 4. <i>Verschillende manieren van energieopwekking en energieopslag beschrijven.</i>

De verschillende inhouden in de kolom vakinhouden vormen de basisstof. Onderaan deze kolom staat mogelijke keuzestof beschreven.

De criteria voor basisstof zijn:

- De inhoud is exclusief voor dit vakgebied, komt niet elders aan bod en wordt door vakexperts gerekend tot de basiskennis in de onderbouw van het voortgezet onderwijs.
- De inhoud komt in het primair onderwijs aan bod en ook in de bovenbouw van het voortgezet onderwijs (zij het soms niet voor alle leerlingen). Deze inhoud kan vanuit het oogpunt van doorlopende leerlijnen niet gemist worden. Na de onderbouw moet iedere leerling immers nog elk profiel of elke sector kunnen kiezen.
- De inhoud legt een noodzakelijke basis voor toepassing bij andere vakken en kan daarom niet gemist worden.
- De basisstof is voor velen eindonderwijs en moet daarmee de minimale *scientific literacy* bieden waar deze leerlingen het hun verdere leven mee moeten doen.

Bij keuzestof gaat het om een verdieping, verrijking of verbreding van de basisstof.

Karakteristieke denkwijzen

Dit zijn veel gebruikte denkwijzen van technici, natuurwetenschappers en ingenieurs. Er worden negen denkwijzen onderscheiden:

- patronen;
- schaal, verhouding en hoeveelheid;
- oorzaak en gevolg;
- systeem en systeemmodellen;
- behoud, transport en kringloop van energie en materie;
- structuur en functie;
- stabiliteit en verandering;
- duurzaamheid;
- risico's en veiligheid.

Hieronder een voorbeeld uit het domein *Schaal, verhouding en hoeveelheid* in het hoofdstuk over scheikunde voor havo/vwo (hoofdstuk 6).

Karakteristieke denkwijzen (vwo cursief)
Schaal, verhouding en hoeveelheid • Gevoel voor schaal: de eenheden kilogram, gram, milligram, <i>microgram</i> en <i>nanogram</i>, liter en milliliter verschillen steeds een factor 1000 van elkaar. • Gevoel voor schaal: bij stoffen in het milieu gaat het vaak om hele kleine hoeveelheden uitgedrukt in milligrammen <i>of in nog kleinere eenheden (picogrammen of ppm, parts per million), computerchips (in nanometers)</i>, terwijl in de chemische industrie vaak wordt gewerkt met kilogrammen en tonnen (1000 kilo's) van stoffen. • Gevoel voor schaal: een ritje met de trein genereert al gauw 5 kg CO₂ per persoon maar de hoeveelheid CO₂ in de lucht wordt uitgedrukt als ppm (parts per million). • Grenswaarde: ADI: Acceptable Daily Intake (geeft van een stof de concentratie aan die in het dagelijks voedsel van de mens mag voorkomen).

Net als bij de karakteristieke werkwijzen is het aan de docent keuzes te maken in het wel of niet aan de orde stellen van denkwijzen en in de mate van diepgang daarvan. Bij elk domein aandacht besteden aan alle denkwijzen is per definitie onmogelijk.

De werk- en denkwijzen laten ook de samenhang tussen vakken zien. Zo zijn er terugkoppelingsschema's in technische systemen, maar ook in biologische systemen en in chemische systemen in het lab of de industrie, of elektrische schakelingen bij natuurkunde. Kaarten laten landschappen zien vanuit zowel een fysisch-geografisch als biologisch perspectief. Schaalmodellen worden bij alle bètavakken gebruikt om microstructuren inzichtelijk te maken. Denken in patronen is karakteristiek voor alle natuurwetenschappelijke vakken en ook voor technologie. Beschouwingen over schaal, verhouding en hoeveelheid zijn te maken op verschillende gebieden: atomen, organismen, aarde, zonnestelsel en melkwegstelsel. Oorzaak-en-gevolgredeneringen zijn in alle bètavakken van belang. Ontwerpen en onderzoeken maken denkwijzen zichtbaar en tastbaar. Op hun beurt zijn denkwijzen dienstig bij onderzoeken en ontwerpen. In hoofdstuk 3 worden de werk- en denkwijzen verder toegelicht, met specifiek aandacht voor de samenhang tussen de vakgebieden en -domeinen.

In deze kennisbasis worden handelingswerkwoorden gebruikt. Deze werkwoorden kunnen worden gerangschikt op diverse niveaus. Een overzicht van en toelichting op de gehanteerde handelingswerkwoorden is te vinden in bijlage 3.

3. Karakteristieke werk- en denkwijzen

Deze kennisbasis beschrijft de vakgebieden en de binnen die vakgebieden onderscheiden domeinen in een vaste structuur (zie inleiding). Karakteristieke werkwijzen en karakteristieke denkwijzen maken daar deel van uit. In dit hoofdstuk worden beide nader toegelicht.

3.1 Karakteristieke werkwijzen

In dit deel worden de volgende clusters van karakteristieke werkwijzen beschreven, voorzien van voorbeelden uit deze kennisbasis:

- modelontwikkeling en -gebruik;
- onderzoeken;
- ontwerpen;
- informatievaardigheden;
- redeneervaardigheden;
- rekenkundige en wiskundige vaardigheden
- waarderen en oordelen.

3.1.1 Modelontwikkeling en -gebruik

Als iemand jou de weg naar het station vraagt, geef je alleen plaatsen en afstanden aan waar links- of rechtsaf geslagen moet worden, in combinatie met enkele markante herkenningspunten. Details die onderweg te zien zijn laat je achterwege omdat die er voor het doel niet toe doen. De werkelijkheid is vaak heel complex, maar bij onderzoek hoeft en kun je niet alles tegelijk bestuderen. Dat is een reden waarom modellen worden gebruikt in de (natuur)wetenschappen. Modellen stellen een deel van de werkelijkheid voor waarin je op dat moment geïnteresseerd bent. Een plattegrond is een goed model van een stad voor iemand die de weg zoekt, maar laat ook heel veel weg. Een tweede reden waarom we modellen gebruiken is dat we de werkelijkheid vaak niet rechtstreeks kunnen zien omdat deze te groot of te klein is, of omdat we er nog niet genoeg van weten. Hieronder een toelichting, veel van onderstaande is ontleend aan de publicatie *Natuurwetenschappelijke vaardigheden in de onderbouw havo-vwo* (Spek & Rodenboog-Hamelink, 2011).

Het uitgangspunt van het gebruik van modellen in de onderbouw van het voortgezet onderwijs is het hanteerbaar maken van de werkelijkheid door deze te vereenvoudigen. Vaak wordt dat gedaan door de werkelijkheid te verkleinen of juist te vergroten (maquette, tekening van een cel), door een deel van de werkelijkheid aan te geven met een symbool (bijvoorbeeld een kracht voorgesteld door een vector), een schema (kringloop, terugkoppeling) of een digitale simulatie (fileprobleem, menselijk lichaam). Sommige modellen kennen we vooral als middelen om iets uit te leggen; juist bij onderzoek zijn modellen onmisbaar. Bij het ontwikkelen van nieuwe medicijnen wordt bijvoorbeeld intensief gebruikgemaakt van moleculaire computermodellen waarmee gemeten kan worden en waarin aspecten kunnen worden gewijzigd. Die medicijnen worden daarna uitgetest op cellen of proefdieren, die dan weer een model vormen van het menselijk lichaam. Soms gaat daarin iets mis en blijkt het model onbetrouwbaar, bijvoorbeeld als mensen anders op medicijnen blijken te reageren dan muizen.

Het is belangrijk dat leerlingen begrijpen wat modellen zijn en waarom en hoe ze gebruikt worden. Het verklaart waarom wetenschappers meestal voorzichtig zijn met hun conclusies. Hun resultaten zijn bijna altijd door modellen verkregen en daarom niet zonder meer waar in elke situatie. Een tweede reden waarom het belangrijk is om modellen te leren hanteren is dat een model niet alleen kenmerken mist die de werkelijkheid wel heeft, maar ook kenmerken heeft die de werkelijkheid niet heeft (een planetarium is vaak niet echt op schaal, een celmodel is gemaakt van hard materiaal). De leerling moet begrijpen welke kenmerken wel en welke niet relevant zijn, juist omdat modellen in het onderwijs veel gebruikt worden.

In de kennisbasis worden in de kolom Werkwijzen veel voorbeelden gegeven van werken met diverse typen modellen, waaronder:

Vak	onderwerp	Model	Type model
Natuurkunde/ scheikunde	Faseovergangen	Deeltjesmodel in tekening	Computersimulatie
Natuurkunde	Cv-installatie	Kaart of werkend model	Schema
Natuurkunde	Elektriciteit	Elektrische schakeling	Schakeling/schema
Natuurkunde	Zonnestelsel	Model met beeldvorming	Schaalmodel
Scheikunde	Molecuul	2D en 3D modellen	Structuurmodel
Scheikunde	Reactie	Computermodel	Simulatie
Natuurkunde/ biologie	Oog/oor/geslachtsorganen	Anatomisch model	Schaalmodel, afbeelding
Natuurkunde/ biologie	Oog	Model met beeldvorming	Functioneel model
Biologie	Cel	2D en 3D modellen	Schaalmodel, afbeelding
Biologie	Lichaam	Torso	Schaalmodel
Biologie, techniek	Regulatie	Terugkoppelingsschema	Schema
Biologie	Ecosysteem	Voedselweb	Schema
Biologie	Ecosysteem	Simulatie prooi-prooidier	Simulatie
Fysische geografie/ biologie	Duurzaamheid	Model ecologische voetafdruk	Rekenmodel
Fysische geografie/ biologie	Landschap	(Digitale) kaart	Kaartmodel
Fysische geografie	Objecten/verschijnselen	Kaart of maquette	Schaalmodel
Fysische geografie	Weer	Model weersverwachting	Rekenkundig model
Technologie	Technisch systeem	Maquette, technische tekening	Schaalmodel/afbeelding

Om het denken in en over modellen te laten starten, moet daaraan in de onderbouw van tijd tot tijd expliciet aandacht worden besteed. Een punt van aandacht is dat het woord 'model' in eerste instantie bij leerlingen andere associaties zal oproepen (fotomodellen, modelbouw). Een ander punt van aandacht is dat er veel typen modellen zijn en het dus even zal duren voordat de leerling het begrip model goed heeft verwerkt en nieuwe weergaves als model herkent. In het leerproces kan onderscheid gemaakt worden in fasen, waarbij een volgende fase voortbouwt op de vorige. De fasen geven ook een niveauverschil aan. Fase 1 zou voor alle leerlingen bereikbaar moeten zijn, fase 4 alleen voor vwo-leerlingen.

Fase 1

Een model is meestal een vereenvoudiging van de werkelijkheid en heeft bepaalde kenmerken. Van leerlingen wordt verwacht dat zij bij de kenmerken van een gebruikt model kunnen aangeven wat van de werkelijkheid wel en niet is meegenomen. Voorbeelden van activiteiten om hier aandacht aan te besteden:

- a. Van een torso met de klas bespreken wat het model voorstelt (een deel van het lichaam op ongeveer ware grootte) en wat daarvan wel en niet te zien is (de onderlinge ligging en grootte van de organen zijn wel te zien; processen als peristaltiek en het kloppen van het hart niet).
- b. Bespreken dat een molecuulmodel van water wel kan aangeven hoe de atomen samen water vormen, maar niet dat water nat is.

Fase 2

Een model kan verschillende functies hebben met als uitgangspunt dat een model een vereenvoudigde weergave is van de werkelijkheid. Met een model is het mogelijk een verschijnsel uit de werkelijkheid uit te leggen, veranderingen in de werkelijkheid te begrijpen of voorspellingen te doen over de werkelijkheid. Voorbeelden van activiteiten om hier aandacht aan te besteden:

- a. Laten zien hoe je vanuit een weerkaart voorspellingen kunt doen over het weer van morgen.
- b. Laten zien dat je vanuit een deeltjesmodel van verdamping kan verklaren dat de watermoleculen niet weg zijn, maar alleen maar los van elkaar en daarom op andere plekken weer kunnen samenkomen.
- c. Aan de hand van een torso verklaren dat een nieroperatie doorgaans aan de rugzijde plaatsvindt.
- d. Aan de hand van een terugkoppelingsschema voorspellen dat er 'iets in het lichaam' moet zijn dat waarneemt dat het bloed te warm wordt.

Fase 3

De beperkingen van het model moeten altijd meegenomen en beschreven worden. Ook in meer abstracte situaties gelden beperkingen. Voorbeelden van activiteiten om hier aandacht aan te besteden:

- a. Bespreken dat je in normale omstandigheden te maken hebt met wrijving, en dat die in veel natuurkundige formules niet is opgenomen, zodat de formules vaak alleen in uitzonderlijke situaties geldt.
- b. Bespreken dat een indeling in producenten, consumenten en reducers nooit scherp te maken is, maar dat je desondanks wel kunt werken met een voedselpiramideschema.

Fase 4

Bij een model moet uitgelegd kunnen worden wat is weggelaten en welke conclusies er wel en niet getrokken mogen worden. Soms is een model niet bruikbaar en moet het verbeterd worden, of er moet voor een ander model gekozen worden. Voorbeelden van activiteiten om hier aandacht aan te besteden:

- a. Laten zien dat je een completer beeld van een molecuul krijgt door de informatie van deeltjesmodellen, afbeeldingen, 3D modellen en simulaties te combineren.
- b. Een ecologisch of ander simulatieprogramma geleidelijk aanvullen zodat het steeds beter de werkelijkheid benadert.

3.1.2 Onderzoeken

Onderzoeken is een verzameling van activiteiten die in samenhang kunnen optreden, maar ook als afzonderlijke activiteit voorkomen en zinvol zijn, zoals waarnemen, meten, voorspellen, uittesten, gegevens verwerken en rapporteren. Daarbij zijn kennis (bijvoorbeeld van grootheden en eenheden), vaardigheden (bijvoorbeeld het hanteren van apparatuur) en houdingen (zoals nieuwsgierigheid en kritische houding) van belang. De empirische cyclus (zie hieronder) is een

bekend model voor onderzoek, maar komt in feite zelden als zodanig voor. Zo zullen onderzoeksactiviteiten lang niet altijd alle fasen van de empirische cyclus beslaan. Het bespreken van door anderen verzamelde meetresultaten (bijvoorbeeld van een weerstation) hoort ook bij onderzoeken, evenals het precies waarnemen en beschrijven van biologische objecten. Verder kan elk van de fasen van de empirische cyclus door de docent of door de leerling worden ingevuld. De leerling kan bijvoorbeeld gevraagd worden een onderzoek te bedenken bij een door de docent gegeven onderzoeksvraag. Het formuleren van de vraag is dan gesloten (door de docent bepaald), het bedenken van de proefopzet open (door de leerling te bedenken). Gedurende de onderbouw kan er naar gestreefd worden dat de leerling stapsgewijs een vaardigheid ontwikkelt: van het precies uitvoeren van een activiteit, via het begrijpen en uitleggen van de activiteit naar het zelf bedenken en testen van een activiteit. In de onderbouw kan er door een goede planning voor gezorgd worden dat de leerling met alle onderdelen van de empirische cyclus wordt geconfronteerd. Samenhang tussen de bètavakken is hierbij van groot belang.

In deze toelichting wordt de empirische cyclus vooral gebruikt als raamwerk om diverse vaardigheden uit te werken. Dit raamwerk is grotendeels gebaseerd op het rapport *Natuurwetenschappelijke vaardigheden onderbouw havo-vwo* (Spek & Rodenboog-Hamelink, 2011). In de onderwijspraktijk kunnen uit dit raamwerk allerlei combinaties worden gemaakt. Voorbeelden van diverse activiteiten volgen aan het eind van deze toelichting en staan ook vermeld bij de afzonderlijke domeinen van de kennisbasis in kolom D1. De indeling die in deze toelichting wordt gehanteerd is de volgende:

- A. Oriëntatie op het onderzoek
- B. Onderzoeksvraag formuleren
- C. Onderzoeksmethode vaststellen
- D. Plannen en uitvoeren van het onderzoek
- E. Verwerken van de gegevens
- F. Trekken van conclusies, vergelijken met onderzoeksvraag en hypothese
- G. Onderzoek rapporteren en presenteren.

A. Oriëntatie op het onderzoek

Een belangrijk doel van aandacht aan onderzoek in de onderbouw is dat leerlingen begrijpen waarom in veel sectoren van de maatschappij onderzoek wordt gedaan. Onderzoek is dus eigenlijk een heel normaal proces, waarbij je op betrouwbare wijze aan antwoorden probeert te komen. Onderzoek is geen exclusieve taak van geleerden, maar gebeurt ook thuis (bijhouden van de meterstanden), op het consultatiebureau (onderzoeken of de baby goed reageert), in de winkel (nagaan welke producten wel en niet goed verkopen), in garages (onderzoeken waar een afwijkend motorgeluid door wordt veroorzaakt), in overheidsinstellingen (het KNMI) en verenigingen (inventarisatieonderzoek van vogels of vlinders). Al deze onderzoeken hebben ook functies. Mensen willen doorgaans iets met het resultaat doen en soms zijn ze gewoon nieuwsgierig en willen ze weten hoe de wereld in elkaar zit. Onderzoek in de klas heeft ook functies, maar dat is voor de leerling niet zonder meer duidelijk. Soms gaat het ook niet om de uitkomsten op zich, maar om het leerproces. Bepaalde activiteiten van leerlingen hebben vooral tot doel de vaardigheid te vergroten of de al geleerde kennis te illustreren. Het is dan niet alleen van belang dit leerdoel duidelijk te maken, maar ook te laten zien welke rol soortgelijke activiteiten spelen in authentieke praktijken in leefwereld, beroep en onderzoek. Het bestuderen van deze praktijken is daarvoor een belangrijke bron.

Bij al deze onderzoekspraktijken zijn drie samenhangende componenten van onderzoek van belang (Valk & Van Soest, 2004):

- Willen weten of nieuwsgierigheid: willen weten hoe iets werkt of iets willen maken dat werkt en dat aan bepaalde eisen voldoet. Daarbij hoort ook: Weten waarom je iets wilt weten of maken.
- Willen delen: hierbij gaat het ook om het inzicht dat kennis geconstrueerd wordt door personen die met elkaar communiceren. Daarom is samenwerken tijdens een onderzoek en het rapporteren aan een 'onderzoekforum' (dat de klas kan zijn) van belang. Ook de andere kant van het willen delen, het kennis nemen van resultaten van anderen (klasgenoten, maar ook dat wat bijvoorbeeld in boeken is vastgelegd) en erop voortbouwen, is een belangrijk aspect.
- Kritische houding: daarbij gaat het vooral om de kwaliteit van de kennis of van het ontwerp. Is het onderzoeksresultaat waar? Voldoet het ontwerp aan het programma van eisen? Belangrijke onderdelen daarvan zijn: 'Zou een ander ook tot dezelfde conclusies/resultaten komen?' (betrouwbaarheid) en 'Zijn mijn begrippen duidelijk, eenduidig en meet ik wat ik wil meten?' (validiteit).

De functies die onderzoek kan hebben staan ook beschreven in de vakdossiers voor de natuurwetenschappelijke vakken voor de tweede fase

(<http://www.slo.nl/voortgezet/tweedefase/schoolexamen/vakdossiers/>).

Hierbij gaat het om verschillende typen onderzoek, gerelateerd aan wat je wilt weten, zoals beschrijvend en verklarend onderzoek. Het ene type gaat vaak in de loop van het onderzoek over in het andere: *beschrijven* hoe het elektriciteitsverbruik over het jaar was is een eerste stap; *verklaren* waarom er op een bepaald moment een piek in het verbruik zit, is een logisch vervolg. Een antwoord leidt vaak tot een vervolgvraag.

B. Onderzoeksvraag formuleren

De onderzoeksvraag (soms aangevuld met een hypothese) geeft richting aan het onderzoek. Er is een aantal punten waarop de leerling moet letten om een gegeven vraagstelling te kunnen beoordelen en om zelf een goede vraag te formuleren:

- Is het een vraag? Dan eindigt de zin met een vraagteken.
- Past de vraag bij de opdracht? Denk aan de functie (zie boven), het onderwerp en de omvang van de onderzoeksopdracht.
- Is duidelijk wat voor soort antwoorden gezocht worden?
- Is de vraag met een onderzoek te beantwoorden?
- Is de vraag haalbaar in de context waarin het onderzoek zich afspeelt?

De reflectie door leerlingen op deze stap kan zich richten op de kwaliteit van onderzoeksvragen en mogelijkheden om een hypothese op te stellen. Ook het vergelijken van eigen onderzoeksvragen met onderzoeksvragen uit vergelijkend onderzoek kan de kwaliteit van de eigen vragen verbeteren.

Een hypothese is een mogelijke verklaring voor een verschijnsel, die door onderzoek kan worden getest. Lang niet elk onderzoek werkt met een hypothese. Beschrijvend onderzoek, bijvoorbeeld een inventarisatie van vlinders op een bepaald terrein, werkt doorgaans niet met een hypothese, al kun je wel een bepaalde *verwachting* hebben over de uitkomst. Als uit dit onderzoek een opvallend feit tevoorschijn komt (bijvoorbeeld een grote toename van een vlindersoort) kan een mogelijke verklaring hiervoor, een hypothese, worden geformuleerd (bijvoorbeeld de toename komt door zachtere winters). Die hypothese kan vervolgens leiden tot voorspellingen die getoetst kunnen worden (op andere plekken zal deze vlinder ook toenemen, bij zachtere winters in het verleden zal je die toename ook vinden, et cetera). Het gebruik van de term hypothese voor een verwachting in plaats van voor een toetsbare verklaring, leidt tot

een schijnwetenschappelijke taal die de leerling niet verder helpt. Afgezien daarvan is het zinvol om ook bij onderzoeken waarbij geen hypothese past, de leerling wel na te laten denken over wat hij/zij verwacht.

C. Onderzoeksmethode vaststellen

Bij dit onderdeel horen (het bespreken van) de keuze voor een onderzoeksmethode, de keuze voor technieken en apparatuur, omgaan met grootheden en eenheden en het verbeteren van de betrouwbaarheid.

C1. Kiezen van een onderzoeksmethode

Mogelijke onderzoeksmethodes zijn:

- bestuderen van schriftelijke (waaronder digitale) of mondelinge bronnen.
- observeren: waarnemen en beschrijven van een object of proces (bijvoorbeeld cellen, smelten, gedrag).
- meten: de onderzoeker meet gegevens zoals luchtdruk of lichaamslengte.
- experimenteren: de onderzoeker voert een of meer proeven uit onder gecontroleerde omstandigheden (soms in een laboratorium). De onderzoeker beslist zelf welke omstandigheden gelijk blijven en welke in het experiment gewijzigd worden; meten en observeren vormen dan vaak weer een deel van een experiment.
- verzamelen van gegevens via interviews en enquêtes. De onderzoeker interviewt mensen die tot de doelgroep van het onderzoek horen. Dit kan op straat, telefonisch of via een vragenlijst. Een meer gesloten vragenlijst die onder grotere groepen wordt afgenomen wordt een enquête genoemd.

Naast de keuze van de onderzoeksmethode is er aandacht voor de voor- en/of nadelen van deze onderzoeksmethode. De leerling leert hierdoor steeds beter keuzes te maken. Dit is onderdeel van de reflectie op deze stap.

C2. Kiezen van technieken en apparatuur

Onderstaande tabel geeft een overzicht van technieken en apparaten zoals ze voorkomen in de kennisbasis. De leerling leert bij onderzoeksactiviteiten om bij een gegeven onderzoeksvraag een geschikte techniek en bijbehorende apparatuur en met passende meetnauwkeurigheid te kiezen.

Techniek	apparatuur	technische toepassing
1. Determineren	Tabel	Waterkwaliteitsmeting
2. Meten van: a. Lengte b. Volume c. Temperatuur d. Tijd e. Massa f. Geluidsterkte g. Stroomsterkte	Meetlint, liniaal Maatglas Thermometer Stopwatch (functie) Balans, veerunster Decibelmeter Ampère-/voltmeter	Regenmeter Koortsthermometer Verkeerscontrole Batterij controleren
3. Vergroten	Loep, Microscoop	
4. Scheiden: verdampen/ filteren e.a.	Filter	Waterzuivering
5. Aantonen	Indicator	Urinetest
6. Plaats en richting	GPS, Kompas	Smartphone, Navigatieapparatuur in auto

C3. Omgaan met grootheden en eenheden

Bij meetactiviteiten moet de leerling leren aan te geven welke grootheid wordt gemeten en in welke eenheid. Een volgende stap is dat de leerling van een te bepalen gegeven zonder vaste grootheid een maat kan bedenken en die maat systematisch kan hanteren (bijv. sterkte van een

brug meten door te bepalen bij hoeveel gram belasting deze inzakt). Belangrijke inzichten zijn onder andere:

- Bij een grootte (massa, volume, lengte) hoort een eenheid met vast symbool (kg, m³, m).
- Er zijn eenvoudige (lengte) en samengestelde (snelheid, dichtheid) grootheden en eenheden.
- Sommige maten meten continu (lengte) andere stapsgewijs via specifieke criteria (windkracht, hardheid).
- Vaak gebruik je een grootte/verandering als maat voor iets anders wat niet direct te meten is (val/remafstand als maat voor reactiesnelheid, uitzetting kwik kolom als maat voor temperatuur, omslag indicator als maat voor pH).
- IJken is een manier om een nieuw bepaalde grootte of een meetinstrument te koppelen aan een bekende standaard.

Dergelijke inzichten kunnen worden verworven door op basis van enkele voorbeelden stil te staan bij dergelijke indelingen. Hierbij is afstemming tussen de bètavakken van belang.

C4. Verbeteren van de betrouwbaarheid

Door onderzoeksmethoden te bespreken leert een leerling hoe een proefopzet zodanig kan worden opgezet dat de resultaten duidelijk en betrouwbaar zijn. Hiermee leert de leerling ook kritisch te zijn over uitkomsten van een gebrekkige proefopzet. Belangrijke onderdelen van een goede onderzoeksmethode zijn onder andere:

- bepaling herhalen en de variatie in uitkomsten benoemen.
- bij relatie leggend of verklarend onderzoek de niet onderzochte variabelen gelijk houden.
- bij verklarend onderzoek een controleproef (blanco proef) uitvoeren.
- berste versies van de methode uittesten voordat gegevens worden verzameld.

D. Plannen en uitvoeren van het onderzoek

Bij de onderstaande punten geldt weer dat de mate waarin de leerling deze zaken aangereikt krijgt of zelf bedenkt kan variëren. Ook is het zinvol om bij een aangereikte handleiding met leerlingen te bespreken waarom deze zo opgesteld is.

D1. Plan van aanpak

Een plan van aanpak is een chronologisch opgestelde lijst van activiteiten, waarbij per activiteit globaal is aangegeven hoelang deze duurt. Zo'n plan van aanpak is nodig om aan het begin een goed beeld te krijgen van alle activiteiten die nodig zijn om het onderzoek uit te voeren. In veel gevallen zal dit grotendeels zijn opgenomen in een handleiding. Tijdens deze fase is er aandacht voor:

- het benoemen van taken die passen bij het onderzoek;
- de groepsindeling en taakverdeling;
- de benodigde materialen en welke ruimte nodig is;
- de tijdsplanning;
- de manier waarop gerapporteerd wordt (logboek).

D2. Veilig en systematisch werken

De tabel onder C2 geeft een overzicht van technieken en apparaten zoals ze voorkomen in de kennisbasis. De leerling leert bij onderzoeksactiviteiten om een techniek en bijbehorende apparatuur op de juiste manier te hanteren. Punten die hierbij van belang zijn onder andere:

- meten vanaf de 0-waarde (bijvoorbeeld tarreren);
- aflezen van maatstrepen;
- hanteren van de microscoop;
- etiketteren;
- overschenken, verwarmen.

Belangrijke aspecten om leerlingen voorafgaand aan de uitvoering op te wijzen zijn:

- werken met voorwerpen of stoffen die schade kunnen veroorzaken. Ga na hoe je in je gedrag rekening houdt met de veiligheid van medeleerlingen en van jezelf, en van voorwerpen die kunnen beschadigen.
- werken met kostbare apparatuur. Ga na hoe je ermee moet werken voordat je begint.
- werken met stoffen die het milieu schade kunnen doen of kostbaar zijn. Ga na hoe je verspilling kunt voorkomen en hoe je restanten moet afvoeren.
- samenwerken met medeleerlingen. Ga na hoe je een samenwerking kunt afspreken waarbij allen voldoende leren en waarbij duidelijk is wie wanneer wat doet.
- handelingen die in een bepaalde volgorde en soms in een bepaalde tijd moeten worden gedaan. Hiervoor moet je de planning van tevoren gelezen hebben en bij de uitvoering paraat hebben zodat je de handelingen in de juiste volgorde en op tijd doet.

D3. Logboek bijhouden

Een voorbeeld van een logboekformat staat in als een bijlage in genoemde publicatie *Natuurwetenschappelijke vaardigheden onderbouw havo-vwo* ((Spek & Rodenboog-Hamelink, 2011). Het doel moet duidelijk zijn voor de leerling. Het gaat dus niet om het overschrijven van de handleiding, maar om het noteren van de waarnemingen en om afwijkingen van wat in de handleiding staat en dergelijke.

E. Verwerken van de gegevens

Als een onderzoek is uitgevoerd, beschikt de leerling over een (soms groot) aantal ruwe data. Om aan de hand van deze gegevens een uitspraak te kunnen doen over de probleemstelling, het onderzoeksonderwerp en de opgestelde hypothese én om geïnteresseerden te informeren over de resultaten is, het van groot belang dat de data worden geordend. Voor deze ordening kunnen schema's, tekeningen, tabellen, grafieken en diagrammen behulpzaam zijn. Een algemene eis is dat de verwerking begrijpelijk is zonder verdere uitleg, dus met titel, bijschriften, grootheden en eenheden enzovoort:

Schema's

- Gebruik juiste, duidelijke symbolen.

Tekeningen

- Geef alleen weer wat van belang is voor het begrijpen van het uitgevoerde experiment.
- Geef, indien van toepassing, de schaal van de tekening weer, maak de tekening niet te klein.
- Benoem de onderdelen (met nummertjes + toelichting, met tekst in de tekening of met rechte aanwijslijntjes).
- Geef de tekening een titel.
- Gebruik bij dit alles een scherp potlood.

Tabellen

- Zet de gegevens van de linker kolom in een logische volgorde (vaak van klein naar groot).
- Zet in de kop van de tabel de grootheid met, tussen haakjes, de eenheid.
- Geef de tabel een titel.

- Zet (bij een verticale) tabel links de door jou ingestelde grootte, daarnaast de door jou gemeten grootte en daarnaast eventuele bewerkingen van deze getallen, waarbij je de formule van deze bewerking in de kop van deze kolom vermeldt. Bijvoorbeeld:

<i>Gemiddelde snelheid = afstand/tijd</i>		
<i>Tijd (s)</i>	<i>Afstand (m)</i>	<i>Gemiddelde snelheid (m/s)</i>
0	0	-
1,0	15	15,0
2,0	35	17,5
3,0	60	20,0

Grafieken en diagrammen

- Kies voor een type diagram (lijn, staaf, sector) en leg uit waarom je deze keuze gemaakt hebt.
- Geef het diagram goede afmetingen (niet te klein, houd rekening met de kleinste en grootste waarde op beide schalen).
- Geef het diagram een titel die duidelijk maakt wat het diagram weergeeft.
- Zet goede informatie bij de assen.
- Zet langs de horizontale as de door jou ingestelde grootte en langs de verticale as de gemeten grootte.
- Als er meerdere grafieken in één diagram staan, geef dan weer welke grafiek waar bij hoort.
- Geef de assen een handige schaalverdeling (met niet teveel getalletjes).
- Zorg ervoor dat na het tekenen van de grafiek de eigenlijke meetpunten goed zichtbaar blijven.
- Trek een (echt) rechte lijn of een (echt) vloeiende lijn, waarbij je sterk afwijkende (waarschijnlijk foute) meetpunten niet meeneemt.
- Gebruik bij dit alles een scherp potlood of maak gebruik van aanwezige software.

Onderzoeksgegevens vormen geschikt materiaal om bij wiskunde geleerde methoden toe te passen. Hierbij kan gedacht worden aan het laten berekenen van gemiddelden, het uitzetten van de verdeling in een diagram en het aangeven van de spreiding door middel van aangeven van hoogste en laagste waarde, boxplot en dergelijke. Overleg met de wiskundesectie is hierbij nodig.

F. Trekken van conclusies, vergelijken met onderzoeksvraag en hypothese

Voordat conclusies getrokken kunnen worden, is het leggen van verbanden van belang:

- Als twee verschijnselen tegelijkertijd optreden hoeft er geen oorzakelijk verband te zijn. Er kan een gemeenschappelijke oorzaak zijn of toeval speelt een rol.
- Maak goed onderscheid tussen oorzaak en gevolg.
- Gebruik hierbij de juiste gegevens.

Dan kunnen conclusies getrokken worden:

- Beantwoord de onderzoeksvraag, waarbij je verwijst naar je resultaten.
- Wees objectief (eerlijk), je conclusie moet in overeenstemming zijn met je waarnemingen.
- Zorg dat je conclusie volledig is, dat je niets vergeet.
- Herken en erken meetfouten.
- Geef aan of je onderzoeksvraag correct was.

Commentaar geven op de (onderzoeks)resultaten, als reflectie op deze fase van onderzoeken:

- toetsing van de hypothese: klopt je veronderstelling?
- eventuele verklaring van een uitkomst die anders is dan je had verwacht;
- suggestie voor verbetering van en/of vervolg op het experiment;
- schatting van de grootte van de meetfout(en);

- voorstellen voor vervolgonderzoek.

G. Onderzoek rapporteren en presenteren

Verslaglegging in een onderzoeksrapport

Om te voorkomen dat er verwarring bestaat over een aantal termen, definiëren we een aantal begrippen met betrekking tot het rapporteren over onderzoek. Deze termen worden in de literatuur door elkaar gebruikt. Doel van het rapport is niet om leerlingen veel te laten schrijven, maar om een ordening te maken in de verkregen data. Deze gedachte kan helpen om de juiste keuze te maken voor een type verslaglegging.

Onderzoeksrapport en/of onderzoeksverslag

Een onderzoeksverslag of rapport bestaat doorgaans uit de volgende onderdelen:

1. (titelblad met) titel, gegevens (naam, klas) van de auteurs; datum;
2. (samenvatting);
3. (voorwoord);
4. inleiding, met daarin de aanleiding, de onderzoeksvraag en de opbouw van het rapport;
5. theorie, met daarin de voor de onderzoeksvraag relevante theorie en de hypothese;
6. methode van onderzoek;
7. resultaten;
8. discussie en conclusies;
9. bronvermelding.

Practicumverslag

Een practicumverslag is doorgaans een beknoptere versie van een onderzoeksverslag met als mogelijke indeling:

1. (titelblad met) titel, gegevens (naam, klas) van de auteurs; datum;
2. doel/onderzoeksvraag;
3. hypothese;
4. opstelling en benodigdheden;
5. methode;
6. resultaten;
7. conclusie;
8. (discussie).

Het maken van een rapport geeft over het algemeen een structurering van alle verzamelde gegevens voor de leerlingen. Het maken van een structuur biedt mogelijkheden om te reflecteren.

Voor vaardigheden met betrekking tot het presenteren verwijzen we hier weer naar *Natuurwetenschappelijke vaardigheden in de onderbouw havo/vwo* (Spek & Rodenboog-Hamelink, 2011).

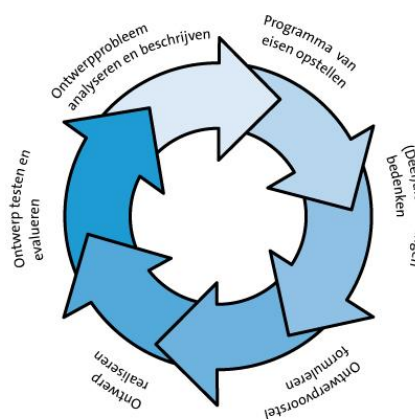
Voorbeelden van onderzoeksactiviteiten in de kennisbasis

- biologie; domein *Instandhouding* havo/vwo:
 - eenvoudige metingen aan het lichaam verrichten voor en na inspanning.
 - berekeningen uitvoeren met de meetgegevens.
- natuurkunde: domein *Energie* havo/vwo:
 - experimenteel onderzoek doen naar de relatie tussen spanning en stroomsterkte in diverse schakelingen met diverse onderdelen.
- fysische geografie (havo vwo):
 - veldwerk verrichten.

- o metingen verrichten aan weerslelementen voor langere periode, verwerken tot grafische data en vergelijken met andere jaren en interpreteren.
- scheikunde: domein *Materie* havo/vwo:
 - o onderzoek doen naar de samenstelling en eigenschappen van mengsels.
- technologie:
 - o experimenteel de relatie bepalen tussen bepaalde structuureigenschappen en de werking van een product.

3.1.3 Ontwerpen

Ontwerpen leer je al doende. Voor een succesvol ontwerp kan het ontwerpproces het beste systematisch worden aangepakt. Het is belangrijk dat leerlingen de fasen van ontwerpen herkennen en kunnen inzetten. Van leerlingen wordt verwacht dat ze tijdens het ontwerpproces een ontwerpprobleem analyseren, alternatieve uitwerkingen bedenken, een ontwerpvoorstel formuleren en vervolgens een eerste prototype bouwen en testen aan de hand van de geformuleerde eisen en randvoorwaarden, dat ze hier verslag van kunnen doen en hierop kunnen reflecteren. Het is van belang voor het aanleren van vaardigheden dat leerlingen de cyclus meerdere keren doorlopen.



Evenals bij onderzoeken, komen de hieronder beschreven fasen van het ontwerpproces echter lang niet altijd volledig en in een vaste volgorde voor. Dat betekent dat in het onderwijs ontwerpactiviteiten ook betrekking kunnen hebben op een deel van de ontwerpcyclus, bijvoorbeeld het formuleren van een programma van eisen of het kiezen van het geschikte materiaal. Het kan zelfs zijn dat een leerling ontwerpvaardigheden gebruikt als hij/zij niet zelf aan het ontwerpproces deelneemt, bijvoorbeeld bij het begrijpen, gebruiken en beoordelen van een door anderen ontworpen product. Dit gegeven moet worden betrokken bij onderstaande tekst, die het ontwerpen als totale activiteit beschrijft.

Fase 1: Het analyseren en beschrijven van het ontwerpprobleem

Elk ontwerp begint met een ontwerpprobleem. Het analyseren van het probleem is bedoeld om zo goed mogelijk zicht te krijgen op het ontwerpprobleem. Een gebruiker van een product of een opdrachtgever komt met een probleem of een opdracht. Als dat probleem wordt geanalyseerd, gaat de leerling zich vragen stellen om er achter te komen hoe het probleem precies in elkaar zit. Voorbeelden van dergelijke vragen zijn: Voor wie is dit een probleem? Waar wordt het door veroorzaakt? Zijn er problemen die hier op lijken? Ken je daar oplossingen van?

Ontwerpen is groepswork. Samen komen leerlingen vaak op meer en betere ideeën dan wanneer ze alleen werken. Het is ook zeker aan te raden om de leerlingen van elkaar te laten leren en in groepen samen te laten werken. Daarnaast is het van belang dat leerlingen zich met de inhoud van de opdracht kunnen identificeren (een opdracht die past bij de leerling) en zo gesignaleerde behoeften en wensen beter kunnen vertalen in ontwerp-eisen. Voorbeelden van vraagstukken die in de kennisbasis genoemd worden zijn het scheiden van afval en het opstellen van veiligheidsmaatregelen bij een natuurramp.

Fase 2: Het opstellen van een programma van eisen waaraan het ontwerp moet voldoen

Een programma van eisen is als een lijst waarop alle toetsbare voorwaarden staan waaraan het te ontwerpen product moet voldoen. Daarbij staan de wensen en eisen van de opdrachtgever natuurlijk voorop. Leerlingen moeten ontwerpeisen uit een gegeven context kunnen afleiden en geformuleerde behoeften zo nodig kunnen (her)formuleren in toetsbare eisen. Een voorbeeld van het opstellen van een programma van eisen in de kennisbasis is het ontwerpen van een dieet, waarbij voldaan moet worden aan de eisen dat het de dagelijkse behoefte aan voedingsstoffen dekt en dat het rekening houdt met de lichamelijke inspanning.

Fase 3: Het bedenken van ideeën voor de taken en eigenschappen waaraan het ontwerp moet voldoen

Ontwerpproblemen kennen geen unieke oplossingen. Het gaat veelal om het zoeken van het beste alternatief uit meerdere mogelijke uitwerkingen. Leerlingen leren om meerdere alternatieve uitwerkingen voor het gegeven ontwerpprobleem te verzinnen. Een nuttig hulpmiddel daarbij is een ideeëntabel. Dat is een tabel waarin voor elke taak en eigenschap minstens drie verschillende ideeën of (deel)uitwerkingen kunnen worden genoteerd. Voorbeelden uit de kennisbasis waarbij meerdere alternatieven kunnen worden ontworpen zijn het ontwerpen van een schakeling met elektromagnetische schakelaar en LDR, het ontwerpen van een brug, en het zelf ontwikkelen van een determinatietabel of ethogram.

Fase 4: Het formuleren van een ontwerpvoorstel op basis van een goede combinatie van deeluitwerkingen

Een ontwerpvoorstel formuleren betekent dat met behulp van tekeningen en tekst duidelijk wordt hoe het product er precies uit komt te zien en waar het van gemaakt is. Om dit te bereiken wordt de optimale (= best haalbare) combinatie van deeloplossingen gekozen uit de ideeëntabel. Dit betekent niet dat per taak/eigenschap de beste deeloplossing is gekozen. Het gaat erom dat alle gekozen deeloplossingen het best bij elkaar passen.

Fase 5: Het realiseren van het ontwerp als prototype of model

Een prototype is een handgemaakte eerste versie van het product, een soort proefproduct. In deze fase wordt het ontwerp dus echt uitgevoerd (gerealiseerd). Hierbij wordt onderscheid gemaakt tussen een prototype en een model. Een prototype is een werkende versie van het product. Een model is een op schaal gemaakte versie en hoeft niet te werken. Afhankelijk van de opdracht wordt gekozen voor een prototype of model. In veel gevallen kunnen de voorbeelden van ontwerpactiviteiten in de kennisbasis leiden tot het daadwerkelijk maken van het ontwerp, met name in de vorm van een model van bijvoorbeeld een afvalwaterzuivering of van de waterkringloop.

Fase 6: Het beproeven van het ontwerp en het zo nodig met verbetervoorstellen komen

Als het prototype en/of model klaar is, kan het getest worden. Bij het evalueren van de testresultaten wordt bekeken in hoeverre het product voldoet aan de gestelde eisen. Wordt aan sommige eisen onvoldoende voldaan, dan wordt bekeken waar dat aan ligt. De leerling is dan als het ware het probleem opnieuw aan het analyseren. Om voorstellen voor verbetering te doen moet de ontwerpcyclus (gedeeltelijk) opnieuw doorlopen worden. Een voorbeeld uit de kennisbasis is dat zelf ontwikkelde producten, zoals een meetmethode om het gezichtsveld te bepalen, in de les kunnen worden uitgetest en verbeterd.

Fase 7: Het maken van een rapport en het ontwerp (proces en product) presenteren

Het schrijven van een rapport en het presenteren van het ontwerp zorgen voor een ordening in de bovenstaande systematische aanpak. Doel is niet om lange verslagen te (laten) maken, wel om op systematische wijze verslag te leggen van het proces van ontwerpen. Dit verslag kan ten dienste staan van de presentatie. Niet alles hoeft vastgelegd te worden. Leerlingen kunnen

hun eerdere uitwerkingen van fasen ordenen en delen hiervan gebruiken voor het verslag. Het presenteren is met name bedoeld als mogelijkheid om de opdrachtgever te informeren. Ook hierin kan de leerling het totale proces van ontwerpen (of delen daarvan) meenemen, afhankelijk van de eisen van de opdracht/opdrachtgever. Als voorbeeld in de kennisbasis wordt genoemd het presenteren van geografische onderzoeksdata in een digitale kaart.

Fase 8: Het reflecteren op het ontwerpproces

Reflecteren is bedoeld om terug en vooruit te kijken. Maar ook om aan te geven wat het leereffect is voor de leerling en zijn/haar enthousiasme voor deze vaardigheid. Binnen het reflecteren is ruimte om sterke en zwakke punten van het ontwerpproces te benoemen en te waarderen. Ook kan de leerling voornemens voor de toekomst formuleren, wat betreft de vaardigheid ontwerpen. In een volgende ontwerpcyclus kan dit verder worden uitgevoerd. Reflecteren hoeft niet alleen aan het eind te gebeuren als de hele cyclus al is doorlopen. Reflecteren kan ook tijdens het ontwerpproces of aan het begin van een nieuwe opdracht rondom ontwerpen. Een voorbeeld uit de kennisbasis is het reflecteren op de keuze van materialen voor een product, waarbij overwegingen van duurzaamheid een rol kunnen spelen.

3.1.4 Informatievaardigheden, redeneervaardigheden, rekenkundige en wiskundige vaardigheden, waarderen en oordelen

In een maatschappij waarin kennis overvloedig beschikbaar is, is het van groot belang te kunnen onderscheiden of de informatie en de gehanteerde redeneringen duidelijk, betrouwbaar en geldig zijn. Bij de hier beschreven vaardigheden, informatievaardigheden, redeneervaardigheden, rekenkundige en wiskundige vaardigheden, en waarderen en oordelen gaat het over de eigen productie van informatie en over het kritisch beoordelen van informatie van anderen. Door met beide afwisselend bezig te zijn versterken deze activiteiten elkaar. Doordat het kritisch beoordelen in alle genoemde vaardigheden is opgenomen is 'kritische en onderzoekende houding' niet meer apart opgenomen.

3.1.5 Informatievaardigheden

Informatie zoeken, beoordelen, interpreteren en weergeven.

1. Informatie van anderen zoeken, beoordelen en gebruiken

Voorbeelden van activiteiten uit de kennisbasis:

- Teksten van verschillende internetbronnen raadplegen over een bepaalde ziekte.
- Reclame en andere productinformatie lezen van voedsel of een technisch product.
- Recente artikelen in de media checken op de chemische taal.
- De EHBO-gifwijzer raadplegen om te bepalen wat te doen ter voorkoming van ongelukken in huis.

Belangrijke aspecten van informatie zoeken en beoordelen zijn:

- Geschikte zoektermen kiezen.
- De deskundigheid en onpartijdigheid van een bron beoordelen.
- Informatie kan misleiden door onder andere selectief presenteren/weglaten van gegevens, bijvoorbeeld 'Dit product is vetarm' (maar bevat wel veel suiker).
- Informatie kan aanlokken of afschrikken met onduidelijke termen zoals 'natuurlijk', 'straling' of 'chemisch' (natuurlijke stoffen kunnen heel gevaarlijk zijn en er bestaan geen niet-chemische stoffen).

2. Omgaan met grafische weergaven en schema's

A. Zelf produceren van grafische weergaven en schema's.

Voorbeelden van activiteiten uit de kennisbasis:

- Een determinatietabel opstellen.

- Bespreken hoe meetgegevens het beste weergegeven kunnen worden.
- Een vergelijkingstabel maken waarin eigenschappen van materialen worden vergeleken.
- Eigenschappen van een systeem weergeven in een werktekening of andere vorm.
- Oorzaken en gevolgen van erosie weergeven in een schema.
- Een kaart tekenen van een te inventariseren gebied.
- Een *concept map* opstellen van de spijsvertering.

B. Interpretieren van grafische weergaven en schema's

Voorbeelden van activiteiten uit de kennisbasis:

- Een determinatietabel hanteren.
- Uit een werktekening of andere weergave van een technisch systeem de eigenschappen van dat systeem kunnen aflezen.
- Bespreken van in de media gepresenteerde grafieken over klimaatverandering.
- Een schema van relaties in een ecosysteem bespreken.
- Een kaart lezen.

Belangrijke aspecten van grafische weergaven en schema's zijn:

- Het heen en weer gaan tussen verschillende representaties kan een goede strategie zijn om tot dieper begrip te komen. Voorbeeld: grafische verbanden onderscheiden en in woorden beschrijven (bijv. naarmate x toeneemt, wordt y...) of andersom; een grafisch verband schetsen/voorspellen vanuit een woordelijke beschrijving. Hier ligt een belangrijke relatie met wiskundeonderwijs.
- Legenda, bijschriften en schaal hanteren.
- De betekenis van pijlen in schema's moet duidelijk zijn (een pijl kan onder andere de volgende betekenissen hebben: oorzaak/gevolg van; veranderen in; onderdeel van; voorbeeld van, et cetera).
- Elke weergave geeft maar een deel van de werkelijkheid weer (relatie met modellen).
- Een schema kan een samenvatting zijn van de hoofdzaken.
- Een schema kan gebruikt worden om veranderingen te voorspellen (bijv. in een voedselweb een organisme toevoegen of weghalen).

3.1.6 Redeneervaardigheden

Kennis hanteren in redeneringen, zoals verklaringen, conclusies en argumentaties. Het gaat hierbij om:

A. Eigen redeneringen opstellen

Voorbeelden uit de kennisbasis:

- Een conclusie beargumenteren vanuit de resultaten van een experiment.
- Mogelijke verklaringen voor een verschijnsel bedenken en bespreken.
- Meerdere oplossingen voor een probleem formuleren.

B. Redeneringen van anderen kritisch beschouwen

Voorbeelden uit de kennisbasis:

- Beoordelen of claims op de verpakking van voedingsmiddelen kloppen.
- Bespreken of een conclusies/ verklaring klopt.
- Conclusies vanuit observaties van diergedrag bespreken.

Belangrijke aspecten van redeneren zijn de volgende.

- Typen redenering onderscheiden:
 - 'als..., dan...';
 - extrapoleren;

- analogieredenering (elektrische weerstand vergelijken met weerstand in een waterstroom, spanningsverschil met hoogteverschil);
- NB ontwerpen en onderzoeken hebben ook hun eigen redeneerstappen
 - onderzoeken (vraag definiëren, aanpak voorstellen, uitvoeren, conclusies trekken)
 - probleem oplossen (probleem definiëren, aanpak voorstellen, uitvoeren, evalueren).
- Veel voorkomende redeneerfouten:
 - Een gelijktijdige verandering in twee zaken (correlatie) is nog geen bewijs voor een oorzaak (kan wel een hypothese opleveren), bijvoorbeeld verhoogde kans op een hartaanval na een gemiste strafschoot.
 - Geen rekening houden met andere mogelijke conclusies/verklaringen.
 - Concluderen op grond van te weinig informatie (bijv. uit één meting al een conclusie trekken over het totaal).
 - Teveel redeneren vanuit jezelf, onder andere interpretaties niet goed scheiden van observaties
- Vaak is het moeilijk iets volledig te bewijzen, maar je kunt het wel aannemelijk maken. Soms kun je wel bewijzen dat iets niet waar is.
- Je kunt iets argumenteren vanuit waarnemingen of vanuit algemeen aanvaarde principes.

3.1.7 Rekenkundige en wiskundige vaardigheden

Correct en geroutineerd kunnen toepassen van een aantal voor het vak relevante rekenkundige en wiskundige vaardigheden bij vakspecifieke probleemsituaties. Het gaat hierbij om:

- basisrekenvaardigheden;
- omgaan met grootheden, eenheden en formules;
- wiskundige vaardigheden.

De volgende onderdelen zijn daarbij van belang:

1. getallen, bewerkingen, rekenregels, operatoren.
Het gaat hierbij om getalbegrip, bewerkingen met getallen en het toepassen in vakspecifieke situaties.
2. verhoudingen, breuken, procenten.
Gebruiken van een verhoudingstabel, omzetten van verhoudingen in een decimaal getal of percentage, en het vergelijken van verhoudingen.
3. meten en rekenen met grootheden en eenheden.
Centraal bij dit onderdeel staat het kwantificeren van verschijnselen, waarbij grootheden en de daarbij behorende eenheden een belangrijke rol spelen
4. verbanden, tabellen, grafieken, formules.
Hierbij gaat het om het gebruik van tabellen en grafieken om kwantitatieve gegevens op een compacte en overzichtelijke manier weer te geven, om die vervolgens te kunnen aflezen en te interpreteren. Het beschrijven van een onderliggend verband (als dat er is) is een belangrijke vaardigheid hierbij.

Voorbeelden uit de kennisbasis:

- omrekenen van Kelvin naar graden Celsius en omgekeerd;
- rekenen met energie, vermogen en tijd ($E=P \cdot t$);
- rekenen met de relatie tussen frequentie en trillingstijd ($f=1/T$);
- berekenen van de gemiddelde snelheid bij gegeven afstand en tijd met gebruik van eenheden;
- construeren van st- en vt-diagrammen aan de hand van metingen en een st-diagram afleiden van een vt-diagram;
- berekenen van gehalte van stoffen in mengsels en oplossingen;
- berekeningen aan massaverhoudingen bij reactievergelijkingen uitvoeren;

- berekenen, vanuit informatie op de verpakking van voedingsmiddelen, hoeveel van een bepaald voedingsmiddel nodig is hebt om in de dagelijkse behoefte aan een bepaalde voedingsstof te voorzien;
- berekenen hoeveel inspanning je moet leveren om evenveel calorieën te verbruiken als het eten van een bepaalde snack binnenbrengt;
- rekenen met schaal en schaalgetal;
- kwantitatieve eigenschappen van een constructie berekenen (bijvoorbeeld lengten, oppervlaktes, hoeken);
- overbrengingsverhouding bij een overbrenging berekenen.

3.1.8 Waarderen en oordelen

In een waardering of oordeel kennis, waarden en emoties onderscheiden en afwegingen daartussen maken.

A. Eigen afwegingen maken en communiceren

Voorbeeld uit de kennisbasis:

- Een mening over ingrijpen van de mens bij de voortplanting onderbouwen met zowel feitelijke informatie als waarden die belangrijk worden gevonden.

B. Afwegingen van anderen in een waardering of oordeel onderzoeken

Voorbeelden uit de kennisbasis:

- Opinies van anderen in een blog over seksualiteit bespreken.
- Onderzoeken waarom mensen het niet eens zijn over de oplossing van een milieuprobleem.
- Aan de hand van verslagen van incidenten in de chemische industrie analyseren wat de toedracht was, welke stoffen betrokken waren en welke instanties betrokken waren.

Belangrijke aspecten van waarderen en oordelen zijn:

- Onderscheid maken tussen feiten en meningen.
- Bij een verschil van mening kan het belangrijk zijn het eens te worden over de feiten, maar dat lost het verschil van mening vaak niet op. Ook vanuit dezelfde feiten kunnen mensen tot andere meningen komen doordat ze verschillende zaken belangrijk vinden, bijvoorbeeld gezondheid, veiligheid, zelf kunnen beslissen, behoud van leven en dergelijke. Deze zaken worden waarden genoemd.
- Mensen verschillen ook vaak van mening doordat ze verschillende belangen hebben. Het belang van een boer kan anders zijn dan het belang van een natuurbeschermmer.
- Een verschil van mening is ook moeilijk oplosbaar doordat bij ingewikkelde problemen er vaak voor beide standpunten wel wetenschappelijke argumenten zijn aan te halen. Dat er klimaatsverandering optreedt is geen punt van discussie, maar wel waardoor die veroorzaakt wordt en hoe deze het beste tegengegaan kan worden.
- Vaak moet je afgaan op kennis die geen 100% zekerheid biedt.

3.2 Karakteristieke denkwijzen

Denkwijzen expliciteren de manieren van denken die karakteristiek zijn voor technici, natuurwetenschappers en ingenieurs. In deze kennisbasis is gekozen voor negen denkwijzen die hieronder kort worden getypeerd:

- patronen;
- schaal, verhouding en hoeveelheid;
- oorzaak en gevolg;

- systeem en systeemmodellen;
- behoud, transport en kringloop van energie en materie;
- structuur en functie;
- stabiliteit en verandering;
- duurzaamheid;
- risico's en veiligheid.

De aandacht voor denkwijzen heeft als doel het verbinden van kennis uit de verschillende disciplines. Vroeger gebeurde dat impliciet. Het expliciteren van de denkwijzen zal naar verwachting helpen om samenhang te brengen in de kennis uit de verschillende disciplines. Dit sluit aan bij het werk van de vakvernieuwingscommissies voor de tweede fase havo/vwo (Boersma, Bulte, Krüger, Pieters, & Seller, 2011) over samenhang tussen de verschillende vakken en is geïnspireerd door het *A framework for K-12 science education* (National Research Council, 2012a). De zeven eerstgenoemde denkwijzen komen overeen met de in dit Amerikaanse document uitgewerkte *crosscutting concepts*. Daarbij wordt verwezen naar korte illustratieve filmpjes die voor elk van deze *crosscutting concepts* zijn gemaakt. De denkwijzen 'duurzaamheid' en 'risico's en veiligheid' zijn aan deze zevental toegevoegd vanwege hun relevantie voor het onderwijs in de natuurwetenschappelijke vakken en technologie in de onderbouw van het voortgezet onderwijs in Nederland.

3.2.1 Patronen

- Patronen zijn overal aanwezig: bloemen; bomen; diergroepen; sneeuwvlokken; seizoenen; eb en vloed; schijngestalten van de maan; golfverschijnselen; broeikaseffect; opbouw DNA; systeem van elementen; lakmoesverschijnselen; kristallen; bouw van atoomkernen, atomen en moleculen; erfelijkheid; begroeiing in landschappen; voedselpiramide.
- Herkennen van patronen kan vragen genereren: hoe, waardoor?
- Patronen kunnen bij leerlingen ook verwondering wekken en door hen als schoonheid worden ervaren (vergelijk de foto's op de voorpagina van de zaterdagse wetenschapsbijlage van *de Volkskrant*; google op *patterns in science*-afbeeldingen).
- Patronen vragen om classificatie om te ordenen.
- Classificatie kan op basis van macro- of microkarakteristieken of naar functie.
- In de technologie worden patronen gebruikt om systemen te optimaliseren.
- Grafieken en kaarten kunnen helpen patronen te herkennen in processen, bijvoorbeeld golfbewegingen.

Illustratieve filmpjes:

<http://www.youtube.com/Crosscutting Concept 1: Patterns>

Crosscutting concept: Patterns

Paul Andersen explains patterns and describes why pattern recognition is an important skill in science and engineering. He begins by discussing patterns in nature, including snowflakes, flower petals, seasons and nucleotides in DNA. He then illustrates the importance of classification in describing and eventually understanding patterns. He gives a progression instruction in the science classroom from grade K to 12. A secret pattern is hidden within the video.

<http://www.cfa.harvard.edu/smg/Website/UCP/>

Causal patterns in science

This site shows you how to teach the causal patterns embedded in the science curriculum so that students emerge with deeper understanding. It links to and supports use of the Causal Patterns in Curriculum Series (see [Resources & Curricula](#)).

3.2.2 Schaal, verhouding en hoeveelheid

- Objecten en processen verschillen sterk in schaal (atomen, organismen, aarde, zonnestelsel, melkwegstelsels), in tijd (nanoseconden, millennia), temperatuur (ruimte, aarde, zon) en hoeveelheid (materie, energie, krachten).
- Zeer kleine en zeer grote objecten kunnen belangstelling wekken bij leerlingen omdat ze in het dagelijks leven ongrijpbaar zijn en tot de verbeelding spreken.
- Denken in schaalgrootte vereist inzicht in eenheden en bijbehorende getallen kunnen interpreteren: van pico tot mega. De relatie met wiskunde is hierbij van belang (machten van 10).
- Twee soorten grootteschalen zijn van belang:
 - macroscopisch: direct waarneembaar
 - microscopisch: te klein om direct waar te nemen
- Direct waarneembare eigenschappen berusten vaak op andere microscopische eigenschappen.
- Sommige concepten op macroschaal (zoals vaste stof) zijn betekenisloos op atomaire schaal.
- Bij vergroting van het volume van dieren neem de oppervlakte minder snel toe.
- Trage processen (zoals het verschuiven van continenten, evolutie) kunnen op lange termijn wel grote gevolgen hebben.
- Lichtsnelheid heeft vooral effect op tijdsduur wanneer sprake is van grote afstanden.
- Meetmethoden zijn sterk gekoppeld aan schaal in grootte en tijd: verschijnselen in ver verwijderde sterrenstelsels die we nu waarnemen hebben lang geleden plaats gevonden.
- Verhoudingen zijn van belang voor grootheden die op verhouding zijn gebaseerd, zoals snelheid, dichtheid, concentratie, vergrotingsfactor.

Illustratieve filmpjes:

<http://www.youtube.com/Crosscutting Concept 3>

Crosscutting concept: Scale, Proportion, and Scale

In this video Paul Andersen explains the importance of scale in science and engineering. The Universe varies in size along three scales: size, timespan, and energy. Many phenomenon are too small and fast, or too large and slow to observe. We use the tools of proportion and units of measure to comprehend different scales. The video ends with a progression of instruction from K-12.

<http://www.powersof10.com/film>

Powers of Ten takes us on an adventure in magnitudes. Starting at a picnic by the lakeside in Chicago, this famous film transports us to the outer edges of the universe. Every ten seconds we view the starting point from ten times farther out until our own galaxy is visible only as a speck of light among many others. Returning to Earth with breathtaking speed, we move inward- into the hand of the sleeping picnicker - with ten times more magnification every ten seconds. Our journey ends inside a proton of a carbon atom within a DNA molecule in a white blood cell.

3.2.3 Oorzaak en gevolg

- Van oudsher proberen mensen verklaringen te bedenken voor natuurverschijnselen om hen heen, bij voorbeeld het ontstaan en de verspreiding van ziekten, de groei van planten, veranderingen in het klimaat, de aard van seizoenen, en patronen in de beweging van planeten en sterren. Veel onderzoek is er op gericht verklaringen te vinden voor dit soort verschijnselen, deels uit zuiver wetenschappelijke interesse, maar ook om meer controle te kunnen krijgen op processen en te kunnen anticiperen op toekomstige ontwikkelingen.

- Voor leerlingen is inzicht in oorzaak en gevolg van belang, zowel voor hun handelen in het dagelijks leven, als in hun toekomstige beroep. Bij sommige leerlingen kan de interesse gewekt worden voor een loopbaan in het onderzoek.
- Het is van belang dat leerlingen onderscheid leren maken tussen natuurwetenschappelijke en andere verklaringen. Een belangrijke aanname in natuurwetenschap en technologie is dat alle verschijnselen berusten op processen die met natuurwetenschappelijke kennis kunnen worden verklaard en dat die processen universeel zijn en terug te voeren op een beperkt aantal fundamentele mechanismen. Veel van deze processen kunnen worden verklaard met kennis waarover we in de loop der eeuwen als mensheid beschikken, maar veel is nog niet bekend. Daarom zijn veel wetenschappers op tal van terreinen actief om nieuwe kennis te verwerven.
- Leren denken in termen van oorzaak en gevolg is een proces van levenslang leren. Het kan beginnen met de vragen 'Wat is er gebeurd?' en 'Waardoor gebeurt dit?', gevolgd door een lijstje mogelijke oorzaken die leerlingen zelf kunnen bedenken.
- Vervolgens rijst de vraag of er enig bewijs is voor elk van deze oorzaken. Welke van deze oorzaken zijn meer waarschijnlijk of belangrijk dan andere? Is het denkbaar dat meerdere oorzaken ten grondslag liggen aan verschijnselen? Dat vereist het kunnen hanteren van begrippen als 'zowel-als', 'mogelijk', 'waarschijnlijk' en 'vrijwel zeker'.
- Bij biologische en technische onderwerpen is het van belang onderscheid te maken in de functievraag (Waartoe gebeurt dit? Wat voor voordeel heeft dit?) en de oorzaakvraag (Waardoor gebeurt dit? Wat veroorzaakt het?). Beide vragen zijn belang voor begrip maar worden door leerlingen makkelijk door elkaar gehaald, ook doordat het woord 'waarom' voor meerdere interpretaties vatbaar is.
- In de kennisbasis worden inhoudelijke voorbeelden gegeven van inzichten ten aanzien van oorzaak en gevolg, waaronder toestandsveranderingen, kleurvorming, milieu- en gezondheidsproblemen, fysisch-geografische processen en gedrag. Ook bij andere onderwerpen (D2) kunnen oorzaak en gevolg aan de orde worden gesteld, in relatie tot de andere karakteristieke denkwijzen (D3) en de vaardigheden (D1).

Een illustratief filmpje:

http://www.youtube.com/Crosscutting_concept_2

Crosscutting concept: Cause and Effect - Mechanisms and Explanation

In this video Paul Andersen explains cause and effect its importance in science and engineering. He starts by addressing the chain of interactions that must be present to show cause and effect. He addresses the assumptions of universality and scale in determining cause and effect. He finishes the video with a progression of instruction from K-12.

3.2.4 Systemen en systeemmodellen

- De natuur is complex en om bestudering te vergemakkelijken wordt door wetenschappers en ingenieurs vaak met systemen gewerkt ter benadering van de werkelijkheid.
- Een systeem kan voor leerlingen een complexe situatie inzichtelijk maken omdat het de situatie vereenvoudigt tot hoofdzaken. Met behulp van een systeem kunnen voorspellingen worden gedaan en problemen worden geanalyseerd. Belangrijk is te beseffen dat in een systeem aannames worden gemaakt en met benaderingen wordt gewerkt: een systeem is niet de werkelijkheid.
- Een systeem bestaat uit een groep verwante objecten of onderdelen die samen een geheel vormen. Ze worden afgegrensd door kunstmatige grenzen. Systemen worden gekenmerkt door componenten, hulpbronnen, stromen en feedback.
- Binnen een systeem kunnen desgewenst subsystemen worden onderscheiden. Alles wat buiten een systeem gebeurt wordt gezien als krachten op het systeem of in- en uitstroom van materie en energie. Men onderscheidt daarmee processen binnen het systeem van wisselwerking met de buitenwereld.

- Vaak wordt met schema's gewerkt om een systeem te illustreren.
- Systemen zijn bijvoorbeeld moleculen, organismen, organen, machines, weersystemen, energie- en waterkringlopen, ecosystemen, aarde, atmosfeer, melkwegstelsels, centrale verwarming, maar ook een boek dat op tafel ligt kan als systeem worden beschouwd.

Een illustratief filmpje:

<http://www.youtube.com/Crosscutting concept 4>

Crosscutting Concept: Systems and System Models

In this video Paul Andersen explains how systems can be used to understand phenomena in science and create better designs in engineering. He starts by defining the characteristics of a system and describes how system models can be used to better understand the world. For example a system model of the water cycle can show the cycling of matter on the surface of the Earth. He ends with a progression of instruction for a K-12 science classroom.

3.2.5 Behoud, transport en kringloop van energie en materie

- Materie en energie spelen bij zeer veel processen een belangrijke rol. In systemen kunnen hoeveelheden materie en energie alleen veranderen in wisselwerking met de buitenwereld van een systeem. Zonder in- en output gelden binnen het systeem behoudswetten.
- Belangrijke voorbeelden zijn de waterkringloop, chemische processen, recycling van materie en de groei van levende organismen. Op macroniveau treden vaak wel veranderingen op (water -> waterdamp; verandering van stoffen bij chemische reacties zoals verbranding en elektrolyse; fotosynthese) maar op atomair niveau is er sprake van behoud.
- Energie kan in diverse vormen worden omgezet maar binnen een gesloten systeem blijft de totale hoeveelheid behouden.
- Alleen bij kernreacties (zoals radioactiviteit, kernsplijting en kernfusie) treden op atomair niveau wel veranderingen op maar dan blijft de som van energie en materie behouden.
- Kringlopen zoals in het milieu zijn gebaseerd op endogene en exogene krachten.

Een illustratief filmpje:

<http://www.youtube.com/Concept 5>

Crosscutting Concept: Matter and Energy - Flows, Cycles and Conservation

In this video Paul Andersen explains how matter and energy flow and cycle through systems. He starts by explaining how energy and matter input and output will always be conserved. He addresses the many misconceptions that surround energy and matter including the belief that food contains energy. He explains how nuclear reactions conserve both matter and energy. The video ends with a teaching progression for grades K-12.

3.2.6 Structuur en functie

- Structuur en functie van objecten en organismen hebben veel met elkaar te maken. Functies kunnen worden verklaard met de vorm en de vorm kan worden verklaard door de functie.
- Voor leerlingen kan de koppeling tussen structuur en functie duidelijk maken dat vertrouwde vormen niet willekeurig zijn maar berusten op achterliggende functies.
- Bij het ontwerpen van constructen is het van belang rekening te houden met vorm en functie, waarbij eigenschappen van materialen een essentiële rol spelen.
- Die eigenschappen hangen vaak samen met de structuur van de materie, met name op atomaire schaal.

- Voorbeelden waarbij vorm en functie een belangrijke rol spelen zijn verwarmingstoestellen, muziekinstrumenten, bruggen, warmte- en geluidsisolatie, organismen, cellen, organen, zintuigen, en mineralen.

Een illustratief filmpje:

<http://www.youtube.com/Structure and Function>

Crosscutting Concept: Structure and Function

Paul Andersen explains how the structure of objects are related to their function and vice versa. He begins with a quick quiz on bicycle construction and ends with a progression of teaching for students grades K-12. He also explains how the scale of an object will determine the function studied.

3.2.7 Stabiliteit en verandering

- Het begrijpen van veranderingen op veel terreinen is een belangrijk onderwerp van onderzoek.
- Stabiliteit betekent dat kleine verstoringen gemakkelijk worden opgevangen. Die stabiliteit kan statisch zijn (zoals een ladder tegen de muur) maar ook dynamisch wanneer in- en uitstroom elkaar in evenwicht houden door regulerende processen, bijv. bij een dam die het water in een stuwmeer op constante hoogte houdt, chemische reacties in evenwicht, gewichtsbehoud van mensen, en ecosystemen van predators en prooien. Een voorbeeld van een instabiel evenwicht is een rechtopstaand potlood: wanneer het valt is er geen mogelijkheid weer rechtop te komen. Voorbeelden van instabiliteit zijn radioactieve stoffen.
- Een cyclisch verandering kan ook als stabiel worden opgevat, bijvoorbeeld de beweging van de maan om de aarde en de aarde om de zon.
- Chemische reacties worden beïnvloed door de omstandigheden (temperatuur, druk, verdelingsgraad).
- De samenstelling van de genen van een organisme verandert niet maar het organisme zelf kan wel veranderen door invloed van de omgeving. Mutaties kunnen wel tot veranderingen in DNA leiden en daarmee tot andere eigenschappen.
- Om systemen stabiel te doen functioneren is vaak feedback nodig, zoals een thermostaat die er voor zorgt dat de kamertemperatuur constant blijft door een verwarmingssysteem te activeren tot het moment dat de gewenste temperatuur is bereikt.
- Soms lijkt een systeem op korte termijn stabiel te zijn maar kan het op langere termijn toch sterk veranderen, bijvoorbeeld de groei van een organisme, de verplaatsing van continenten en evolutie. Wanneer een drempelwaarde overschreden wordt kunnen processen versneld worden, bijvoorbeeld in de warme golfstroom.
- Een stabiele omgeving kan belangrijk zijn voor het functioneren van organismen, bijvoorbeeld temperatuur, vochtigheid en licht voor het groeien van planten.
- Leerlingen kunnen soms het idee hebben dat stabiliteit vanzelfsprekend is, en niet vaak het gevolg van allerlei elkaar tegenwerkende krachten zoals het blijven liggen van een boek op een tafel als gevolg van de zwaartekracht en krachten tussen atomen. Maar ook kunnen weersveranderingen ten onrechte worden opgevat als klimaatverandering.
- Het begrijpen van dynamisch evenwicht is van groot belang voor het kunnen interpreteren van complexe systemen zoals de hoogte van de zeespiegel, bevolkingsgroei en de gemiddelde temperatuur op aarde.

Een illustratief filmpje:

<http://www.youtube.com/Stability and Change>

Crosscutting Concept: Stability and Change.

Paul Andersen explains how stability and change are regulated in systems through controls and feedback. Controls are used to regulate matter and energy flowing into a system. Feedback mechanisms within the system are used to regulate stability. Negative feedback loops keep the

values around a set point and positive feedback loops move them away. Disequilibrium can result in death of living systems and destruction of physical systems. A progression of instruction for K-12 students is also included.

3.2.8 Duurzaamheid

- Mensen moeten om te overleven ingrijpen in hun milieu. Dat houdt in dat er:
 - stoffen en organismen aan worden *onttrokken* (voor voedsel, energie en grondstof);
 - stoffen aan worden toegevoegd (afval, koolstofdioxide, restproducten industrie, kunstmest);
 - transporten in het milieu worden *veranderd* (waterwerken, wegaanleg, bebouwing).
- Duurzaamheid houdt in dat:
 - niet meer wordt onttrokken dan het milieu kan aanvullen;
 - de hoeveelheid en soort stoffen die worden toegevoegd zodanig zijn dat het milieu deze kan verwerken (met name niet afbreekbare stoffen die ophopen in de voedselketen);
 - de effecten van veranderingen worden gecompenseerd (bijvoorbeeld wildviaducten over snelwegen).
- Het milieu kan veel leveren, onder andere voortdurende instroom van zonne-energie, een groot vermogen tot afbraak door micro-organismen, kringlopen van water. Echter, als mensen niet duurzaam ingrijpen ontstaan milieuproblemen, die elkaar ook deels versterken:
 - klimaatverandering door broeikaseffect;
 - uitsterven van soorten en verlies van ecosystemen;
 - gezondheidsproblemen door vuile lucht en vuil water.
- Ieders eigen bijdrage aan zowel het probleem als de oplossing is klein, maar doordat we met velen zijn is het eigen gedrag van wezenlijk belang. Opties zijn:
 - zuinig gebruik en hergebruik van water, energie, grondstoffen, beperken van vlees eten;
 - afval beperken (hergebruik helpt ook hier).
- Daarnaast moeten overheden gestimuleerd worden om:
 - de beschikbare ruimte duurzaam te beheren;
 - maatregelen te nemen tegen illegale dumping van afval;
 - duurzame energievormen te gebruiken.

3.2.9 Risico's en veiligheid

- In de moderne samenleving worden burgers geconfronteerd met veel risico's die veelal het gevolg zijn van menselijk ingrijpen in de natuurlijke omgeving, bijvoorbeeld op het gebied van gezondheid, voeding, energievoorziening, nieuwe materialen en communicatie.
- Door persoonlijk gedrag en door mee te beslissen in democratische processen kunnen mensen invloed hebben op hun veiligheid.
- Dit vereist enig inzicht in de aard van risico's en de mogelijke gevolgen. Hiervoor is kennis uit de kennisbasis nodig, zoals herkennen van brandbare en giftige stoffen, blussen van branden, elektrische stroom door het lichaam, de werking van aardschakelaar en zekeringen, de effecten van straling en geluidshinder, krachten bij botsingen in het verkeer, eigenschappen van ziektevirussen en -bacteriën, voedselveiligheid, onderscheiden van ziekten, werking van verslavende middelen, gevolgen van eigen gedrag, erfelijke aanleg, klimaatveranderingen, natuurrampen.
- Belangrijke kenniselementen op het gebied van risico's zijn:
 - De grootte van risico's wordt bepaald door de *kans* op een schadelijke gebeurtenis en de omvang van de gevolgen.

- Bij de perceptie van risico's spelen factoren mee zoals het al dan niet vrijwillig nemen van risico's, de onzekerheid in kansen, de omvang van de gevolgen, de zichtbaarheid van gevolgen op korte termijn en het idee dat het risico al dan niet beheersbaar is.
- Bij het leren redeneren over risico's kunnen de volgende vragen van betekenis zijn:
 - Welke kennis is beschikbaar?
 - Is de bron van deze kennis betrouwbaar? Welke belangen spelen een rol?
 - Is een gerapporteerde correlatie wel gerelateerd aan één oorzaak of zijn andere oorzaken denkbaar?
 - Wat zijn de voordelen van het lopen van bepaalde risico's? Voor wie?
 - Wat is het doel van beweringen dat risico's onaanvaardbaar groot, beheersbaar of verwaarloosbaar zijn?
 - Hoe groot is de kans op uiteenlopende gevolgen: milieuschade, ziektegevallen, gewonden en doden?
 - Kunnen de risico's met voorzorgsmaatregelen worden gecontroleerd, verkleind of vermeden? Zo ja, hoe?
- Voorbeelden waaraan het leren denken over risico's kan worden opgehangen:
 - epidemieën en vaccinaties;
 - veiligheid tijdens practica;
 - broeikaseffect;
 - elektriciteit en giftige stoffen in huis;
 - voeding, roken en gezondheid;
 - afvalopslag;
 - medicijngebruik;
 - ioniserende straling in de gezondheidszorg.

3.3 Samenhang in denkwijzen

De bovengenoemde denkwijzen kunnen worden onderscheiden, maar staan wel met elkaar in verband, bij voorbeeld:

- Systemen kunnen op diverse schaalniveaus worden gebruikt. In die systemen kunnen patronen worden onderscheiden, processen worden verklaard (oorzaken), gevolgen worden voorspeld, spelen behoudswetten een rol, kunnen vorm en functie worden gekoppeld, veranderingen worden onderzocht en op duurzaamheid worden geanalyseerd.
- Herkenning van patronen kan leiden tot vragen over causaliteit.
- Veranderingen kunnen worden onderzocht naar oorzaak en gevolg.
- Structuren kunnen in de loop van de tijd veranderen wanneer de functie verandert en vice versa.
- Bij het streven naar duurzaamheid spelen kringlopen een belangrijke rol, naast inzicht in veranderingsprocessen en stabiliteit van ecosystemen.
- Bij het redeneren over risico's wordt vooral gebruik gemaakt van denkwijzen als oorzaak en gevolg, stabiliteit en verandering, schaal en duurzaamheid.

4. Kennisbasis natuurkunde havo/vwo

4.1 Introductie

De kennisbasis voor natuurkunde is onderverdeeld in vier domeinen:

- materie;
- energie;
- licht, geluid en straling;
- kracht en beweging.

Deze domeinen zijn niet bedoeld als achtereenvolgende hoofdstukken uit leerboeken, maar geven elk een bepaalde blik weer waarmee naar natuurkundige verschijnselen gekeken kan worden. Het domein *Materie* gaat over bouw en eigenschappen van stoffen en materialen, hoe deze stoffen geordend kunnen worden en waarvoor ze gebruikt kunnen worden. Het domein *Energie* beschrijft de rol van energie in ons dagelijks leven, de verschijnselen die daarmee samenhangen en hoe we verstandig met energie kunnen omgaan. In het domein *Licht, geluid en straling* gaat het over de aard van licht, geluid en straling, verschijnselen, toepassingen en veiligheidsrisico's.

In het domein *Kracht en beweging* gaat het over hoe bewegingen en constructies onderhevig zijn aan krachten, waarbij onderwerpen als zonnestelsel, verkeer, gereedschappen en bouwwerken aan de orde komen.

In de kennisbasis ligt de nadruk op natuurkundige verschijnselen en natuurwetenschappelijke denk- en werkwijzen, die enerzijds leerlingen op hun eigen omgeving moeten kunnen betrekken en anderzijds zicht moeten geven op technologische ontwikkelingen, duurzaamheid en veiligheid.

4.2 Materie havo/vwo

Waar het om gaat

In het dagelijks leven gebruiken we heel veel materialen voor allerlei doeleinden. Die materialen zijn gemaakt van stoffen die bepaalde karakteristieke eigenschappen hebben (de zogenaamde stofeigenschappen). Die eigenschappen bepalen waar stoffen voor gebruikt kunnen worden. Zo gebruiken we glas (transparant, stevig) voor ruiten, aluminium (licht, sterk) voor velgen van fietsen, hout (sterk, gemakkelijk te bewerken) voor meubels en koper (goede stroomgeleider, buigzaam) voor elektriciteitsdraden.

Stoffen komen voor als zuivere stoffen, maar ook als mengsels. We gebruiken natriumchloride als keukenzout omdat het zout smaakt, maar ook omdat het goed in water oplost. In de winter wordt natriumchloride gebruikt als strooizout om de wegen sneeuwvrij en minder glad te maken. Dit is vanwege de eigenschap van natriumchloride het vriespunt van water te verlagen.

Water is een vloeistof (onder normale omstandigheden) waar veel stoffen in kunnen oplossen. Daarnaast speelt het een belangrijke rol als drinkwater en kennen we de zogenaamde waterkringloop die invloed heeft op het weer en op het klimaat. Waterzuiveringsinstallaties verwijderen overvloedige hoeveelheden stoffen in rioolwater voor het op rivieren geloosd wordt. Dat water komt dan weer in de waterkringloop terecht.

Samenhang:

- binnen natuurkunde: alle domeinen;
- met biologie: *Biologische eenheid*;
- met technologie: alle domeinen;
- met scheikunde: *Materie*.

Materie		
Integrale doelen (vwo cursief) De leerling kan: 1. een experimenteel onderzoek <i>opzetten en</i> uitvoeren om gegevens te verzamelen over eigenschappen van stoffen en materialen; 2. aan de hand van een model een toelichting <i>en een beredeneerde verklaring</i> geven voor een aantal fysische eigenschappen van stoffen; 3. via actueel bronnenonderzoek stralingsrisico's bij gebruik van verschillende soorten straling in medische toepassingen en gebruik van kernenergie in beeld brengen (en communiceren); 4. de relatieve grootte van atomen en moleculen in kaart brengen op een schaal van machten van 10. Relevante contexten: materialen (stoffen en materialen in en rond het huis, nieuwe materialen); duurzaamheid (recycling); veiligheid (ziekteverwekkende stoffen)		
Karakteristieke werkwijzen	Vakinhouden natuurkunde (vwo cursief)	Karakteristieke denkwijzen
Modelontwikkeling en -gebruik • De beweging van moleculen verbeelden met een computersimulatie, waarmee de aggregatietoestanden van stoffen zichtbaar gemaakt kunnen worden. Onderzoeken • Experimenteel onderzoek doen naar eigenschappen van stoffen, zoals smeltpunt en kookpunt, hardheid, elektrische geleiding en warmtegeleiding. • Experimenteel onderzoek doen naar de relatie tussen zinken, zweven, drijven en de dichtheid van stoffen.	Bouw van de materie 1. Fysische eigenschappen van stoffen toelichten <i>en uitleggen</i>. 2. Moleculen als verzameling van aan elkaar gebonden atomen beschrijven en noemen van verschillen tussen moleculen en atomen. 3. Soorten straling noemen en toepassingen beschrijven in medische context en het beschrijven van stralingsrisico's. Stoffen en eigenschappen van stoffen 4. Een stof aan de hand van de fasen en faseovergangen herkennen <i>en vergelijken</i> en nagaan in welke fase een stof zich bevindt bij een bepaalde temperatuur. 5. Beschrijven dat faseovergangen kunnen worden veroorzaakt door verwarmen of afkoelen. 6. Pictogrammen begrijpen en etiketten lezen.	Patronen • In stoffen komen herhalende patronen voor. Heel goed zichtbaar is dat bijvoorbeeld bij patronen in ijs- en sneeuwkrystallen. Schaal, verhouding en hoeveelheid • De orde van grootte van atomen en moleculen kan het beste op een schaal van machten van 10 worden vergeleken met objecten als cel, speldeknop, mens, aarde, zonnestelsel en heelal. Oorzaak en gevolg • Door een toevoer dan wel afgifte van energie kan de fase van een stof (vast, vloeibaar, gas) veranderen.

Ontwerpen • Ontwerpen van een (afval)scheidingsapparaat op basis van eigenschappen van stoffen en materialen (zie ook kennisbasis technologie). • Het reflecteren op een eigen ontwerp ten aanzien van het programma van eisen en de gekozen materialen, met aandacht voor duurzaamheid (zie ook kennisbasis technologie). Informatievaardigheden • Zoeken en vinden van eigenschappen van (nieuwe) stoffen en materialen in digitale bronnen en deze overzichtelijk weergeven in de context van toepassingen. Redeneervaardigheden • Een verband leggen tussen inhoudelijke onderwerpen uit D2 en denkwijzen uit D3, bijvoorbeeld oorzaak en gevolg bij faseveranderingen van stoffen. Rekenkundige en wiskundige vaardigheden • Rekenen met de relatie tussen massa, volume en dichtheid ($\rho = m/V$).	7. Stoffen aan de hand van kleur, geur, oplosbaarheid in water, elektrische geleiding, dichtheid en geluidssnelheid vergelijken. 8. Elektrische geleiding en isolatie in dagelijkse toepassingen beschrijven. 9. Stoffen aan de hand van de dichtheid herkennen en massa en volume van een hoeveelheid stof omschrijven. 10. Aan de hand van de dichtheid van stoffen uitleggen of voorwerpen zinken, zweven of drijven. 11. Een stof voor een specifieke toepassing kiezen met behulp van gegevens over de eigenschappen warmtegeleiding en brandbaarheid.	Systemen en systeemmodellen • Atomen en moleculen van een stof worden door onderlinge krachten bijeengehouden en dit systeem reageert op invloeden van buitenaf. • Moleculen van een stof vormen een systeem met stofeigenschappen. Structuur en functie • Vorm en functie van een voorwerp zijn gerelateerd aan de eigenschappen van de gekozen materialen (hardheid, vormvastheid, bewerkbaarheid). Stabiliteit en verandering • Faseveranderingen zijn wel veranderingen van aggregatietoestanden, maar geen veranderingen van moleculen. Duurzaamheid • Bij de keuze van materiaal voor een bepaalde vorm en functie moet ook lang meegaan en afbreekbaarheid meegewogen worden. • Hergebruik en recycling zorgen dat materialen c.q. grondstoffen lang in de gebruikscyclus blijven. Er is minder beslag op nieuwe grondstoffen nodig.
--	---	---

Waarderen en oordelen • Vanuit de bijgevoegde informatie diverse materialen en/of producten beoordelen in hoeverre claims van veiligheid en milieu juist zijn.		Risico's en veiligheid • Kenmerkend voor de risico's van gevaarlijke stoffen is dat de gevolgen vaak wel ernstig, maar niet altijd direct zichtbaar of merkbaar zijn. Blootstelling aan asbest bijvoorbeeld, kan jaren later kanker veroorzaken.
	Mogelijkheden voor invulling keuzestof • Het gebruik van kernenergie en stralingsrisico's beschrijven.	

4.3 Energie havo/vwo

Waar het om gaat

Energie speelt een belangrijke rol in alle sectoren van de samenleving. Vervoer, gezondheidszorg, industrie en communicatie zijn ondenkbaar zonder gebruik te maken van energie. Ook het dagelijks leven zou aanzienlijk veranderen zonder de beschikbaarheid van energiebronnen.

Het gebruik van energie is echter niet zonder problemen. Voorraden van brandstoffen als gas en olie zijn maar beperkt beschikbaar, duurzame energiebronnen (zoals zon en wind) zijn nog niet in staat voldoende energie te leveren, kernenergie is niet onomstreden en fusie-energie kan nog lang niet productief gemaakt worden. Daarnaast stijgt het energieverbruik in ontwikkelingslanden snel en veroorzaakt het gebruik van fossiele brandstoffen een sterke toename van kooldioxide in de atmosfeer, hetgeen het broeikaseffect bevordert, met mogelijk nare milieugevolgen. Door de toenemende vraag stijgen de kosten van energie aanzienlijk.

Verstandig omgaan met energie is daarom belangrijk, zowel op (inter)nationaal niveau als in het dagelijks leven. Dat vraagt om kennis en vaardigheden bij het nemen van beslissingen en het omgaan met risico's voor individu en samenleving. Voorbeelden van belangrijke kennis op dit gebied zijn de aard van verschillende energiebronnen en hun voor- en nadelen. Daarnaast is kennis en inzicht in energie van belang als het gaat om technologische toepassingen.

Vanuit de natuurkunde is de wet van behoud van energie bij energieomzetting fundamenteel. Natuurkundige begrippen als warmte, temperatuur, warmtegeleiding, vermogen, energie, rendement, stroomsterkte, weerstand en spanningsverschil, maken het mogelijk energiesystemen - zowel in huis als daarbuiten - te analyseren en te beoordelen. Inzicht in fysische verschijnselen en processen, waarin de genoemde begrippen een belangrijke rol spelen, is daarbij van groot belang.

Samenhang:

- binnen natuurkunde: alle domeinen
- met biologie: verbranding, voedsel, bloedsomloop, metabolisme;
- met technologie: energie;
- met scheikunde: *Energie, Reactiviteit*
- met fysische geografie: energie (in context van aardbevingen, vulkanisme, getijden).

Energie		
Integrale doelen (vwo cursief) De leerling kan: 1. via een apparatenonderzoek komen tot een bepaling van vermogen, energieverbruik en rendement; 2. de werking van een cv-installatie demonstreren aan de hand van een model, waarbij verbranding, diverse vormen van warmtetransport en isolatiemaatregelen aan de orde komen; 3. onderzoek doen door metingen in diverse elektrische schakelingen (onder andere parallel en serie) naar de relatie tussen stroomsterkte en spanning; 4. met behulp van een model van een huisinstallatie de werking en de toegepaste veiligheidsmaatregelen uitleggen; 5. de werking van een aantal apparaten gebaseerd op elektromagnetisme demonstreren; 6. aan de hand van verzamelde gegevens uit diverse bronnen informatie geven over de Nederlandse energievoorziening: over de vormen van (groene) energie, over de hoeveelheid energie (per huis, stad, land), het energietransport en de belasting voor het milieu. Relevante contexten: duurzaamheid (energiebronnen, energieopwekking en –verbruik (warmte, elektriciteit), aarde en atmosfeer, energielabels, isolatie); veiligheid (electriciteit); transport (energiegebruik in verkeer).		
Karakteristieke werkwijzen	Vakinhouden natuurkunde (vwo cursief)	Karakteristieke denkwijzen
Modelontwikkeling en -gebruik • Met een model de werking van een cv-installatie demonstreren. • In een elektrisch schakelschema parallel en in serie geschakelde lampjes en weerstanden weergeven met de juiste symbolen. Onderzoeken • Experimenteel onderzoek doen naar de relatie tussen spanning en stroomsterkte in diverse schakelingen met diverse onderdelen. • Onderzoek doen naar het energieverbruik van diverse apparaten.	Vormen van energie, energieomzetting, transport, opwekking, arbeid, rendement, vermogen 1. De diverse energiesoorten (bewegingsenergie, zwaarte-energie, kernenergie, elektrische energie, chemische energie, warmte) onderscheiden. 2. Energieomzettingen beschrijven en met voorbeelden toelichten. 3. Verschillende energiebronnen en manieren van energieopwekking en energieopslag beschrijven, <i>en analyseren hoe deze energie gebruikt kan worden.</i> 4. Onderscheid maken tussen 'nuttige' energie en 'toegevoerde' energie <i>en nagaan op welke manier energie 'nuttig' gebruikt kan worden.</i> 5. Met behulp van de energielabels voor diverse apparaten een keuze maken <i>en deze ordenen.</i>	Schaal, verhouding en hoeveelheid • Een grote windturbine levert elektriciteit voor duizenden huishoudens; een kolen-energiecentrale levert energie voor honderdduizenden huishoudens. • Een huis met een dak vol zonnepanelen levert op jaarbasis precies genoeg energie voor dat huis. Oorzaak en gevolg • Verwarmen van een stof betekent een toename van de kinetische energie van moleculen.

- Onderzoek doen naar de isolerende werking van materialen. Ontwerpen - Ontwerpen van een schakeling met elektromagnetische schakelaar en LDR. Redeneervaardigheden - Een verband leggen tussen inhoudelijke onderwerpen uit D2 en denkwijzen uit D3, bijvoorbeeld dat bij het omzetten van energie er steeds sprake zal zijn van behoud van energie. Informatievaardigheden - Met behulp van recente bronnen een overzicht maken van diverse vormen van energie, energieopwekking, energieomzetting en transport, met het oog op energievoorziening in de toekomst en hierop reflecteren. Rekenkundige en wiskundige vaardigheden - Omrekenen van Kelvin naar graden Celsius en omgekeerd. - Rekenen met energie, vermogen en tijd ($E=P \cdot t$). - Opstellen van een energierekening. - Rekenen met spanning, stroomsterkte en weerstand ($U=I \cdot R$) aan serie- en parallelschakelingen.	- Vermogen met energie en tijd beschrijven. - Vermogen als product van spanning en stroomsterkte beschrijven. Warmte, verbranding, thermodynamica - Manieren van warmtetransport (geleiding, stroming en straling) en isolatie beschrijven. - Uitleggen welke ingrediënten nodig zijn voor verbranding, een <i>beargumenteerde</i> keuze maken hoe geblust kan worden en een verband leggen tussen verbranding van stoffen en het milieu. Elektriciteit en magnetisme - Lading als drager/transporteur van energie herkennen. <i>Lading op atomair niveau herkennen.</i> - Stroomsterkte, spanning en weerstand beschrijven. - Toepassingen van spanningsbronnen beschrijven. - Verschillende soorten stroomkringen uitleggen. - Het effect dat serie- en parallelschakelingen hebben op de stroomsterkte en spanning beschrijven. - De grootte van de spanning en stroomsterkte in een eenvoudige schakeling berekenen. - De V- en A-meter in een schakeling gebruiken <i>en uitleggen.</i> - Veiligheidsmaatregelen in huisinstallaties herkennen. - Het risico van elektrische stroom door het lichaam herkennen <i>en uitleggen hoe dit vermeden kan worden.</i> - De werking en het gebruik van magneten beschrijven. - Transformatorgebruik in de context van huishoudelijke apparaten beschrijven. - Zekering en aardlekschakelaar in de context van veiligheid beschrijven.	Structuur en functie - Vorm, materiaal en functie van (verwarmings)toestellen relateren aan gebruik in bepaalde situaties, zoals straalkachel of zonnepanelen. - Relatie vorm, functie en materiaal bij isolatiematerialen. Stabiliteit en verandering - Bij een energieomzetting verandert de energiesoort, maar de energiehoeveelheid blijft behouden. Systeem en systeemmodellen - Het weer is een systeem, waarbinnen de waterkringloop een belangrijke rol speelt. - De centrale verwarming is een systeem met een terugkoppeling, waardoor de temperatuur in huis of gebouw beheerst kan worden. Behoud van energie - Bij fysische processen is er sprake van behoud van energie. Vaak wordt er veel energie omgezet in warmte. Duurzaamheid - Duurzame energie levert een grote bijdrage aan minder CO₂ uitstoot. Bij de productie van elektriciteit uit kolen ontstaat minstens 17 keer meer CO₂ dan bij de productie van elektriciteit uit zonlicht.
---	---	---

Waarderen en oordelen Nagaan of maatregelen om energiezuinig te leven en te wonen ook nageleefd (kunnen) worden.	Energie in de toekomst 23. Duurzame energiebronnen (zon, wind, water, biomassa) en conventionele energiebronnen (fossiele brandstoffen) beschrijven <i>en vergelijken</i>. 24. De voor- en nadelen van verschillende energiebronnen beschrijven en daarbij een keuze maken.	- Per miljoen opgewekte kWh bespaart windenergie in Nederland 400 ton CO₂ ten opzichte van de bestaande energiecentrales. Risico's en veiligheid - Het menselijk lichaam bevat ongeveer 65% water waarin allerlei bestanddelen zijn opgelost zoals zouten, eiwitten, suikers enzovoort. Hierdoor wordt het menselijk lichaam geleidend voor elektrische stroom.
	Mogelijkheden voor invulling keuzestof - Tussen transport van warmte en isolatie in de context van energiebesparing verband leggen <i>en beoordelen welke manieren effectief toegepast kunnen worden</i>. - Enkele methoden beschrijven hoe energie opgeslagen kan worden <i>en de effectiviteit hiervan beoordelen</i>.	

4.4 Licht, geluid, straling havo/vwo

Waar het om gaat

Zonder zon geen dag en nacht. Vanaf het begin van de geschiedenis hebben mensen zich afgevraagd wat licht nu eigenlijk is. Hoe komt het dat sommige voorwerpen gekleurd, wit of zwart zijn? Hoe ontstaan regenbogen, waarom hebben we een bril nodig en hoe kunnen we zeer kleine voorwerpen en details op de maan toch zien?

Vergelijkbare vragen kunnen gesteld worden over geluid. Hoe wordt geluid opgewekt en hoe plant het zich voort? Hoe kunnen we geluid horen? Hoe kunnen we muziek horen en maken? Is er geluid op de maan?

Antwoorden op dit soort vragen zijn interessant, maar nog belangrijker is dat inzicht in de aard van licht, geluid en straling noodzakelijk is om te begrijpen hoe bronnen en detectieapparaten werken, hoe ze verstandig en veilig kunnen worden gebruikt en hoe bescherming mogelijk is tegen geluidshinder, verblinding en ongewenste effecten van onzichtbare straling. Te denken valt aan muziekinstrumenten, geluidsapparatuur, camera's, verrekijkers en medische toepassingen.

Essentieel is het onderscheid tussen bron, medium en ontvanger. Licht en geluid zijn golfverschijnselen, gekenmerkt door begrippen als frequentie, trillingstijd, golflengte, snelheid en amplitude. Verschijnselen zoals kleuren, hoge en lage tonen, klanken van muziekinstrumenten, spiegeling en breking kunnen met genoemde begrippen worden verklaard. Licht kan zich verplaatsen in vacuüm, gassen, vloeistoffen en vaste stoffen, maar geluid plant zich niet voort in een vacuüm, wel in andere media.

De werking van oor en oog zijn essentieel om te begrijpen waarom en wat we kunnen horen en zien, en hoe effectief correcties kunnen worden aangebracht wanneer oor en oog niet (meer) goed functioneren.

Samenhang

- binnen natuurkunde: *Materie, Energie* (beweging);
- met biologie: de anatomie en werking van het oog (waarnemen, signaalverwerking in hersenen, gezichtsbedrog), gehoor en gehoorschade, straling en gezondheid;
- met scheikunde: chemische reacties onder invloed van licht (fotosynthese);
- met technologie: geluidsapparatuur, optische hulpmiddelen, medische hulpmiddelen.

Licht, geluid en straling		
Integrale doelen (vwo cursief) De leerling kan: 1. een aantal experimentele onderzoeken <i>opzetten en</i> uitvoeren om gegevens te verzamelen over lichtbronnen, schaduw, spiegelbeeld en beeldvorming met lenzen en primaire lichtkleuren; 2. aan de hand van een model een beredeneerde uitleg geven voor lichtverschijnselen met de eigenschappen van licht, zoals rechte lijnige voortplanting, lichtsnelheid, lichtbreking en kleurenspectrum en de werking en afwijkingen van het oog uitleggen; 3. door het volgen van de stappen van een ontwerpcyclus komen tot een ontwerp en realisatie van een optisch instrument; 4. aan de hand van verzamelde informatie uit diverse bronnen een beschrijving geven van een aantal stralingsbronnen <i>en hun soort straling</i> met aandacht voor verschillende soorten straling, <i>golflengte</i>, eigenschappen, (diagnostisch-medische) toepassingen en risico's voor de gezondheid en veiligheid van mensen en milieu; 5. een aantal experimentele onderzoeken <i>opzetten en</i> uitvoeren om gegevens te verzamelen over geluidsbronnen (bijvoorbeeld muziekinstrumenten), toonhoogte, geluidsterkte, geluidssnelheid en geluiddempende materialen; 6. in een concrete situatie van geluidshinder de mate van geluidsoverlast onderzoeken en een advies formuleren met maatregelen ter verbetering van de situatie. Relevante contexten: communicatie (spraak, muziek); gezondheid (geluidshinder, medische toepassingen, optische hulpmiddelen); veiligheid (ioniserende straling).		
Karakteristieke werkwijzen	Vakinhouden natuurkunde (vwo cursief)	Karakteristieke denkwijzen
Modelontwikkeling en -gebruik • Verschijnselen als breking van licht en de toonhoogte bij (snaar)instrumenten toelichten met een tekening. • Met een model van het zonnestelsel verschijnselen als zonsverduistering, <i>maanfasen</i>, maansverduistering en dag en nacht uitleggen.	Licht 1. Enkele directe en indirecte lichtbronnen noemen. 2. Enkele eigenschappen van lichtstralen en lichtbundels noemen. 3. Als licht van een uitgebreide lichtbron op een voorwerp valt de schaduw verklaren. 4. Beschrijven dat licht naar de normaal toe breekt bij overgang van lucht naar een andere stof en van de normaal af bij overgang van stof naar lucht.	Patronen • Licht- en geluidsgolven kenmerken zich door een herhaald patroon van golven met een golflengte en een frequentie. Oorzaak en gevolg • Als gevolg van de absorptie en reflectie van licht/zonnestralen hebben voorwerpen een kleur.

• Construeren van teruggekaatste lichtstralen met behulp van het virtuele beeld van een voorwerp voor één of meerdere vlakke spiegels. • <i>Met een schematische tekening verziend, bijziend en oudziend uitleggen.</i> Onderzoeken • Experimenteel onderzoek doen naar lichtbreking en de kleuren van het licht om een verklaring te vinden voor het ontstaan van een (dubbele) regenboog. • Experimenteel onderzoek doen naar geluidsterkte en geluidshinder. • Bij een gehoortest een audiogram maken om daarmee de relatie tussen gehoorgevoeligheid en frequentie aan te tonen (bijvoorbeeld verschil tussen jongens en meisjes of tussen jong en oud). • Met een oscilloscoop een oscillogram maken en gegevens aflezen over de eigenschappen van geluidstrillingen. Ontwerpen • Ontwerpen van een optisch instrument(zie ook kennisbasis technologie). • Ontwerpen van een muziekinstrument op basis van een programma van eisen(zie ook kennisbasis technologie). Redeneervaardigheden • Een verband leggen tussen inhoudelijke onderwerpen uit en de karakteristieke denkwijzen.	5. Uitleggen dat van een voorwerp met een bolle lens een beeld gevormd kan worden. 6. Toelichten dat wit licht in verschillende kleuren kan worden gebroken. 7. Het ontstaan van een regenboog uitleggen. 8. Beschrijven dat wit licht voor het menselijk oog samengesteld kan worden uit drie hoofdkleuren. 9. Het maken van verschillende kleuren door het mengen van primaire lichtkleuren beschrijven <i>en voorspellen.</i> EM-straling (niet zichtbaar) 10. Enkele stralingsbronnen noemen(o.a. mobiele telefoon) <i>en verschillen in straling herkennen aan golflengte/frequentie.</i> 11. Verschillende soorten straling aan de hand van de golflengte <i>en frequentie</i> herkennen. 12. Enkele eigenschappen van straling bij verschillende diagnostische en medische toepassingen benoemen. 13. Benoemen op welke manieren levende wezens beschermd kunnen worden tegen ongewenste effecten van straling <i>en beargumenteren van de meest geschikte methode.</i> Geluid 14. Geluidsbronnen herkennen. 15. Herkennen <i>en uitleggen</i> dat geluid door trillingen wordt opgewekt en dat het geluid zich via golven met een bepaalde snelheid voortplant door een tussenstof. 16. <i>Tussen afstand, geluidssnelheid en tijd verband leggen en daarmee rekenen.</i> 17. Toonhoogte, trillingstijd en frequentie in de grafische weergave van een trilling herkennen <i>en uitleggen.</i>	Schaal, verhouding en hoeveelheid • Licht heeft een bepaalde snelheid, afhankelijk van het medium. Licht van de zon doet er ruim 8 minuten over om de aarde te bereiken, ofwel om 150 miljoen kilometer te overbruggen. • Geluid plant zich voort in lucht met een snelheid van ongeveer 350 m/s. Structuur en functie • Vorm, materiaal en functie van een voorwerp relateren aan de eigenschappen van de gekozen materialen, zoals bij geluidsdemping en bij het maken van muziekinstrumenten. Stabiliteit en verandering • <i>De waargenomen verandering van frequentie van geluid wordt veroorzaakt door de beweging van de zender ten opzichte van de ontvanger (Dopplereffect).</i> • Instabiele atomen veroorzaken straling, waarbij het element verandert in een ander element (niet reversibel). Systemen en systeemmodellen • Een optisch instrument bestaat uit een combinatie van spiegels en lenzen.
--	--	---

Informatievaardigheden • Zoeken van recente gegevens over eigenschappen en toepassingen van licht en geluid en deze overzichtelijk weergeven. Rekenkundige en wiskundige vaardigheden • Rekenen met de relatie tussen afstand, geluidssnelheid en tijd ($s=v \cdot t$) in lucht, maar ook in andere stoffen. • Rekenen met de relatie tussen frequentie en trillingstijd ($f=1/T$). • Uitrekenen van de vergrotingsfactor ($N = b/v$). • Rekenen met de voortplantingssnelheid van licht. Waarderen en oordelen • Mediaberichten over stralingsrisico's bestuderen en analyseren waarin de standpunten en de belangen verschillen. • Actuele maatschappelijke ongerustheid over bijvoorbeeld geluidshinder van vliegtuigen via de media volgen en beoordelen welke belangen en standpunten daarbij een rol spelen.	18. De amplitude in de grafische weergave van een trilling herkennen <i>en uitleggen</i>. 19. <i>Tussen frequentie en trillingstijd verband leggen</i> Bepalen wanneer er sprake is van geluidshinder en maatregelen tegen geluidshinder beschrijven. 20. <i>Als de eigenschappen van geluidstrillingen veranderen voorspellen hoe dat zichtbaar is in een oscillogram.</i>	Duurzaamheid • Zonlicht is een vorm van duurzame energie. Door middel van zonnepanelen kan zonlicht omgezet worden in elektriciteit. Risico's en veiligheid • Vrijkomende straling kan veranderingen veroorzaken in materie en dus ook in menselijke cellen. Het gaat dan om beschadiging van DNA-moleculen waardoor de erfelijke informatie wordt aangetast.
	Mogelijkheden voor invulling keuzestof • De werking van een eenvoudig optisch instrument uitleggen De werking van het oog uitleggen (in samenhang met biologie). • Berekeningen maken met de lensformule en de vergroting bij reële <i>en virtuele</i> beelden. • <i>Tussen de grootte van een instrument en de (grond)toon de relatie aangeven</i> • Attributen en hun functies beschrijven die nodig zijn voor een geluidsopname en –weergave.	

4.5 Kracht en beweging havo/vwo

Waar het om gaat

Het is nog geen vier eeuwen geleden dat duidelijk werd dat krachten in het heelal van dezelfde aard zijn als op aarde. De bewegingswetten uit die tijd maken het mogelijk te begrijpen hoe bewegingen onderhevig zijn aan krachten. Het gaat dan om bewegingen van planeten, manen en satellieten, maar ook om bewegingen in het verkeer en in sport, en het functioneren van gereedschappen die handig gebruik maken van krachten.

Kennis op dit gebied is niet alleen van belang om verschijnselen op aarde en in de ruimte beter te begrijpen, maar ook om energie te besparen en om veiliger te kunnen handelen (bijvoorbeeld in het verkeer het gebruik van de veiligheidsgordel, het aanpassen van rijgedrag aan weersomstandigheden, voldoende afstand houden en zuinig rijden). Voor het ontwerpen en construeren van gereedschappen en objecten zoals bruggen, is kennis van de werking van krachten essentieel.

De kennis uit de natuurkunde die essentieel is voor inzicht op dit gebied zijn begrippen als eenparige beweging, snelheid, versnelling, massa en kracht. Krachten doen zich voor in verschillende vormen en zijn nodig voor het veranderen van snelheid in richting en/of grootte. Inzicht in de drie wetten van Newton is hierbij fundamenteel. Vaak ondervindt een voorwerp meerdere krachten die kunnen worden samengenomen tot één resulterende kracht die een verandering van beweging bepaalt. Met behulp van diagrammen kan verandering van beweging in de loop van de tijd inzichtelijk worden gemaakt.

Er kan sprake zijn van krachten die op afstand werken, zoals de zwaartekracht en magnetische krachten, maar ook van krachten door direct contact, zoals bij druk- en trekkrachten. De werking van deze krachten kenmerkt zich door een grootte en een richting. Als een voorwerp niet kan bewegen (bijvoorbeeld een noot in een notenkraker), kan het door de kracht van vorm veranderen of zelfs uit elkaar vallen.

Samenhang:

- binnen natuurkunde: *Energie, Materie*;
- met biologie: *Instandhouding* (ontwikkeling);
- met fysische geografie: natuurkrachten (onder andere in context van aardbevingen, vulkanisme, getijden), seizoenen, maanstanden;
- met technologie: constructies, voertuigen.

Kracht en beweging		
Integrale doelen (vwo cursief) De leerling kan: 1. een aantal experimentele onderzoeken <i>opzetten en</i> uitvoeren waarbij gegevens verzameld worden over diverse soorten krachten, de gevolgen van krachten (grootte, richting, vervorming) en hun onderlinge relatie; 2. op basis van meetgegevens een vt-diagram en een st-diagram construeren, interpreteren <i>en in elkaar omzetten</i>; 3. berekeningen maken om de onderlinge veilige afstand tussen auto's te bepalen bij verschillende snelheden; 4. met modellen van het zonnestelsel diverse fenomenen uitleggen als dag en nacht, aardse jaar, seizoenen, getijden, <i>maanstanden</i> en de afstanden van de hemellichamen tot de zon; 5. <i>een constructie ontwerpen waarbij druk- en trekkrachten een belangrijke rol spelen</i>; 6. een constructie ontwerpen waarbij een overbrengingsprobleem met tandwielen of katrollen wordt opgelost; 7. een huishoudelijk of technisch gereedschap ontwerpen, waarbij de hefboomwet van pas komt; 8. aan de hand van verzamelde informatie uit diverse bronnen een beschrijving geven van relevante aspecten op het gebied van veiligheid en duurzaamheid. Relevante contexten: duurzaamheid (verkeer); transport (verkeer); veiligheid (constructies, verkeersveiligheid); wereldbeeld (zonnestelsel, natuurverschijnselen).		
Karakteristieke werkwijzen	Vakinhouden (vwo cursief)	Karakteristieke denkwijzen
Modelontwikkeling en -gebruik • Tekenen van een model van het zonnestelsel en daarmee de positie van de aarde en daarmee natuurverschijnselen op aarde uitleggen. • Met een model van het zonnestelsel diverse waarnemingen en natuurverschijnselen uitleggen. Onderzoeken • Experimenteel onderzoek doen naar de werking van diverse soorten krachten.	Kracht 1. Soorten krachten in verschillende contexten (zwaartekracht, wrijvingskracht, veerkracht, magnetische kracht, elektrische kracht, trekkracht, duwkracht, normaalkracht) herkennen. 2. <i>Orde van grootte van krachten herleiden in een gegeven context.</i> 3. Het verschil tussen massa, <i>zwaartekracht</i> en gewicht uitleggen. 4. Herkennen <i>en uitleggen</i> dat elk voorwerp een kracht nodig heeft tegen een verandering van snelheid in grootte en/of richting.	Patronen • Krachten en bewegingen in ons zonnestelsel veroorzaken patronen als eb en vloed, het aardse jaar, seizoenen <i>en schijngestalten</i> van de maan.

• Experimenteel onderzoek doen naar de relatie tussen snelheid, afstand en tijd. Ontwerpen • Ontwerpen en bouwen van een brug <i>en daarbij de rol van druk- en trekkrachten in een schematische tekening uitleggen</i>(zie ook kennisbasis technologie). • Een huishoudelijk voorwerp of hulpmiddel ontwerpen en maken waarbij de hefboomwet van pas komt(zie ook kennisbasis technologie). • Met de kennis van krachten en de sterkte van materialen een product ontwerpen en maken(zie ook kennisbasis technologie). Redeneervaardigheden • Een verband leggen tussen inhoudelijke onderwerpen uit D2 en denkwijzen uit D3. Informatievaardigheden • Zoeken van informatie over de orde van grootte van krachten in verschillende situaties en daarop reflecteren. • Informatie over krachten in het verkeer in relatie tot veiligheid zoeken en daarop reflecteren. Rekenkundige en wiskundige vaardigheden • Rekenen met veerkracht, uitrekking en veerconstante. • Rekenen met de relatie tussen afstand, snelheid en tijd ($s=v.t$).	5. De krachten die langs één lijn werken op een voorwerp onderscheiden en de resulterende kracht beschrijven. 6. De druk als uitoefenende kracht op een oppervlak beschrijven (bijvoorbeeld spijker, ski, rupsbanden). Beweging 7. Eenparige beweging, versnellen en vertragen onderscheiden. 8. Dat versnelling een verandering van snelheid is, veroorzaakt door een permanent werkende kracht, herkennen en afleiden. 9. Orde van grootte van snelheden kunnen herleiden in gegeven context. 10. Een st- en een vt-diagram interpreteren. Kracht/beweging bij mensen, verkeer, transport van goederen 11. Veiligheidsmaatregelen ter voorkoming van letsels in het verkeer noemen en uitleggen. 12. Verschillende veiligheidsaspecten in het verkeer onderscheiden. 13. De gevolgen van krachten in het verkeer bij botsingen (vervormingen) noemen. 14. Tussen reactieafstand en reactietijd verband leggen. 15. Tussen snelheid, stopafstand, remweg en reactieafstand verband leggen. Zonnestelsel 16. De positie van de aarde in ons zonnestelsel beschrijven. 17. De positie van de aarde in het melkwegstelsel beschrijven.	Schaal, verhouding en hoeveelheid • Stel je de zon voor als een grote skippybal van 90 cm doorsnede. Dan zijn Mercurius en Mars peperkorrels, Venus en de Aarde zijn doperwtjes, Jupiter is een appel, Saturnus een mandarijn en Uranus en Neptunus zijn twee pingpongballetjes. • Ons zonnestelsel is enorm groot. De afstand tussen de zon en de aarde is bijvoorbeeld 150 miljoen kilometer. Een auto die 100 kilometer per uur rijdt, doet er 171 jaar over om van de zon naar de aarde te rijden. Oorzaak en gevolg • Gladde voorwerpen veroorzaken minder wrijving dan voorwerpen met een ruw oppervlak. Structuur en functie • Vorm, materiaal en functie van een constructie relateren aan druk- en trekkrachten, die elkaar in evenwicht kunnen houden, bijvoorbeeld bij de constructie van een brug. Stabiliteit en verandering • Krachten houden voorwerpen in evenwicht of veroorzaken versnelling.
--	---	--

- De gemiddelde snelheid bij gegeven afstand en tijd berekenen met gebruik van eenheden. - Construeren van een vt-diagram aan de hand van een eenvoudig st-diagram. - Construeren van st- en vt-diagrammen aan de hand van metingen <i>en een st-diagram afleiden van een vt-diagram.</i> Waarderen en oordelen - Verschillende actuele mediaberichten over zuinig en veilig rijden bestuderen en analyseren, en onderscheiden welke belangen een rol spelen.	18. De opbouw van ons zonnestelsel uitleggen Gewichtloosheid beschrijven. 19. De dimensies van het zonnestelsel toelichten. 20. Natuurverschijnselen veroorzaakt door de beweging van de aarde om de zon en van de maan om de aarde uitleggen. Overbrenging, constructies en verbindingen 21. Krachtvergroting bij hefboomen en katrollen uitleggen en afleiden. 22. In evenwichtssituaties de hefboomwet ($F_1 \cdot r_1 = F_2 \cdot r_2$) toepassen.	Systemen en systeemmodellen - Een constructie krijgt stevigheid door het gebruik van driehoeken. Duurzaamheid 'Het Nieuwe Rijden' staat voor zuinig rijden en draagt bij aan enige vermindering van de CO₂-uitstoot. Risico's en veiligheid - Duurzaam veilig verkeer betekent rekening houden met zwaar en licht verkeer, met de verschillende snelheden van de verkeersdeelnemers, en met remkracht en reactietijd.
	Mogelijkheden voor invulling keuzestof - In constructies druk- en trekkrachten tekenen. - De aard van bewegingen en overbrengingen in een concrete situatie toelichten. <i>Een type overbrenging kiezen om een overbrengingsprobleem op te lossen.</i> - Construeren van krachten die werken op een voorwerp en het construeren van de resulterende kracht.	

5. Kennisbasis natuurkunde vmbo

5.1 Introductie

De kennisbasis voor natuurkunde is onderverdeeld in vier domeinen:

- materie;
- energie;
- licht, geluid en straling;
- kracht en beweging.

Deze domeinen zijn niet bedoeld als achtereenvolgende hoofdstukken uit leerboeken, maar geven elk een bepaalde blik weer waarmee naar natuurkundige verschijnselen gekeken kan worden. Het domein *Materie* gaat over bouw en eigenschappen van stoffen en materialen, hoe deze stoffen geordend kunnen worden en waarvoor ze gebruikt kunnen worden. Het domein *Energie* beschrijft de rol van energie in ons dagelijks leven, de verschijnselen die daarmee samenhangen en hoe we verstandig met energie kunnen omgaan. In het domein *Licht, geluid en straling* gaat het over de aard van licht, geluid en straling, verschijnselen, toepassingen en veiligheidsrisico's. In het domein *Kracht en beweging* gaat het over hoe bewegingen en constructies onderhevig zijn aan krachten, waarbij onderwerpen als zonnestelsel, verkeer, gereedschappen en bouwwerken aan de orde komen.

In de kennisbasis ligt de nadruk op natuurkundige verschijnselen en natuurwetenschappelijke denk- en werkwijzen, die enerzijds leerlingen op hun eigen omgeving moeten kunnen betrekken en anderzijds zicht moeten geven op technologische ontwikkelingen, duurzaamheid en veiligheid.

5.2 Materie vmbo

Waar het om gaat

In het dagelijks leven gebruiken we heel veel materialen voor allerlei doeleinden. Die materialen zijn gemaakt van stoffen die bepaalde karakteristieke eigenschappen hebben (de zogenaamde stofeigenschappen). Die eigenschappen bepalen waar stoffen voor gebruikt kunnen worden. Zo gebruiken we glas (transparant, stevig) voor ruiten, aluminium (licht, sterk) voor velgen van fietsen, hout (sterk, gemakkelijk te bewerken) voor meubels en koper (goede stroomgeleider, buigzaam) voor elektriciteitsdraden.

Stoffen komen voor als zuivere stoffen, maar ook als mengsels. We gebruiken natriumchloride als keukenzout omdat het zout smaakt, maar ook omdat het goed in water oplost. In de winter wordt natriumchloride gebruikt als strooizout om de wegen sneeuwvrij en minder glad te maken. Dit is vanwege de eigenschap van natriumchloride het vriespunt van water te verlagen.

Water is een vloeistof (onder normale omstandigheden) waar veel stoffen in kunnen oplossen. Daarnaast speelt het een belangrijke rol als drinkwater en kennen we de zogenaamde waterkringloop die invloed heeft op het weer en op het klimaat. Waterzuiveringsinstallaties verwijderen overtollige hoeveelheden stoffen in rioolwater voor het op rivieren geloosd wordt. Dat water komt dan weer in de waterkringloop terecht.

Samenhang:

- binnen natuurkunde: alle domeinen;
- met biologie: *Biologische eenheid*;
- met technologie: alle domeinen;
- met scheikunde: *Materie*.

Materie		
Integrale doelen (k/g/t cursief) De leerling kan: 1. een experimenteel onderzoek uitvoeren om gegevens te verzamelen over eigenschappen van stoffen en materialen (bijvoorbeeld kookpunt, smeltpunt, elektrische geleiding) en daarbij patronen herkennen; 2. <i>met een molecuulmodel de fases van stoffen illustreren;</i> 3. door onderzoek de dichtheid van een aantal vaste stoffen bepalen (bijvoorbeeld van kurk, aluminium, lood) <i>en daarbij de orde van grootte toelichten;</i> 4. <i>met een experiment en berekening van dichtheden van stoffen aantonen of een voorwerp zinkt, zweeft of drijft in water;</i> 5. <i>in een onderzoek de juiste scheidingsmethoden kiezen om mengsels te scheiden in hun componenten;</i> 6. met een schematische tekening de kringloop van water in beeld brengen; 7. <i>aan de hand van verzamelde informatie uit diverse bronnen een beschrijving geven van relevante aspecten op het gebied van veiligheid en duurzaamheid.</i> Relevante contexten: materialen in en rond het huis (water, schoonmaakmiddelen, gebruiksvoorwerpen, apparaten); duurzaamheid (hergebruik, watergebruik); veiligheid (ziekteverwekkende stoffen); beroepscontexten (bouw, metaal, verzorging).		
Karakteristieke werkwijzen	Vakinhouden (k/g/t cursief)	Karakteristieke denkwijzen
Modelontwikkeling en -gebruik • Met een schematische tekening, bijvoorbeeld in een driehoek, de fases en faseovergangen van een stof weergeven. Onderzoeken • Door onderzoek de dichtheid bepalen van verschillende vaste stoffen. • <i>Onderzoek doen naar het zinken, zweven en drijven van stoffen in water in relatie tot de dichtheid van deze stoffen.</i> • <i>Met onderzoek aantonen dat mengsels van stoffen gescheiden kunnen worden in hun bestanddelen.</i>	Eigenschappen 1. Een aantal (stof)eigenschappen benoemen en herkennen, waaronder kleur, geur, oplosbaarheid in water, elektrische geleiding, kookpunt, smeltpunt. 2. Begrijpen van pictogrammen en etiketten (mate van brandbaarheid, giftigheid). 3. Herkennen dat stoffen een verschillende dichtheid hebben. 4. <i>Aan de hand van de dichtheid van stoffen uitleggen of voorwerpen zinken, zweven of drijven.</i> 5. Herkennen van stoffen aan de hand van warmtegeleiding en brandbaarheid.	Patronen • Stoffen kunnen worden ingedeeld in groepen met bepaalde eigenschappen, bijvoorbeeld geleiders en niet-geleiders. Oorzaak en gevolg • Door het verwarmen van een vaste stof gaan de meeste stoffen over in een vloeistof om vervolgens te verdampen tot een gas. Schaal, verhouding en hoeveelheid • <i>Moleculen zijn zo klein dat zij niet met een microscoop te zien zijn.</i>

Ontwerpen - Voor een technisch probleem een ontwerp maken en met het programma van eisen op grond van eigenschappen de juiste materialen kiezen, met aandacht voor duurzaamheid (zie ook kennisbasis technologie). - Ontwerpen van een nieuw pictogram voor de aanduiding van zeer brandbare stoffen. Informatievaardigheden - Van een aantal (nieuwe) materialen toepassingen zoeken op basis van eigenschappen als bijvoorbeeld de geleiding van elektriciteit, de geleiding van warmte of brandbaarheid. Redeneervaardigheden - Een verband leggen tussen inhoudelijke onderwerpen uit D2 en denkwijzen uit D3. Rekenkundige en wiskundige vaardigheden <i>Bij gegeven massa en volume de dichtheid van een stof berekenen met de formule $\text{dichtheid} = \text{massa} / \text{volume}$ ($\rho = m/V$).</i> Waarderen en oordelen - Diverse producten en/of materialen beoordelen op veiligheid en duurzaamheid, mede met behulp van bijgevoegde informatie.	Stoffen om ons heen - De kringloop van water beschrijven. - Productie (winning, zuivering) en distributie van drinkwater beschrijven. <i>Een aantal schoonmaakmiddelen met bijbehorende toepassingen benoemen en herkennen.</i> Bouw van stoffen <i>Gedrag van moleculen in de verschillende fasen herkennen.</i> <i>Onderscheid tussen atoom en molecuul kennen.</i>	- De dichtheden van vaste stoffen lopen uiteen van heel erg klein (bijvoorbeeld kurk $0,25 \text{ kg/dm}^3$) tot heel groot (lood $11,3 \text{ kg/dm}^3$ of platina $21,5 \text{ kg/dm}^3$). Systemen en systeemmodellen - De waterkringloop is een systeem dat reageert op invloeden van buitenaf waardoor het harder of zachter kan regenen. Behoud, transport en kringlopen van energie en materie - Materie gaat niet verloren. Het is mogelijk materie te hergebruiken van 'cradle to cradle'. - Energie kan niet verloren gaan. Duurzaamheid - Het gebruik van water heeft invloed op de kwaliteit van drinkwater (zogenaamde <i>footprint</i> van water). - Bij de keuze van materiaal voor een bepaalde vorm en functie moet ook lang meegaan en afbreekbaarheid meegewogen worden. - Hergebruik en recycling zorgen dat materialen c.q. grondstoffen lang in de gebruikscyclus blijven. Er is minder beslag op nieuwe grondstoffen nodig. Structuur en functie - Gekozen materialen moeten passen bij de functie waarvoor het gebruikt wordt.
--	--	--

		Risico's en veiligheid • Kenmerkend voor de risico's van gevaarlijke stoffen is dat de gevolgen vaak wel ernstig, maar niet altijd direct zichtbaar of merkbaar zijn. Blootstelling aan asbest bijvoorbeeld, kan jaren later longvlieskanker veroorzaken.
	Mogelijkheden voor invulling keuzestof • <i>Stoffen aan de hand van de dichtheid herkennen.</i> • <i>Uitleggen hoe de dichtheid verandert als de stof krimpt of uitzet.</i>	

5.3 Energie vmbo

Waar het om gaat

Energie speelt een belangrijke rol in alle sectoren van de samenleving. Vervoer, gezondheidszorg, industrie en communicatie zijn ondenkbaar zonder gebruik te maken van energie. Ook het dagelijks leven zou aanzienlijk veranderen zonder de beschikbaarheid van energiebronnen.

Het gebruik van energie is echter niet zonder problemen. Voorraden van brandstoffen als gas en olie zijn maar beperkt beschikbaar, duurzame energiebronnen (zoals zon en wind) zijn nog niet in staat voldoende energie te leveren, kernenergie is niet onomstreden en fusie-energie kan nog lang niet productief gemaakt worden. Daarnaast stijgt het energieverbruik in ontwikkelingslanden snel en veroorzaakt het gebruik van fossiele brandstoffen een sterke toename van kooldioxide in de atmosfeer, hetgeen het broeikaseffect bevordert, met mogelijk nare milieugevolgen. Door de toenemende vraag stijgen de kosten van energie aanzienlijk.

Verstandig omgaan met energie is daarom belangrijk, zowel op (inter)nationaal niveau als in het dagelijks leven. Dat vraagt om kennis en vaardigheden bij het nemen van beslissingen en het omgaan met risico's voor individu en samenleving. Voorbeelden van belangrijke kennis op dit gebied zijn de aard van verschillende energiebronnen en hun voor- en nadelen. Daarnaast is kennis en inzicht in energie van belang als het gaat om technologische toepassingen.

Vanuit de natuurkunde is de wet van behoud van energie bij energieomzetting fundamenteel. Natuurkundige begrippen als warmte, temperatuur, warmtegeleiding, vermogen, energie, rendement, stroomsterkte, weerstand en spanningsverschil, maken het mogelijk energiesystemen - zowel in huis als daarbuiten - te analyseren en te beoordelen. Inzicht in fysische verschijnselen en processen waarin de genoemde begrippen een belangrijke rol spelen, is daarbij van groot belang.

Samenhang:

- binnen natuurkunde: alle domeinen;
- met biologie: verbranding, voedsel, bloedsomloop, metabolisme;
- met technologie: energie;
- met scheikunde: chemische reacties;
- met fysische geografie: energie (in context van aardbevingen, vulkanisme, getijden).

Energie		
Integrale doelen (vmbo k/g/t cursief) De leerling kan: 1. gegevens verzamelen en informatie geven over Nederland en haar energievoorziening, bijvoorbeeld over de vormen van (groene) energie, de hoeveelheid energie(per huis, stad, land) , het energietransport en de belasting voor het milieu; 2. onderzoek doen naar het vermogen en energieverbruik van gelijksoortige apparaten en deze vergelijken op zuinig energieverbruik; 3. <i>met behulp van een schematische tekening de werking van een cv-installatie uitleggen , waarbij verbranding, diverse vormen van warmtetransport en isolatiemaatregelen aan de orde komen;</i> 4. een schakeling bouwen met een aantal lampjes(parallel, in serie) en een schakelaar; 5. <i>door metingen in diverse elektrische schakelingen (onder andere parallel en serie) de relatie tussen stroomsterkte en spanning onderzoeken;</i> 6. met behulp van een (schematisch) model van een huisinstallatie de werking en de toegepaste veiligheidsmaatregelen(aardlekschakelaar) uitleggen; 7. <i>onderzoek doen naar het gebruik van isolatiematerialen en een verband leggen tussen vorm, functie en toepassing, bijvoorbeeld bij spouwmuurisolatie of een thermoskan;</i> 8. de werking van een magneet demonstreren en uitleggen met een tekening. Relevante contexten: duurzaamheid ((duurzame) energiebronnen, energieopwekking en –verbruik (warmte, elektriciteit), aarde en atmosfeer, energielabels, isolatie); veiligheid (elektriciteit); transport (energiegebruik in verkeer).		
Karakteristieke werkwijzen	Vakinhouden (vmbo k/g/t cursief)	Karakteristieke denkwijzen
Modelontwikkeling en –gebruik • Met een model de werking van een cv-installatie demonstreren. • In een elektrisch schakelschema parallel en in serie geschakelde lampjes weergeven met de juiste symbolen. Onderzoeken • <i>Experimenteel onderzoek doen naar het verband tussen spanning en stroomsterkte in een schakeling.</i> • Onderzoek doen naar het energieverbruik van diverse apparaten.	Vormen van energie, energieomzetting, transport, opwekking, rendement, vermogen 1. Energiesoorten kunnen noemen, waaronder bewegings-, zwaarte-, kernenergie, elektrische en chemische energie, warmte, licht, straling. 2. Energieomzettingen herkennen en met voorbeelden toelichten. 3. Een aantal energiebronnen herkennen. 4. <i>Verschillende manieren van energieopwekking en energieopslag beschrijven.</i>	Schaal, verhouding en hoeveelheid • Een kolen-energiecentrale levert elektriciteit aan honderdduizenden huishoudens. Eén grote windturbine levert elektriciteit op voor duizenden huishoudens. Oorzaak en gevolg • <i>Verwarmen van een stof kan leiden tot temperatuurverhoging of faseovergang.</i>

Ontwerpen • <i>Ontwerpen van een apparaat om de omzetting van de ene vorm van energie naar een andere vorm te illustreren (zie ook kennisbasis technologie).</i> Informatievaardigheden • Informatiemateriaal zoeken en gebruiken bij vragen over duurzame energiebronnen in vergelijking met conventionele energiebronnen. Redeneervaardigheden • Een verband leggen tussen inhoudelijke onderwerpen uit D2 en denkwijzen uit D3, bijvoorbeeld stroomgeleiding levert veiligheidsrisico's op voor mensen. Rekenkundige en wiskundige vaardigheden • <i>Rekenen met energie, vermogen en tijd ($E=P.t$).</i> Waarderen en oordelen • Energielabels beoordelen op hun betrouwbaarheid en doelmatigheid.	Verbranden en verwarmen 5. <i>De manier waarop energie getransporteerd wordt beschrijven.</i> 6. Tussen 'nuttige' energie en 'toegevoerde' energie onderscheid maken <i>en het rendement berekenen.</i> 7. Met behulp van de energielabels voor diverse (huishoudelijke) apparaten een keuze maken. 8. Verschillende manieren van warmtetransport (geleiding, straling, stroming) en isolatie beschrijven. 9. Beschrijven welke ingrediënten nodig zijn voor verbranding. 10. Van volledige en onvolledige verbranding voorbeelden noemen. 11. <i>Tussen verbranding van stoffen en het milieu verbanden noemen (broeikaseffect, smog, zuiveren van afvalgassen).</i> 12. Verwarmen kan leiden tot temperatuurverhoging of faseovergang. Elektriciteit en magnetisme 13. <i>Stroomsterkte en spanning beschrijven.</i> 14. Spanningsbronnen noemen en herkennen als energiebron, <i>en de functie ervan uitleggen.</i> 15. Verschillende soorten stroomkringen herkennen <i>en uitleggen.</i> 16. De V- en A-meter in een schakeling gebruiken. 17. De eenheid kWh gebruiken als eenheid voor energie. 18. Het gebruik van een kWh-meter in een huisinstallatie met apparaten beschrijven. 19. Eigenschappen van elektrische geleiders en isolatoren en een aantal van hun toepassingen noemen. 20. De werking en het gebruik van magneten herkennen <i>en beschrijven.</i>	Structuur en functie • Vorm, materiaal en functie van (verwarmings)toestellen relateren aan gebruik in bepaalde situaties, zoals straalkachel of zonnepanelen. • Relatie vorm, functie en materiaal bij isolatiematerialen. Stabiliteit en verandering • <i>Bij een energieomzetting verandert de energiesoort, maar de energiehoeveelheid blijft behouden.</i> Systeem en systeemmodellen • De centrale verwarming als een systeem met terugkoppeling waarmee de temperatuur in huis constant kan worden gehouden. Behoud van energie en materie / transport en kringlopen • Bij fysische processen is er sprake van behoud van energie. Veelal wordt er veel energie omgezet in warmte. Duurzaamheid • Energielabels op apparaten, auto's en woningen helpen de consument om doelmatiger om te gaan met energie.
---	---	---

	21. Zekering en aardlekschakelaar in de context van veiligheid beschrijven. Energie in de toekomst 22. Energiebronnen((brandstoffen [kolen, olie, gas, hout, biomassa], waterkracht, wind, zon)) herkennen en het gebruik voor de mens en de voor- en nadelen ervan beschrijven. 23. <i>De productie van (duurzame) energie beschrijven.</i>	Risico's en veiligheid - Het menselijk lichaam bevat ongeveer 65% water waarin allerlei bestanddelen zijn opgelost zoals zouten, eiwitten, suikers enz. Hierdoor wordt het menselijk lichaam geleidend voor elektrische stroom. - Het menselijk lichaam verdraagt niet voor langere tijd temperaturen boven 314 K.
	Mogelijkheden voor invulling keuzestof <i>Voorbeelden van warmtetransport en isolatie in de context van energiebesparing noemen.</i>	

5.4 Licht, geluid, straling vmbo

Waar het om gaat

Zonder zon geen dag en nacht. Vanaf het begin van de geschiedenis hebben mensen zich afgevraagd wat licht nu eigenlijk is. Hoe komt het dat sommige voorwerpen gekleurd, wit of zwart zijn? Hoe ontstaan regenbogen, waarom hebben we een bril nodig en hoe kunnen we zeer kleine voorwerpen en details op de maan toch zien?

Vergelijkbare vragen kunnen gesteld worden over geluid. Hoe wordt geluid opgewekt en hoe plant het zich voort? Hoe kunnen we geluid horen? Hoe kunnen we muziek horen en maken? Is er geluid op de maan?

Antwoorden op dit soort vragen zijn interessant, maar nog belangrijker is dat inzicht in de aard van licht, geluid en straling noodzakelijk is om te begrijpen hoe bronnen en detectieapparaten werken, hoe ze verstandig en veilig kunnen worden gebruikt en hoe bescherming mogelijk is tegen geluidshinder, verblinding en ongewenste effecten van onzichtbare straling. Te denken valt aan muziekinstrumenten, geluidsapparatuur, camera's, verrekijkers en medische toepassingen.

Essentieel is het onderscheid tussen bron, medium en ontvanger. Licht en geluid zijn golfverschijnselen, gekenmerkt door begrippen als frequentie, trillingstijd, golflengte, snelheid en amplitude. Verschijnselen zoals kleuren, hoge en lage tonen, klanken van muziekinstrumenten, en spiegeling en breking kunnen met genoemde begrippen worden verklaard. Licht kan zich verplaatsen in vacuüm, gassen, vloeistoffen en vaste stoffen, maar geluid plant zich niet voort in een vacuüm, wel in de andere soorten media.

De werking van oor en oog zijn essentieel om te begrijpen waarom en wat we kunnen horen en zien en hoe effectief correcties kunnen worden aangebracht wanneer oor en oog niet (meer) goed functioneren.

Samenhang:

- binnen natuurkunde: *Materie, Energie*, beweging;
- met biologie: de anatomie en werking van het oog (waarnemen, signaalverwerking in hersenen, gezichtsbedrog), gehoor en gehoorschade, straling en gezondheid;
- met scheikunde: chemische reacties onder invloed van licht (fotosynthese);
- met technologie: geluidsapparatuur, optische hulpmiddelen, medische hulpmiddelen.

Licht, geluid en straling		
Integrale doelen (k/g/t cursief) De leerling kan: 1. een experiment uitvoeren waarbij de schaduw van verschillende voorwerpen wordt getekend <i>of geconstrueerd</i>; 2. tekenen <i>of construeren</i> van het beeld van een voorwerp dat vóór een vlakke spiegel staat; 3. het beeld vormen van een voorwerp dat vóór een bolle lens staat <i>en dit schematisch op papier tekenen</i>; 4. <i>aan de hand van een model een uitleg geven voor lichtverschijnselen met de eigenschappen van licht, zoals lichtbreking en de werking van het oog</i>; 5. door bronnenonderzoek een overzicht maken waarin stralingsbronnen worden beschreven, met aandacht voor verschillende soorten straling, hun toepassingen <i>en de risico's</i>; 6. een onderzoek uitvoeren naar de werking van een snaarinstrument, waaronder het verband tussen toonhoogte en de lengte van de snaar; 7. <i>in een concrete situatie van geluidshinder de mate van geluidsoverlast onderzoeken en een advies formuleren ter verbetering van de situatie</i>. Relevante contexten: communicatie (spraak, muziek); gezondheid (geluidshinder, medische toepassingen, optische hulpmiddelen); veiligheid (radioactieve straling).		
Karakteristieke werkwijzen	Vakinhouden natuurkunde (k/g/t cursief)	Karakteristieke denkwijzen
Modelontwikkeling en –gebruik • Op schaal construeren van de schaduw als licht van één puntbron op een voorwerp valt. • <i>Construeren van teruggekaatste lichtstralen met behulp van het virtuele beeld van een voorwerp voor een vlakke spiegel.</i> • <i>Het beeld van een voorwerp vóór een bolle lens tekenen.</i> • Tekenen van de loop van een lichtstraal die op een spiegel valt.	Licht 1. Enkele directe en indirecte lichtbronnen (zon, maan, lamp, vuurtoren) noemen. 2. Schaduw uitleggen als licht op een niet-transparant voorwerp valt. 3. Van een voorwerp dat vóór een vlakke spiegel staat uitleggen waar zich het spiegelbeeld bevindt. 4. Uitleggen dat van een voorwerp met een bolle lens een beeld gevormd kan worden. 5. Enkele essentiële onderdelen van het oog benoemen en herkennen. 6. Weten dat wit licht in verschillende kleuren kan worden gebroken (prisma). 7. <i>Het ontstaan van een regenboog beschrijven.</i>	Patronen • Licht- als geluidsgolven kenmerken zich door een herhaald patroon van golven. Schaal, verhouding en hoeveelheid • Licht heeft ook een snelheid. Licht van de zon doet er ruim 8 minuten over de aarde te bereiken, ofwel om 150 miljoen kilometer te overbruggen. • Geluid plant zich voort in lucht met een snelheid van ongeveer 350 m/s. Een straaljager kan de snelheid van het geluid in lucht overtreffen.

Onderzoeken • Experimenteel onderzoek doen naar lichtbreking en de kleuren van het licht om een verklaring te vinden voor het ontstaan van een regenboog. • Experimenteel onderzoek doen naar geluidssterkte en geluidshinder. Ontwerpen • Ontwerpen van een (snaar)instrument op basis van een programma van eisen (zie ook kennisbasis technologie). • Ontwerpen van een speldenprikcamera (zie ook kennisbasis technologie). Informatievaardigheden • Zoeken van gegevens over eigenschappen en toepassingen van licht en geluid en deze overzichtelijk weergeven. Redeneervaardigheden • Een verband leggen tussen inhoudelijke onderwerpen uit D2 en denkwijzen uit D3, bijvoorbeeld dat zonlicht zich met een onvoorstelbare hoge snelheid voortplant. Waarderen en oordelen • Berichten over geluidshinder van bijvoorbeeld een vliegveld of een snelweg volgen en beoordelen welke belangen en standpunten een rol spelen.	8. Het maken van verschillende kleuren door het mengen van primaire lichtkleuren herkennen. 9. <i>Infrarood en ultraviolet licht als <u>niet</u> zichtbaar licht herkennen.</i> Geluid 10. Geluidsbronnen (stem en luidspreker) herkennen <i>en beschrijven.</i> 11. Herkennen en <i>toelichten</i> dat geluid door geluidstrillingen wordt opgewekt en dat geluidstrillingen door een tussenstof geluidsgolven geven. 12. <i>Verschil van geluidssnelheden in lucht, helium, ijzer, water enzovoort herkennen.</i> 13. Herkennen en <i>toelichten</i> dat wanneer er sprake is van geluidshinder welke maatregelen tegen geluidshinder genomen moeten worden. Straling 14. Enkele soorten straling noemen. 15. Weten dat sommige soorten straling als therapie worden toegepast bij ziektes als kanker. 16. Benoemen op welke manieren levende wezens beschermd kunnen worden tegen ongewenste effecten van straling (opslag kernafval, afscherming met lood) <i>en stralingsrisico's beschrijven.</i>	Oorzaak en gevolg • Als gevolg van de absorptie en reflectie van licht hebben voorwerpen een kleur. Structuur en functie • Vorm, materiaal en functie van een voorwerp relateren aan de eigenschappen van de gekozen materialen, zoals bij geluidsdemping en bij het maken van muziekinstrumenten. Systemen en systeemmodellen • Een optisch instrument bestaat uit een combinatie van spiegels en lenzen. Duurzaamheid • Zonlicht is een vorm van duurzame energie. Door middel van zonnepanelen kan zonlicht omgezet worden in elektriciteit. Risico's en veiligheid • De bij radioactiviteit vrijkomende straling kan veranderingen veroorzaken in materie en dus ook in menselijke cellen. Dit kan gezondheidseffecten op de lange termijn tot gevolg hebben, met name kanker.
--	--	--

	Mogelijkheden voor invulling keuzestof • <i>De werking van een eenvoudig optisch instrument beschrijven.</i> • <i>De werking van het oog (accommoderen) beschrijven.</i>	
--	--	--

5.5 Kracht en beweging vmbo

Waar het om gaat

Het is nog geen vier eeuwen geleden dat duidelijk werd dat krachten in het heelal van dezelfde aard zijn als op aarde. De bewegingswetten uit die tijd maken het mogelijk te begrijpen hoe bewegingen onderhevig zijn aan krachten. Het gaat dan om bewegingen van planeten, manen en satellieten, maar ook om bewegingen in het verkeer en in sport en het functioneren van gereedschappen die handig gebruik maken van krachten.

Kennis op dit gebied is niet alleen van belang om verschijnselen op aarde en in de ruimte beter te begrijpen, maar ook om energie te besparen en om veiliger te kunnen handelen (bijvoorbeeld in het verkeer het gebruik van veiligheidsgordels, het aanpassen van rijgedrag aan weersomstandigheden, voldoende afstand houden en zuinig rijden). Voor het ontwerpen en construeren van gereedschappen en objecten zoals bruggen is kennis van de werking van krachten essentieel.

De kennis uit de natuurkunde die essentieel is voor inzicht op dit gebied zijn begrippen als eenparige beweging, snelheid, versnelling, massa en kracht. Krachten doen zich voor in verschillende vormen en zijn nodig voor het veranderen van snelheid in richting en/of grootte. Er kan sprake zijn van krachten die op afstand werken, zoals de zwaartekracht en magnetische krachten, maar ook van krachten door direct contact, zoals bij druk- en trekkrachten.

Als een voorwerp niet kan bewegen, bijvoorbeeld een noot in een notenkraker, kan het door de kracht van vorm veranderen of zelfs uit elkaar vallen. Vaak ondervindt een voorwerp meerdere krachten die kunnen worden samengenomen tot één resulterende kracht die een verandering van beweging bepaalt.

Samenhang:

- binnen natuurkunde: *Energie, Materie*;
- met biologie: *Instandhouding* (ontwikkeling, bewegen);
- met fysische geografie: natuurkrachten (onder andere in context van aardbevingen, vulkanisme, getijden), seizoenen, maanstanden;
- met technologie: constructies, voertuigen.

Kracht en beweging		
Integrale doelen (k/g/t cursief) De leerling kan: 1. een aantal experimentele onderzoeken uitvoeren waarbij gegevens verzameld worden over diverse soorten krachten, zoals zwaartekracht, wrijvingskracht en magnetische kracht; 2. <i>met een experiment het verband tussen afstand, snelheid en tijd aantonen, gebruik maken van tabel en grafiek;</i> 3. <i>met een model of tekening van ons zonnestelsel de bewegingen van aarde, maan en planeten uitleggen;</i> 4. met een demonstratie laten zien dat de druk vermindert als een kracht wordt verdeeld over een groter oppervlak; 5. <i>met een onderzoek aantonen hoe de remweg van een voertuig (bijvoorbeeld een fiets) afhangt van de beginsnelheid van dat voertuig;</i> 6. <i>aan de hand van verzamelde informatie uit diverse bronnen een beschrijving geven van relevante aspecten op het gebied van veiligheid en duurzaamheid.</i> Relevante contexten: transport (verkeer); veiligheid (constructies, verkeersveiligheid); wereldbeeld(zonnestelsel).		
Karakteristieke werkwijzen	Vakinhouden (k/g/t cursief)	Karakteristieke denkwijzen
Modelontwikkeling en -gebruik - Tekenen of bouwen van een model van het zonnestelsel. <i>Tekenen van een kracht als een pijl met een aangrijpingspunt, grootte en richting.</i> Onderzoeken - Experimenteel onderzoek doen naar de werking van diverse soorten krachten (wrijvingskracht, magnetische kracht). - Experimenteel onderzoek doen naar het verband tussen snelheid, afstand en tijd. Ontwerpen - Met de kennis van krachten en de sterkte van materialen een product/toestel/voertuig ontwerpen(zie ook kennisbasis technologie).	Kracht 1. Soorten krachten in verschillende contexten (zwaartekracht, wrijvingskracht, magnetische kracht, <i>trek- en drukkracht</i>) herkennen. 2. <i>Het verschil tussen massa en zwaartekracht uitleggen.</i> 3. Herkennen dat een kracht nodig is voor een verandering van snelheid (botsing, veiligheidsgordels, hoofdsteunen). 4. De druk als uitoefenende kracht op een oppervlak beschrijven (spijker, ski, rupsbanden) <i>en kunnen uitrekenen.</i> Beweging 5. Eenparige beweging, <i>versnellen en vertragen</i> herkennen.	Patronen - Planeten cirkelen met regelmaat om de zon. <i>De seizoenen op aarde zijn een jaarlijks terugkerend patroon veroorzaakt door de beweging van de aarde(met een schuine aardas) om de zon.</i> Schaal, verhouding en hoeveelheid <i>Stel je de zon voor als een grote skippybal van 90 cm doorsnede. Dan zijn Mercurius en Mars peperkorrels, en Venus en de Aarde zijn doperwtjes.</i>

Informatievaardigheden - Met een bronnenonderzoek gegevens verzamelen over de grootte van massa's (mens, brug, auto). - Met een bronnenonderzoek gegevens verzamelen over de grootte van snelheden van verschillende voertuigen(raket, vliegtuig, auto, fiets, lopende mens). Redeneervaardigheden - Een verband leggen tussen inhoudelijke onderwerpen uit D2 en denkwijzen uit D3. Rekenkundige en wiskundige vaardigheden <i>Rekenen met de formule $p=F/A$.</i> - De gemiddelde snelheid bij gegeven afstand en tijd berekenen met gebruik van eenheden. <i>Construeren van s_t- en v_t-diagrammen aan de hand van metingen.</i> Waarderen en oordelen <i>Mediaberichten over zuinig en veilig rijden bestuderen en analyseren waarin de standpunten verschillen en welke belangen een rol spelen.</i>	6. De gemiddelde snelheid bepalen bij een gegeven afstand en tijdsduur. 7. <i>Orde van grootte van snelheden herkennen in een situatie (vliegtuig, trein, fiets).</i> Kracht/beweging bij mensen, verkeer, transport van goederen, zonnestelsel 8. Veiligheidsmaatregelen ter voorkoming van letsel in het verkeer (valhelm, autogordels, kreukelzone, airbag, hoofdsteun) noemen <i>en uitleggen</i>. 9. De gevolgen van krachten in het verkeer (botsingen, vervormingen) noemen. 10. <i>Het verband tussen stopafstand, remweg en reactieafstand toepassen.</i> 11. <i>Onderdelen van het zonnestelsel noemen en uitleggen (planeetbanen, maan-aardestelsel, satellieten).</i> 12. <i>Herkennen dat de beweging van de aarde om de zon en van de maan om de aarde natuurverschijnselen veroorzaken.</i>	- Ons zonnestelsel is enorm groot. De afstand tussen de zon en de aarde bijvoorbeeld is bijvoorbeeld 150 miljoen kilometer. Stel dat je met een snelheid van 100 km/u naar de zon zou kunnen reizen dan zou je er meer dan 150 jaar over doen. - De massa's van (bijvoorbeeld) mens, auto en vliegtuig(747) verhouden zich ongeveer als 1:15:3000. Oorzaak en gevolg - Gladde voorwerpen ondervinden minder wrijving dan ruwe voorwerpen op eenzelfde oppervlak. Structuur en functie - Met een driehoekconstructie kunnen grotere krachten worden opgevangen. Stabiliteit en verandering - Voorwerpen kunnen zich bevinden in een instabiele evenwichtssituatie, bijvoorbeeld een staand potlood. Systemen en systeemmodellen - Een constructie krijgt stevigheid door het gebruik van driehoeken.
--	---	--

		Risico's en veiligheid Duurzaam veilig verkeer betekent rekening houden met zwaar en licht verkeer en met de verschillende snelheden van de verkeersdeelnemers.
	Mogelijkheden voor invulling keuzestof <i>De krachten die langs één lijn werken op een voorwerp noemen, krachten samenstellen en de resulterende kracht (grootte, richting, aangrijpingspunten) beschrijven.</i>	

6. Kennisbasis scheikunde

havo/vwo

6.1 Introductie

De kennisbasis voor scheikunde is onderverdeeld in vier domeinen:

- materie;
- schaal, verhouding en hoeveelheid;
- reactiviteit;
- energie.

Deze domeinen belichten elk een ander stuk van het vak in de derde klas. Het domein *Materie* introduceert de bouw van het atoom en de taal van scheikundigen (namen en formules), het deeltjesmodel en de relatie tussen microstructuur van een stof en de macroscopische eigenschappen ervan. Het domein *Schaal, verhouding en hoeveelheid* rekent aan concentraties, gehalten en massaverhoudingen. Het domein *Reactiviteit* concentreert zich op reactiviteit en chemische reacties door te kijken naar met name verbrandingsreacties, met nadruk ook op risico's en veiligheid. Het domein *Energie* legt de nadruk op energie-effecten en energie-omzettingen bij chemische reacties aan de hand van fotosynthese en verbranding en is gekoppeld aan het maatschappelijk belang ervan via het wereldvoedselprobleem en duurzaamheid. Ook is er aandacht voor fossiele brandstoffen, hun raffinage en het gebruik daarvan bij industriële processen zoals bijvoorbeeld bij de fabricage van kunststoffen.

In bovenbouw h/v zijn de relaties tussen structuur en eigenschappen ondergebracht in een vijfde domein *Systeem*. In deze kennisbasis voor scheikunde in de onderbouw hebben die relaties een plaats gekregen in het domein *Materie*, en is er geen apart domein *Systeem*.

Voor elk domein is aangegeven wat de samenhang met natuurkunde en biologie en met andere domeinen binnen scheikunde is. Relevante contexten zijn waar mogelijk aangegeven.

6.2 Materie havo/vwo

Waar het om gaat

Scheikundigen gebruiken modellen om te verklaren wat ze observeren. Zo gebruiken zij het deeltjesmodel voor verklaring van faseovergangen, het scheiden van mengsels en bij chemische reacties, het atoommodel en het Periodiek Systeem om de bouw van atomen af te leiden en de eigenschappen van elementen en niet-ontleedbare stoffen te voorspellen. Zij gebruiken symbolen om elementen en formules van moleculen weer te geven. Daarnaast gebruiken zij reactievergelijkingen met elementsymbolen en molecuulformules en geven daarmee aan dat (moleculen van) beginstoffen verdwijnen en (moleculen van) reactieproducten ontstaan. Modellen, symbolen, formules en reactievergelijkingen horen tot de bagage van scheikundigen. Er wordt wel gesproken van *de taal* van de scheikundigen. In de berichtgeving over scheikundige processen en gebeurtenissen die te maken hebben met scheikunde (zoals het gebruik van nieuwe materialen), maar ook over ongelukken waar giftige stoffen bij vrijkomen, wordt die chemische taal vaak ook gebruikt.

Stoffen zijn opgebouwd uit een of meerdere van ongeveer 100 verschillende atoomsoorten, die op verschillende manieren met elkaar combineren. Atomen vormen moleculen variërend van twee tot duizenden atomen. Er wordt onderscheid gemaakt tussen zuivere stoffen (bestaand uit één soort atomen of moleculen) en mengsels (bestaand uit minstens twee verschillende soorten atomen en/of moleculen) van verschillende stoffen.

Scheikundigen denken voortdurend heen en weer tussen de microstructuur van stoffen en de macroscopische eigenschappen van die stoffen. Een goed begrip van de modellen die daarbij worden gebruikt is belangrijk. Gebruik van chemische taal is belangrijk om informatie over beschreven processen en gebeurtenissen te begrijpen en er over te communiceren.

.

Samenhang:

- binnen scheikunde: *Reactiviteit, Energie*;
- met biologie: *Eenheid in verscheidenheid*;
- met natuurkunde: *Materie*.

Materie		
Integrale doelen (vwo cursief) De leerling kan: 1. met het deeltjesmodel aangeven dat mengsels uit meerdere stoffen, stoffen uit moleculen of atomen, en moleculen uit atomen bestaan; 2. onderscheid maken tussen enerzijds elementen en niet-ontleedbare stoffen en anderzijds verbindingen en ontleedbare stoffen; 3. herkennen dat ontleedbare stoffen andere macroscopische eigenschappen hebben dan de niet-ontleedbare stoffen van de elementen waaruit de ontleedbare stof is opgebouwd; 4. een ontwerp maken en uitvoeren van een scheidingsmethode of chemische reactie en de opschaling ervan tot industriële schaal in kaart brengen, inclusief de aandacht voor veiligheid; 5. een deeltjesmodel gebruiken om stoffen en reacties tussen stoffen, faseovergangen en scheidingsmethodes (grafisch) weer te geven; 6. in korte onderzoekjes: i. scheidingsmethode(s) kiezen om mengsels te scheiden in hun componenten; ii. vaststellen dat verbindingen bestaan uit twee of meer elementen; 7. atoombouw beschrijven in termen van protonen, neutronen en elektronen, met ook aandacht voor isotopen; 8. chemische taal (symbolen, formules en reactievergelijkingen) gebruiken om namen van elementen en formules van enkelvoudige ionen, zouten en moleculaire stoffen en metalen te benoemen; 9. <i>onderzoeken hoe de elementen in het Periodieke Systeem gerangschikt zijn;</i> 10. heen en weer redeneren tussen macroscopische eigenschappen van stoffen en hun structuur op microniveau. Relevante contexten: gebruik van stoffen en materialen in en rond het huis (schoonmaakmiddelen, zout, bakpoeder en andere stoffen in de keuken, frisdranken, gebruiksvoorwerpen); waterzuivering; voedselveiligheid.		
Karakteristieke werkwijzen	Vakinhouden (vwo cursief)	Karakteristieke denkwijzen
Modelgebruik en –ontwikkeling • Deeltjesmodel hanteren 1. Model (deeltje als bolletje) van de vier (zes) bekendste faseovergangen weergeven en interpreteren. 2. Model (deeltje als bolletje) van mengsel en zuivere stof weergeven en interpreteren.	Mengsels en zuivere stoffen 1. Beschrijven dat de meeste stoffen bestaan uit moleculen. 2. Benoemen dat mengsels zijn opgebouwd uit meerdere soorten moleculen of atomen en daardoor te scheiden zijn in zuivere stoffen.	Patronen • Deeltjes van vaste stoffen rangschikken zich volgens een patroon. Bij vloeistoffen en gassen is dat niet het geval. • <i>Elementen in het Periodieke Systeem zijn gerangschikt naar opklimmend atoomnummer.</i> • <i>Elementen in groepen van het periodieke systeem hebben vergelijkbare eigenschappen.</i>

Model gebruiken om destilleren, filtreren en zes andere scheidingsmethodes weer te geven. 3. Het maken van een grafische voorstelling van een stof in drie fases (vast, vloeistof, gas) en de invloed die de verandering in temperatuur hier op heeft op basis van het deeltjesmodel. Onderzoeken - Onderzoek doen naar de samenstelling en eigenschappen van mengsels. - Onderzoek doen naar methodes voor het scheiden van mengsels in hun componenten. Ontwerpen - Scheidingsmethodes ontwerpen en uitvoeren, zoals het extraheren van zetmeel uit aardappels. - Aspecten van het opschalen van de productie van zetmeel uit aardappels tot industriële schaal in kaart brengen. - Het maken of aanpassen van een product op basis van zelf geformuleerde eisen (zoals shampoo, drop, olie en azijn mengsel met mosterd als emulgator).	Mengen en scheiden 3. Onderscheiden van soorten mengsels en kenmerken omschrijven: oplossingen, suspensies, emulsies en legeringen/alliages, hierbij gebruik maken van deeltjesmodellen. 4. Voorbeelden geven van scheidingsmethodes in de chemie en in het dagelijks leven (bv. koffie zetten). Element en verbinding 5. De twee betekenissen van element beschrijven ('atoomsoort' en 'niet-ontleedbare stof'). 6. Benoemen dat een verbinding is opgebouwd uit twee of meer elementen en daardoor ontleedbaar is. 7. Onderscheid tussen scheiden en ontleden uitleggen. Namen en formules 8. Van zo'n 30 (40) elementen het symbool weergeven als de naam bekend is (en omgekeerd). Deze elementen onderscheiden in metaal en niet-metaal (uit systeem). 9. Bij de naam van zo'n 10 (15) moleculaire stoffen de formule weergeven en omgekeerd (waaronder: ammoniak = NH_3, glucose = $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$, koolstofdioxide = CO_2, water = H_2O, zuurstof = O_2, 'koolzuur' = $\text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$). Atoombouw 10. De atoombouw beschrijven met behulp van protonen, neutronen en elektronen.	Schaal, verhouding en hoeveelheid - De grootte van atomen en moleculen ten opzichte van zichtbare onderwerpen kan worden weergegeven op een schaal van machten van 10. Systemen en systeemmodellen - Mengsels hebben andere eigenschappen dan de samenstellende stoffen door de interactie tussen de stoffen in het mengsel (bv. meel en water). - Verbindingen hebben andere eigenschappen dan de samenstellende elementen door de interactie tussen de atomen in een molecuul (bv. waterstof, zuurstof en water). - Eigenschappen van stoffen zijn vaak te relateren aan hun microstructuur. Duurzaamheid - Aandacht voor duurzaam gebruik van stoffen en materialen gaat (onder meer) via het cradle to cradle principe. Risico's en veiligheid - Meer en meer wordt de relatie gelegd tussen voeding en gezondheid. - Opschalen van productie van stoffen tot industriële schaal vereisen ook meer aandacht voor risico's en veiligheid.
---	---	---

• Aspecten van het opschalen van een van deze tot industriële schaal in kaart brengen. Informatievaardigheden • Recente artikelen in de media met een scheikundige achtergrond checken op de chemische taal. • Via bronnenonderzoek • historische ontwikkeling van het deeltjesmodel in kaart brengen; • het cradle to cradle principe bij ontwerpen beschrijven. • Het gebruik van water in plastic flessen afzetten tegen dat van kraanwater, in termen van kosten, energieverbruik en milieubelasting. • Communiceren over eigenschappen van materialen gebruikmakend van vaktaal.	11. Uit de notatie b_aE de atoombouw afleiden. Uitleggen dat a atoomnummer en b massagetal is. 12. Verschillen tussen de kernen van isotopen benoemen.	
	Mogelijkheden voor invulling keuzestof: (vwo cursief) • De ionlading afleiden uit het aantal protonen en het aantal elektronen. • Bij de naam van zo'n 10 (15) enkelvoudige ionsoorten (ook <i>samengestelde</i>) de formule geven en omgekeerd (zoals natrium-, ijzer-, chloride- en <i>sulfaat</i>ionen). • Namen en formules geven en interpreteren van zouten samengesteld uit de hiervoor bedoelde ionsoorten (zoals KCl - kaliumchloride en $Ca(HCO_3)_2$ - calciumwaterstofcarbonaat).	

	• Toelichten dat de atoommassa van een element met isotopen geen geheel getal maar een (statistisch) gemiddelde is. • De toestandsaanduidingen herkennen zoals Cu(s), NaCl(s), H₂O(l), O₂(g), Na⁺(aq) en C₆H₁₂O₆(aq). • Model (aatom en ion als bolletje) van metaal, moleculaire stof en zout weergeven en interpreteren. • Met de Wet van massabehoud en de constante massaverhouding (eenvoudige) berekeningen uitvoeren, <i>ook bij overmaat en lastige getallen</i>. • <i>Opbouw van het Periodiek Systeem toelichten.</i> • Reagens omschrijven als 'chemisch' herkenningmiddel. • Aantoningsreacties van een aantal bekende stoffen beschrijven. <i>Uitleggen of de conclusie waterdicht is.</i> • Voorbeelden van macroscopische eigenschappen benoemen (en herkennen) en in relatie brengen met structuren op microniveau: <i>lengte van de koolstofketen bij koolwaterstoffen en fase bij kamertemperatuur</i>, structuur van metalen en buigzaamheid en geleiding van elektriciteit, onverzadigde vetzuren en fase.	
--	---	--

6.3 Schaal, verhouding en hoeveelheid havo/vwo

Waar het om gaat

Er is veel publiciteit rondom verontreinigingen van het milieu, van drinkwater, voedsel, medicijnen, ons oppervlaktewater en ook rondom toevoegingen (additieven) aan ons dagelijks voedsel. De aandacht richt zich vooral op de ophoping van CO_2 in de atmosfeer en op gezondheidseffecten van ons voedsel. Teveel vet, zout, suiker en alcohol wordt gezien als de oorzaak voor allerlei gezondheidsklachten.

Daarom is het belangrijk te weten hoeveel CO_2 zich in de atmosfeer bevindt en hoe dat gedurende het jaar en over langere periodes heen, verandert. Maar ook hoeveel zout (bijvoorbeeld in brood), suiker (in frisdrank), vet (in melk, pizza's), of alcohol (in allerlei drankjes) in die producten zit. Op de verpakkingen staat dat vaak weergegeven, omdat dat wettelijk verplicht is. Voor *medicijnen* en *vitaminen* geldt iets vergelijkbaars, maar daar gaat het dan vaak om hele kleine hoeveelheden van de werkzame stof, uitgedrukt in milligrammen (mg), of microgrammen (μgram).

Voor al deze zaken is het belangrijk dat er goede analyse- en rekenmethodes zijn om de gehalten van de componenten te kunnen bepalen, om inzicht te hebben in de grootte van de gehalten en de gegevens te kunnen gebruiken in het maatschappelijk debat over bijvoorbeeld het milieu, ons voedsel en het klimaat.

Samenhang:

- binnen scheikunde: *Materie*;
- met biologie: *Dynamisch evenwicht*.

Schaal, verhouding en hoeveelheid		
Integrale doelen (vwo cursief) De leerling kan: 1. berekeningen uitvoeren aan massaverhoudingen, dichtheden, en gehalten; 2. met eenvoudige proeven gehalten van stoffen bepalen, in lucht en in waterige oplossingen; 3. aan de hand van informatie uit de literatuur patronen in CO₂-gehalten in de atmosfeer herkennen en benoemen; 4. kritisch beschouwen of in de media getallen met betrekking tot schaal, gehalten en hoeveelheden in chemische processen correct zijn weergegeven en gebruikt; 5. informatie op verpakkingen van voedsel relateren aan de aanbevolen dagelijkse hoeveelheden; 6. mediaberichten over milieu- en gezondheidsproblemen (voedsel en medicijnen) en doping in de sport gebruiken en op juiste waarde inschatten. Relevante contexten: de schijf van 5, de voedingspiramide; oog voor het milieu: water en lucht; dopingcontroles in sport; informatieverstrekking op verpakking van levensmiddelen en medicijnen, bereiden van een fysiologische zoutoplossing.		
Karakteristieke werkwijzen	Vakinhouden (vwo cursief)	Karakteristieke denkwijzen
Onderzoeken - Onderzoekje opzetten en uitvoeren om massaverhouding van beginstoffen en reactieproducten bepalen. Onderwerpen - Proces ontwerpen om mengsels te scheiden in hun componenten. - Met zout en water 'zeewater' maken.	Schaal 1. Toepassen van en omrekenen in de eenheden van massa en volume. Gehalten 2. Eenvoudige berekeningen uitvoeren met volumepercent en massaprocent (één 'denkstap'). Hoeveelheid 3. Stoffen herkennen aan de dichtheid 4. Dichtheid berekenen uit massa en volume, <i>waarbij aandacht voor significantie.</i> 5. Berekeningen uitvoeren met behulp van massaverhoudingen. 6. Vanuit gehalten hoeveelheden berekenen en omgekeerd.	Patronen - De hoeveelheid CO₂ in de atmosfeer laat een patroon zien dat verandert met de seizoenen. Een trend laat zien dat de hoeveelheid CO₂ sinds de industriële revolutie is toegenomen en met name in de laatste decennia sterk verder toeneemt (grafieken hiervan interpreteren). Schaal, verhouding en hoeveelheid - Gevoel voor schaal: de eenheden kilogram, gram, milligram, <i>microgram en nanogram</i>, liter en milliliter verschillen steeds een factor 1000 van elkaar.

Rekenkundige en wiskundige vaardigheden - Berekenen van gehalte van stoffen in mengsels en oplossingen (in vol %, massa %, concentratie, en promille) Berekeningen uitvoeren net behulp van massaverhoudingen bij reactievergelijkingen. <i>Aan de hand van beschikbare databronnen een globale berekening maken van de eigen CO₂-footprint en water-footprint.</i> Informatievaardigheden - Dichtheidstabellen gebruiken om stoffen te herkennen. - Informatie verzamelen over CO₂-gehalten in de atmosfeer over een lange periode van jaren en daar conclusies uit trekken. - Informatie op verpakking van levensmiddelen vergelijken en componenten (zout, suiker, vet, en dergelijke) relateren aan dagelijks toegestane hoeveelheden zoals voorgeschreven in de literatuur. Waarderen en oordelen - Berichten in de media met betrekking tot schaal, gehalten en hoeveelheden in chemische processen kritisch beschouwen (zoals CO₂ in de atmosfeer, additieven in voedsel).	7. Berekeningen uitvoeren aan verdunningen.	- Gevoel voor schaal: bij stoffen in het milieu gaat het vaak om hele kleine hoeveelheden uitgedrukt in milligrammen <i>of in nog kleinere eenheden (picogrammen of ppm, parts per million), computerchips (in nanometers)</i>, terwijl in de chemische industrie vaak wordt gewerkt met kilogrammen en tonnen (1000 kilo's) van stoffen. - Gevoel voor schaal: een ritje met de trein genereert al gauw 5 kg CO₂ per persoon maar de hoeveelheid CO₂ in de lucht wordt uitgedrukt als ppm (parts per million). - Grenswaarde: ADI: Acceptable Daily Intake (geeft van een stof de concentratie aan die in het dagelijks voedsel van de mens mag voorkomen). Stabiliteit en verandering Samenstelling van mengsels van vaste stoffen zijn doorgaans stabiel (bijvoorbeeld in legeringen van metalen) maar kunnen afhankelijk van de aard van het mengsel in de tijd wel enigszins veranderen (bijvoorbeeld in medicijnen, en het verbleken van kleuren (van voorwerpen)). Veiligheid Door verkeerde dosering van een geneesmiddel kunnen patiënten overlijden. Elke stof kan giftig en dodelijk zijn in bepaalde concentraties.
---	--	---

• In mediaberichten over milieu- en/of gezondheidsproblemen verbanden leggen tussen verschillende standpunten en belangen die daarbij een rol spelen, waarin de standpunten verschillen en welke belangen een rol spelen.		
	Mogelijkheden voor invulling keuzestof: • Gehaltes van elementen in een verbinding berekenen. • Eenvoudige berekeningen uitvoeren met volumeprocent en massaprocent (twee 'denkstappen'). • De gevolgen van reacties en vermengingen interpreteren met betrekking tot veranderingen in concentratie en dichtheid (kwalitatief). • Met eenvoudige proeven massaverhoudingen in reacties bepalen.	

6.4 Reactiviteit havo/vwo

Waar het om gaat

Verbranding en ontleding zijn voorbeelden van chemische reacties. In het dagelijks leven vinden verbrandingsprocessen (reacties met zuurstof) plaats, vaak zonder dat we het ons realiseren. We koken ons eten op aardgas, verwarmen onze huizen met een centrale verwarming die meestal op aardgas gestookt wordt, of met hout in een houtkachel, auto's en scooters rijden op benzine (of diesel) in hun verbrandingsmotoren. Elektriciteit wordt grotendeels opgewekt in centrales die daarvoor aardolie of aardgas verbranden, in alle levende organismen vinden in alle cellen verbrandingsprocessen plaats, al zijn daarbij geen vuurverschijnselen te zien.

Voor chemische reacties geldt massabehoud, elementbehoud en atoombehoud (zie ook hoofdstuk 6.2 over materie). De snelheid waarmee reacties verlopen varieert sterk. Roesten van een metaal (reactie met zuurstof) verloopt meestal langzaam, maar de reactie van benzine met zuurstof (verbranding) is heel snel..

Een goed begrip van de reactiviteit van stoffen is belangrijk om te verklaren hoe die stoffen in het dagelijkse leven kunnen reageren, hoe die reacties op een goede manier nuttig te gebruiken, maar ook hoe die reacties voorkomen kunnen worden om gevaarlijke situaties te vermijden (veiligheid).

Samenhang:

- binnen scheikunde: *Materie, Schaal, verhouding en hoeveelheid*;
- met biologie: *Instandhouding* (metabolisme, verbranding op celniveau voor energievoorziening);
- met natuurkunde: *Energie* (verbrandingen voor de productie van warmte en/of het opwarmen van voorwerpen/stoffen, rendement bij verbrandingen).

Reactiviteit		
Integrale doelen (vwo cursief) De leerling kan: 1. chemische reacties herkennen en (eenvoudige) reactieschema's en reactievergelijkingen opstellen;; 2. met een model of een simulatie de voorwaarden voor verbranding en mogelijkheden om een brand te blussen vaststellen; 3. een overzicht maken van de belangrijke explosieve stoffen (zoals bijvoorbeeld gebruikt in de mijnbouw) maar ook van explosieve situaties die kunnen ontstaan bij productieprocessen (zoals in meelfabrieken of houtzagerijen) en daarbij inzien dat explosies extreem snelle verbrandingsreacties zijn; 4. aan de hand van beschikbare informatie de gevaren van (zeer) onvolledige verbranding in kaart brengen, om welke stoffen het daarbij gaat (met onder andere aandacht voor fijnstof) en hoe die stoffen giftig zijn voor mens (en dier); 5. verschillen in reactiesnelheden verklaren met het botsende deeltjesmodel. Relevante contexten: chemie in de keuken; verbranding en (stof)explosies; vuurwerk; aandacht voor fijnstof; gezondheid		
Karakteristieke werkwijzen	Vakinhouden (vwo cursief)	Karakteristieke denkwijzen
Modelontwikkeling en -gebruik • Model (atoom als bolletje) van eenvoudige reacties tussen moleculaire stoffen weergeven en interpreteren. • <i>Voorwaarde voor verbranding en explosie vaststellen met een computersimulatie.</i> Onderzoeken • Onderzoek doen aan verbrandingsreacties (met alledaagse stoffen). • Onderzoek doen naar de optimale blusmethodes in de situatie waarin de brand plaatsvindt.	Chemische reacties 1. Een chemische reactie benoemen als een chemisch proces waarbij beginstoffen verdwijnen en reactieproducten worden gevormd 2. Toelichten dat voor de pijl de (namen van de) beginstoffen staan, achter de pijl de reactieproducten. 3. Toelichten dat voor de pijl dezelfde elementen staan als na de pijl 4. Reactievergelijking opstellen, eventueel met nadere aanwijzingen. 5. Omschrijven dat massa's voor en na de reactie even groot zijn en bijbehorende berekeningen uitvoeren.	Patronen • Chemische reacties kunnen onderscheiden worden in verschillende typen, elk met hun eigen karakteristieke kenmerken (zoals verbrandings- en ontledingsreacties). Behoud, transport en kringlopen van energie en materie • Verbranding is een voorbeeld van chemische reactie waarbij zuurstof een van de beginstoffen is, beginstoffen verdwijnen en eindstoffen/reactieproducten ontstaan (met behoud van massa). Stabiliteit en verandering: • Reactiviteit is het vermogen van chemische stoffen om een chemische reactie aan te gaan.

- Onderzoek doen naar de brandbaarheid van verschillende kledingstoffen. Informatievaardigheden - De EHBO-gifwijzer raadplegen om te bepalen wat te doen ter voorkoming van ongelukken met chemicaliën in huis.	6. Herkennen van verschillende types chemische reacties (zoals ontledings-, en verbrandingsreacties). 7. <i>Invloed van de reactieomstandigheden op de reactiesnelheid beredeneren met behulp van het botsende deeltjesmodel.</i> Verbranding 8. De drie voorwaarden voor verbranding benoemen en herkennen in eenvoudige situaties (zoals verschillende zuurstofleveranciers). 9. (Simpele) blusmethodes, ook enige minder voor de hand liggende, benoemen en uitleggen waardoor elke methode succesvol is. 10. Onderkennen van de gevaren van (zeer) onvolledige verbranding (en wat te doen bij vergiftiging ten gevolge daarvan). 11. Roesten herkennen als een reactie van een metaal met zuurstof, en daarbij onderscheid maken tussen edele en onedele metalen. Zuren en basen 12. Zure, basische en neutrale oplossingen onderscheiden met behulp van indicatoren.	- Reactieomstandigheden (temperatuur, druk, verdelingsgraad) hebben invloed op de reactiviteit. - Explosies zijn extreem snelle verbrandingsreacties. Risico's en veiligheid: - Sommige chemische reacties kunnen giftige en corrosieve reactieproducten als resultaat hebben. Aandacht voor hoe daar mee om te gaan tijdens een practicum is belangrijk. - Bij industriële processen waar gewerkt wordt met fijnverdeelde stoffen (zoals meel- en melkpoederproductie en houtzagerijen) bestaat het gevaar van stofexplosies. - Onvolledige verbranding van brandstof door (diesel)motoren van auto's levert veel fijnstof op. Dit heeft schadelijke gevolgen voor de gezondheid. - Opslag, transport en gebruik van grote hoeveelheden chemische stoffen, zoals in de chemische industrie, vereisen specifieke maatregelen om de veiligheid ervan te waarborgen (risicoanalyse, voorzorgsmaatregelen zoals gescheiden opslag van reagerende stoffen).
	Mogelijkheden voor invulling keuzestof: Explosie herkennen als extreem snelle verbranding en verband met de explosiegrenzen aangeven.	

	• Via bronnenonderzoek explosiegrenzen van een aantal stoffen vaststellen, en die vergelijken met die van aardgas, benzine en diesel.	
--	---	--

6.5 Energie havo/vwo

Waar het om gaat

Energie speelt een belangrijke rol in alle sectoren van de samenleving. Vervoer, gezondheidszorg, industrie en communicatie zijn ondenkbaar zonder gebruik te maken van energie. Ook het dagelijks leven zou aanzienlijk veranderen zonder voldoende beschikbaarheid van energiebronnen.

Het gebruik van energie is echter niet zonder problemen. Voorraden brandstoffen als aardgas en aardolie zijn maar beperkt beschikbaar, duurzame energiebronnen (zoals zon en wind) zijn nog niet in staat voldoende energie te leveren, kernenergie is niet onomstreden en kernfusie-energie kan nog lang niet productief gemaakt worden. Daarnaast stijgt het energieverbruik in ontwikkelingslanden snel en veroorzaakt het gebruik van fossiele brandstoffen een sterke toename van koolstofdioxide en andere gassen in de atmosfeer, hetgeen het broeikas-effect versterkt, met mogelijk nare milieugevolgen. Door de toenemende vraag stijgen de kosten van energie aanzienlijk.

Vanuit een scheikundig perspectief is het belangrijk te weten hoe energie beschikbaar komt bij exotherme chemische reacties via verbranding van fossiele brandstof. Chemische energie die was opgeslagen in de brandstof wordt dan omgezet in andere energievormen zoals beweging, energie, warmte en licht. Vaak wordt hierbij chemische energie in eerste instantie omgezet in elektrische energie. Het omgekeerde proces waarbij licht wordt omgezet in chemische energie, vindt plaats in het proces van fotosynthese, waarbij licht wordt vastgelegd in een energierijke stof. Dit laatste is van belang voor de voedselproductie en de wereldwijde voedselvoorziening, en in toenemende mate ook voor de productie van biobrandstoffen. Daarmee is het energieprobleem en het voedselprobleem met elkaar verbonden.

Een goed begrip van de begrippen exo- en endotherme reacties, kennis van fossiele brandstoffen, risico's in het gebruik ervan en gebruik kunnen maken van informatie over duurzaamheid en veiligheid, is belangrijk om aspecten gerelateerd aan energie te begrijpen, er een mening over te vormen en er over te communiceren.

Samenhang:

- binnen scheikunde: *Reactiviteit*;
- met biologie: *Dynamisch evenwicht*; *Instandhouding* (ontwikkeling: groei/ontwikkeling);
- met natuurkunde: *Energie* (vormen van energie);
- met fysische geografie: duurzaamheid, bronnen van energie.

Energie		
Integrale doelen (vwo cursief) De leerling kan: 1. met eenvoudige proeven het verschil aantonen tussen exotherme en endotherme reacties; 2. aan de hand van gegevens uit onderzoek berekeningen uitvoeren aan de energie die koolhydraten, vetten en eiwitten leveren; 3. aangeven dat fotosynthese een voorbeeld is van een endotherme reactie, waarbij energie (licht) wordt opgeslagen (in de vorm van chemische energie); 4. aangeven dat de meeste verbrandingen exotherm zijn waarbij chemische energie (vaak) omgezet wordt in licht en warmte; 5. met beschikbare informatie aannemelijk maken dat de energie-inname per hoofd van de bevolking in de westerse wereld verschillend is van die in ontwikkelingslanden en mogelijke implicaties beschouwen; 6. het gebruik van fossiele brandstoffen beschrijven tegen de achtergrond van duurzaamheid en milieu; 7. de verwerking van fossiele brandstoffen tot producten als benzine, diesel en kunststoffen beschrijven. Relevante contexten: energieomzettingen; wereldvoedselprobleem; duurzaamheid.		
Karakteristieke werkwijzen	Vakinhouden (vwo cursief)	Karakteristieke denkwijzen
Onderzoeken • Onderzoekjes doen om exotherme reacties en endotherme reacties te herkennen. • In een onderzoekje ontledingsreacties (zoals elektrolyse) herkennen. • Eenvoudig onderzoekje naar rendement van een (energie-) omzetting doen. • Foto's maken van de pictogrammen voor chemische stoffen die je in het dagelijks leven tegen komt, en toelichten waar ze voor staan.	Energie-effecten bij reacties 1. Drie energiesoorten (warmte, chemische en elektrische energie) met de bijbehorende onderlinge omzettingen herkennen en benoemen. 2. Endotherme en exotherme reactie definiëren. Verbranding benoemen en herkennen als exotherme reactie, ontleding als (<i>bijna altijd</i>) endotherme reactie. 3. Activeringsenergie benoemen als opstartenergie van een reactie. 4. Het maatschappelijk belang van de fotosynthese herkennen <i>en beargumenteren</i>.	Oorzaak en gevolg • Inzien dat de onttrekking van voedsel voor de productie van biobrandstof kan leiden tot verhoging van de wereldvoedselprijzen en dat dit ten koste kan gaan van de armste mensen in de wereld. Behoud, transport en kringlopen van energie en materie • Inzien dat fotosynthese een proces is waarbij energie (licht) wordt omgezet (in chemische energie) en opgeslagen. • Inzien dat fotosynthese en verbranding (metabolisme) tegengestelde processen zijn.

Rekenkundige en wiskundige vaardigheden • (Eenvoudige) (rendements)berekeningen uitvoeren met de door koolhydraten, vetten en eiwitten geleverde energie. Informatievaardigheden • Informatie verzamelen om te bepalen welk voedsel (koolhydraten, vetten of eiwitten) de meeste energie oplevert. • Informatie verzamelen over de energie inname per hoofd van de bevolking in de westerse wereld, vergeleken met die in ontwikkelingslanden. • Mediaberichten analyseren over het gebruik van voedsel zoals maïs en suikerriet voor het maken van biobrandstof in plaats van dat te gebruiken als voedsel, en welke standpunten daarover bestaan en welke belangen een rol spelen.	5. Energieproblematiek herkennen in relatie (<i>in verband brengen</i>) met duurzame ontwikkeling. 6. Herkennen van mondiale voedselproblematiek, waaronder de rol van consumptie en reclame. Ontleding 7. Ontleding definiëren en de reactieproducten beschrijven. 8. De drie manieren van ontleding (fotolyse, thermolyse, elektrolyse) benoemen. Fossiele brandstoffen 14. Aardolie, aardgas en steenkool benoemen als belangrijkste fossiele brandstoffen. 15. Maatschappelijk belang van fossiele brandstoffen benoemen. 16. Milieuaspecten van fossiele brandstoffen benoemen. 17. Aangeven dat aardolie voornamelijk bestaat uit een mengsel van verschillende koolwaterstoffen, die door destillatie in verschillende fracties gescheiden kunnen worden. De namen en formules van deze koolwaterstoffen (van methaan tot hexaan) kunnen benoemen. 18. Aan de hand van een diagram van de destillatie van aardolie aangeven en uitleggen wat het verschil tussen de verschillende fracties is (o.a. LPG, benzine, diesel, kerosine en (zware) stookolie).	• Bij de omzetting van één vorm van energie naar een andere gaat geen energie verloren (de wet van behoud van energie), ook al is de gewenste omzetting vaak niet efficiënt (kwaliteit van energie). Systeem en systeemmodellen • Het gebruik van fossiele brandstoffen veroorzaakt extra hoeveelheden gassen in de atmosfeer waaronder CO₂, die bijdragen aan de opwarming van de aarde. Duurzaamheid • Bronnen van fossiele brandstoffen zijn eindig en daardoor niet duurzaam. Ontwikkelen van duurzame bronnen (zonne- en windenergie) is daarom van essentieel belang. • Inzien dat de overmatige onttrekking van voedingsstoffen aan de bodem ten behoeve van verbouw van voedsel voor gebruik als brandstof zal leiden tot uitputting van die bodem. • Risico's en veiligheid • Transport, opslag en gebruik van fossiele brandstoffen vereist expliciete voorzorgsmaatregelen. Die zijn verwoord in de zogenaamde P-zinnen, over preventie, reactie, opslag en verwijdering van chemische stoffen. • Pictogrammen worden gebruikt om bij opslag, vervoer en gebruik over chemische stoffen te informeren.
--	---	---

	19. Het proces van de productie van kunststoffen uit aardolie benoemen. De begrippen kraken en polymerisatie kunnen hanteren.	
	Mogelijkheden voor invulling keuzestof: • Fotosynthese kennen als zeer belangrijk endotherm proces, met name voor onze voedselvoorziening. • De drie energieleveranciers herkennen en omschrijven (<i>ook het essentiële verschil in hun structuur</i>). • Producten van kraken en polymerisatie benoemen.	

7. Kennisbasis scheikunde vmbo

7.1 Introductie

De kennisbasis voor scheikunde richt zich geheel op het domein *Materie*. Dit domein gaat over de bouw en eigenschappen van stoffen en materialen, over het gebruik van stoffen en materialen, en veiligheidsaspecten daarbij. Er wordt onderscheid gemaakt tussen zuivere stoffen en mengsels van verschillende stoffen. Er is aandacht voor het begrip chemische reactie en voor verbranding. Daarnaast is er ook aandacht voor bekende stoffen om ons heen, water, metalen en kunststoffen.

De nadruk ligt op scheikundige verschijnselen in combinatie met natuurwetenschappelijke denk- en werkwijzen, die leerlingen op hun eigen omgeving moeten kunnen betrekken en zicht moeten geven op technologische ontwikkelingen, duurzaamheid en veiligheid.

7.2 Materie

Waar het om gaat

In het dagelijks leven gebruiken we heel veel stoffen en materialen voor allerlei doeleinden. Die stoffen en materialen kunnen voor specifieke doeleinden gebruikt worden vanwege de eigenschappen die ze hebben. Die eigenschappen bepalen waar ze voor gebruikt kunnen worden. Er wordt onderscheid gemaakt tussen zuivere stoffen (bestaand uit één type atomen of moleculen) en mengsels van verschillende stoffen. Mengsels worden doorgaans gemaakt zodat de eigenschappen ervan aangepast kunnen worden voor de taak waar het voor gebruikt gaat worden. IJzer kan roesten, maar sommige andere metalen doen dat weer niet, bijmenging van andere metalen zoals nikkel en chroom (en ook koolstof) maakt ijzer tot roestvrij staal. Stoffen zijn vaak ook te herkennen op grond van de fase (vast, vloeibaar of gas) waarin ze verkeren bij kamertemperatuur (en normale druk 1 atm.) dan wel aan hun dichtheid.

Kennis van eigenschappen van stoffen, materialen, chemische reacties en van chemische processen (ook op industriële schaal) en verklarende modellen is belangrijk voor een goed begrip van de grote verscheidenheid aan stoffen, materialen en processen en waar die in het dagelijks leven voor gebruikt kunnen worden.

Samenhang:

- met biologie: *Eenheid in verscheidenheid*;
- met technologie: ontwerpen, eigenschappen van stoffen; metalen in toepassingen. schoonmaakmiddelen, kunststoffen;
- met natuurkunde: *Materie*.

Materie		
Integrale doelen (k/g/t cursief) De leerling kan: 1. een experimenteel onderzoek <i>opzetten en</i> uitvoeren om gegevens te verzamelen over eigenschappen van stoffen en materialen; 2. met het deeltjesmodel eigenschappen van stoffen (mengsels en zuivere stoffen) en scheidingsmethodes illustreren; 3. via experimenten een overzicht maken van eigenschappen van stoffen om ons heen (water, metalen, kunststoffen) en hun toepassingen; 4. beschrijven dat er bij die stoffen patronen in hun eigenschappen zijn aan te wijzen; 5. in beeld brengen van de kringloop van water met aandacht voor watergebruik, (<i>water</i>)<i>footprint</i> en kwaliteit van water; 6. modellen ontwerpen en testen en opschalen tot industrieel niveau (shampoo, drop, olie en azijn mengsel, en een waterzuiveringsinstallatie). Relevante contexten: gebruik van stoffen en materialen in en rond het huis (water, schoonmaakmiddelen, zout, bakpoeder en andere stoffen in de keuken, frisdranken, metalen, gebruiksvoorwerpen, industriële processen); verbranden; blusdriehoek		
Karakteristieke werkwijzen	Vakinhouden (k/g/t cursief)	Karakteristieke denkwijzen
Modelontwikkeling en -gebruik • Opzetten van een grafische voorstelling van een stof in drie fases (vast, vloeistof, gas) en de invloed die de verandering in temperatuur hier op heeft. Onderzoeken • Met een experiment vaststellen hoe mengsels van stoffen gescheiden kunnen worden in hun componenten.	Eigenschappen 1. Een aantal (stof)eigenschappen benoemen en herkennen, waaronder kleur, oplosbaarheid in water, elektrische geleiding, kookpunt, smeltpunt) en fase bij kamertemperatuur. 2. Onderscheiden van drie stoffen aan de hand van hun eigenschappen. 3. Begrijpen van pictogrammen en etiketten (mate van brandbaarheid en giftigheid), en van H- en P-zinnen. 4. <i>Uitleggen dat de dichtheid verandert bij veranderende temperatuur.</i> 5. Herkennen en ordenen van stoffen aan de hand van warmtegeleiding, brandbaarheid en mengbaarheid.	Patronen • Stoffen kunnen worden ingedeeld in groepen met bepaalde eigenschappen. • Metalen zijn te verdelen in edele en onedele metalen. Oorzaak en gevolg • Een reactie tussen stoffen heeft een oorzaak: bijvoorbeeld het roesten van ijzer (reactie van ijzer met zuurstof en water), omdat het een onedel metaal is.

• Met een experiment vaststellen welke metalen roesten en welke niet. • Onderzoek doen naar de hoeveelheid water die elke leerling per dag gebruikt, en die vergelijken met het gemiddelde gebruik. • Foto's maken van de pictogrammen voor chemische stoffen die je in het dagelijks leven tegen komt, en toelichten waar ze voor staan. Ontwerpen • Maken of aanpassen van een product op basis van zelf geformuleerde eisen (zoals shampoo, drop, olie en azijn mengsel met mosterd als emulgator. • Aspecten van het opschalen van een van deze producten tot industriële schaal in kaart brengen. • Ontwerpen, testen en verbeteren van een eenvoudig werkend model van een waterzuiveringsinstallatie op basis van zelf geformuleerde eisen. Informatievaardigheden • Beeldmateriaal bekijken van staalproductie en (schematisch) weergeven hoe het proces van opgraven van erts tot eindproduct verloopt.	Zuiver of gemengd 6. Het begrip zuivere stof op macroscopisch niveau definiëren. 7. Een aantal zuivere stoffen benoemen en herkennen 8. Onderscheiden van bekende stoffen in zuivere stoffen en mengsels en van de mengsels de bestanddelen benoemen. 9. <i>Soorten mengsels benoemen en beschrijven: suspensie, oplossing en legering, emulsie, schuim, rook, en nevel.</i> 10. <i>Benoemen en beschrijven van de scheidingsmethodes bezinken en afschenken, filtreren en indampen (bv bij zoutwinning).</i> Stoffen om ons heen 11. Van water: • benoemen waar je het tegenkomt en waar je het voor gebruikt (waaronder kraanwater, regenwater, zeewater). • productie en distributie van drinkwater beschrijven. • kringloop in het gebruik van water beschrijven. 12. Van metalen: • indeling benoemen in edele en onedele metalen en bij elke soort een aantal voorbeelden noemen. • gebruik van metalen beschrijven, lettend op hun eigenschappen waaronder dichtheid. • aantal methodes ter bescherming tegen corrosie herkennen en beschrijven.	Schaal, verhouding en hoeveelheid • Deeltjes van een stof zijn vaak zo klein dat ze niet met het blote oog maar ook niet onder een microscoop te zien zijn. Behoud, transport en kringlopen van energie en materie • Chemische reacties beschrijven als processen waarbij geen massa gecreëerd wordt of verloren gaat (behoud van massa). • Chemische reacties beschrijven als processen waarbij elementen/atomen behouden blijven. • Inzien dat het water dat wij drinken onderdeel is van de waterkringloop. Duurzaamheid • Inzien dat het gebruik van water invloed heeft op de kwaliteit van drinkwater (zogenaamde <i>footprint</i> van water). Risico's en veiligheid • Sommige chemische reacties kunnen giftige en corrosieve producten als resultaat hebben. Aandacht voor hoe daar mee om te gaan tijdens een practicum is belangrijk. • Transport (maar ook opslag en gebruik) van grote hoeveelheden chemische stoffen (zoals in de chemische industrie) vereisen specifieke maatregelen om de veiligheid ervan te waarborgen (risicoanalyse, voorzorgsmaatregelen zoals gescheiden opslag van reagerende stoffen).
--	--	--

• Van schoonmaakmiddelen de informatie op de flacons gebruiken om te zien hoe de werking van deze middelen van elkaar verschilt dan wel hetzelfde is. • Communiceren over eigenschappen van materialen gebruikmakend van vaktaal. Waarderen en oordelen Aan de hand van verslagen van recente incidenten in de chemische industrie beschrijven wat de toedracht was, welke stoffen betrokken waren, en hoe het incident mogelijk voorkomen had kunnen worden.	13. Van kunststoffen: • een aantal eigenschappen van thermoplasten, thermoharders, composieten en elastomeren herkennen en benoemen. • Gebruik van kunststoffen benoemen, lettend op hun eigenschappen (waaronder elasticiteit, sterkte, hardheid en mogelijkheid tot hergebruik). Chemische reacties 14. Het begrip chemische reactie herkennen. 15. Van een reactie reactieschema opstellen. 16. Een aantal chemische reacties in en rond het huis benoemen en herkennen. Verbranding 17. De drie voorwaarden voor verbranding benoemen en herkennen in eenvoudige situaties (<i>zoals verschillende zuurstofleveranciers</i>). 18. (Simpele) blusmethodes, <i>ook enige minder voor de hand liggende</i>, benoemen en uitleggen waardoor elke methode succesvol is. 19. Onderkennen van de gevaren van (zeer) onvolledige verbranding (en wat te doen bij vergiftiging ten gevolge daarvan). Bouw van stoffen 20. Zuivere stof en mengsel herkennen op deeltjes niveau.	• Pictogrammen worden gebruikt om bij opslag, vervoer en gebruik over chemische stoffen te informeren. • In de EU gelden voor chemische stoffen gevarenaanduidingen (zogenaamde H-zinnen, met de H van 'hazard') en voorzorgsmaatregelen (zogenaamde P-zinnen, met de P van 'precaution').
---	---	---

	Mogelijkheden voor invulling keuzestof: • Verklaren en toelichten van het voorkomen van een stof in een bepaalde fase met behulp van het deeltjes model. • Rangschikken van stoffen naar brandbaarheid en giftigheid. • Rangschikken van stoffen aan de hand van de dichtheid en daarbij. ○ massa en volume omschrijven; ○ eenvoudige berekeningen met dichtheid uitvoeren en aan de hand daarvan uitleggen en voorspellen of voorwerpen zinken, zweven of drijven. • <i>Gedrag van moleculen in de verschillende fasen herkennen en vergelijken.</i>	
--	--	--

8. Kennisbasis biologie havo/vwo

8.1 Introductie

De kennisbasis voor biologie is onderverdeeld in vijf domeinen:

- biologische eenheid;
- instandhouding;
- interactie;
- voortplanting en evolutie;
- dynamisch evenwicht.

Deze domeinen zijn niet bedoeld als achtereenvolgende hoofdstukken uit leerboeken, maar geven elk een bepaalde blik weer waarmee naar levende organismen gekeken wordt. Het domein *Biologische eenheid* vergelijkt organismen en vraagt naar de overeenkomsten en verschillen op het niveau van organismen, organen en cellen. De domeinen *Instandhouding* en *Interactie* vragen naar de manier waarop een organisme zichzelf in stand en in werking houdt. Bij *Instandhouding* gaat het om de inwendige mechanismen, bij *Interactie* om het contact met de omgeving. Het domein *Voortplanting en evolutie* onderzoekt de verbinding tussen de generaties. *Dynamisch evenwicht* vraagt naar de manier waarop ecosystemen zichzelf in stand houden vanuit de activiteiten van de samenstellende organismen en het abiotisch milieu.

In de kennisbasis ligt een accent op de mens als levend wezen en als deel van de natuur. Dat heeft te maken met de betekenis van biologieonderwijs voor de leerling die enerzijds de kennis op zichzelf moet kunnen betrekken, anderzijds zicht moet krijgen op de eigen rol in gezondheid en duurzaamheid. Het laatste integrale doel per domein geeft hieraan steeds aandacht.

8.2 Biologische eenheid havo/vwo

Waar het om gaat

Op het eerste gezicht lijken planten, dieren, bacteriën en schimmels weinig gemeenschappelijks te hebben. Toch vervullen alle organismen dezelfde vier basale functies om te overleven als individu en als soort: voedsel (bouwstof en brandstof + zuurstof) verkrijgen, vijanden overleven, zich verdedigen tegen omgevingsinvloeden en zich voortplanten. Dit wordt wel aangeduid als 'de vier V's'. Ondanks deze eenheid in overlevingsfuncties is de verscheidenheid waarmee deze functies vervuld worden bijzonder groot. Op het eerste gezicht is er sprake van een verwarrende veelvormigheid en het heeft lang geduurd voordat de overeenkomsten tussen planten, dieren, mensen, bacteriën en schimmels duidelijk werden. Systematisch onderzoek heeft hier orde in gebracht door het inzicht dat planten en dieren in te delen zijn in een systeem van op elkaar lijkende en verwante groepen, waar ook de mens in te plaatsen is. Celbiologisch onderzoek liet later zien dat alle organismen uit (één of meer) cellen bestaan en ontstaan. Biochemisch onderzoek tenslotte heeft aangetoond dat de chemische bouwstenen van alle leven universeel zijn en uit dezelfde atomen bestaan als andere materie.

Op al deze niveaus geldt dat, door samenwerking van onderdelen, activiteiten op een hoger niveau mogelijk worden. Een organisme functioneert doordat organen in samenhang iets kunnen wat geen orgaan apart kan; bijvoorbeeld het maken van een gecoördineerde beweging door interactie van spieren, botten en zenuwen. Organen functioneren op hun beurt door

interactie van verschillende celtypen en cellen door interactie van celorganellen en moleculaire systemen. Deze opbouw (systemen opgebouwd uit deelsystemen die ook weer onderdelen hebben) maakt duidelijk waardoor zulke complexe organismen als wijzelf volledig uit veel minder complexe cellen en moleculen kunnen bestaan en dat celprocessen aan de basis liggen van al onze activiteiten.

Mensen maken een onderdeel uit van de biodiversiteit. Een goed begrip van wat organismen verbindt en onderscheidt, helpt bij het nadenken over de plaats en betekenis van de mens in de natuur en van de natuur in de mens. Om zicht te krijgen op uiteenlopende onderwerpen als biodiversiteit, biotechnologie en evolutie, is zowel een besef nodig van de enorme rijkdom aan verschijningsvormen als inzicht in gemeenschappelijke kenmerken.

Samenhang:

- binnen biologie: *Dynamisch evenwicht* (biodiversiteit).
- met scheikunde: *Materie*.

Biologische eenheid		
Integrale doelen (vwo cursief) De leerling kan: 1. verschillende planten en dieren vergelijken wat betreft de manier waarop zij zich in stand houden, en daarbij uitleggen hoe de structuur van (delen van) deze planten en dieren bijdraagt aan de (deel)functie ervan; 2. bij planten en dieren de opbouw uit organen beschrijven en beschrijven dat de organen weer zijn opgebouwd uit weefsels en die weer uit cellen; 3. verschillen tussen plantaardige en dierlijke cellen herkennen in een microscopisch preparaat of afbeelding en celorganellen met hun functies benoemen; 4. uitleggen dat planten of dieren die onderling nakomelingen kunnen krijgen bij dezelfde soort horen en dezelfde wetenschappelijke naam hebben; 5. verschillende planten en dieren op basis van kenmerken indelen bij de soort of systematische groep; 6. bacteriën, schimmels en virussen vergelijken met planten en dieren en voorbeelden geven van hun betekenis voor de mens; 7. de verwantschap met en overeenkomsten en verschillen tussen zichzelf en andere organismen benoemen. Relevante contexten: duurzaamheid (inventarisatie en beheer van natuurterrein); gezondheid (besmettelijke ziektes); voeding (voedselbederf door schimmels en bacteriën); voedselproductie (productie van voedingsstoffen door schimmels en bacteriën).		
Karakteristieke werkwijzen	Vakinhouden (vwo cursief)	Karakteristieke denkwijzen
Onderzoeken • Een microscopisch preparaat en een tekening van een plantaardig weefsel maken, daarin celonderdelen vinden en benoemen en de vergroting aangeven. • Determineren van een plant of dier aan de hand van een determinatietabel.	Levenskenmerk 1. Uitleggen hoe bouw en werking van onderdelen van een organisme bijdragen aan de functies voeding, verdediging tegen vijanden, verdediging tegen het milieu en voortplanting. 2. Organismen vergelijken wat betreft de manier waarop zij zich voeden, verdedigen tegen vijanden, verdedigen tegen het milieu en voortplanten.	Patronen • Organismen kunnen worden ingedeeld in groepen, en die weer in deelgroepen waarbij steeds meer eigenschappen gemeenschappelijk zijn en de verwantschap toeneemt. Schaal, verhouding en hoeveelheid • Organismen verschillen in grootte van 10^{-6} tot 10^2 meter. • Een mens heeft 50-100 biljoen cellen

Ontwerpen • Zelf opstellen van een determinatietabel voor een gegeven groep planten of dieren. Modelontwikkeling en -gebruik • Vergelijken van diverse celmodellen/doorsnedes en bespreken dat een combinatie van modellen/doorsnedes nodig is om een goed beeld te krijgen. Rekenkundige en wiskundige vaardigheden • Vanuit vergrote beelden met behulp van de vergrotingsfactor de ware grootte van het voorwerp berekenen.	Cel 3. Benoemen dat alle organismen bestaan uit een of meer cellen. 4. Benoemen dat cellen stoffen kunnen opnemen en gebruiken, en kunnen delen. 5. celkern, celmembraan, cytoplasma, vacuole en bladgroenkorrels noemen als onderdelen van cellen en celwand als structuur buiten de cel, en functies van deze onderdelen benoemen. 6. Benoemen dat in elke celkern DNA aanwezig is dat instructies bevat voor de cel. 7. Plantaardige en dierlijke cellen onderscheiden. Weefsel en orgaan 8. Voorbeelden en functies van verschillende typen weefsels bij planten en dieren benoemen. 9. Voorbeelden van organen bij zaadplant en mens noemen en benoemen dat organen uit meerdere typen cellen bestaan. Organisme 10. Benoemen dat organismen ingedeeld worden in planten, dieren, schimmels en bacteriën en de verschillen hiertussen benoemen. 11. Planten en dieren op basis van kenmerken	en heeft daarnaast 10 x zoveel bacteriecellen in en op zich. • Naarmate dieren groter worden neemt de oppervlakte minder snel toe dan de inhoud (onder andere leidend tot minder warmteverlies). Systemen en systeemmodellen • Organismen zijn te bestuderen op verschillende niveaus zoals cel, orgaan en organisme. • Onderdelen in combinatie vertonen activiteiten die de afzonderlijke onderdelen niet kunnen [Voorbeeld; een hart kan pompen, maar een spiercel of hartklep niet]. Structuur en functie • Alle organismen overleven door zich te voeden, zich te verdedigen tegen vijanden en tegen omgevingsinvloeden (zoals hitte en droogte) en zich voort te planten, maar vervullen deze functies op verschillende manieren. • In organismen draagt de structuur van organen en de reactie op prikkels uit de omgeving bij aan deze functies. • De vorm van verschillende cellen draagt bij aan de verschillende functies ervan.
--	---	---

	indelen in hoofdgroepen. 12. Benoemen dat mensen, dieren en planten ziektes kunnen hebben die veroorzaakt worden door virussen, bacteriën of schimmels. 13. Voorbeelden geven van belangrijke functies die bepaalde bacteriën en schimmels vervullen in de bodem (link naar <i>Dynamisch evenwicht</i>), in de productie van medicijnen en voedingsmiddelen, en in ons lichaam. 14. Beschrijven wat onder een soort wordt verstaan.	
	Mogelijkheden voor invulling keuzestof • Orgaanstelsels benoemen. • Uitleggen dat een virus zich vermeerderd door een cel binnen te dringen en deze cel nieuwe virussen te laten maken. • Beschrijven wat onder een populatie wordt verstaan. • <i>Uitleggen dat populaties die gescheiden worden zich op den duur kunnen ontwikkelen tot verschillende soorten.</i>	

8.3 Instandhouding havo/vwo

Waar het om gaat

Ons lichaam heeft veel mechanismen om te reageren op veranderingen, maar daar zijn grenzen aan. Het lichaam kan uit balans raken door teveel of te weinig voedsel, water, warmte en inspanning, of door teveel ziekteverwekkers en stoffen die de normale werking van het lichaam verstoren. Bedreigingen voor de gezondheid (met name bij jongeren) hebben veel te maken met leefstijl en daarmee met eigen keuzes ten aanzien van voedsel, beweging, verslavende middelen en veilig gedrag. Begrip over wat zich in het eigen lichaam afspeelt, speelt een belangrijke rol bij de keuzes die iemand maakt om gezondheid te bevorderen en om gezondheidsbedreigingen te voorkomen en te bestrijden. De onderbouw VO is de plaats waar deze zaken aan de orde moeten komen, omdat dit voor veel leerlingen eindonderwijs over het eigen lichaam is.

Verschijselen die ieder aan het eigen lichaam ervaart (zoals ademhaling, spijsvertering en beweging), krijgen samenhang als deze begrepen worden uit wat cellen nodig hebben om zich in stand te houden. Cellen zijn voortdurend aan het bouwen en energie aan het verbruiken. Dat houdt in dat cellen een voortdurende aanvoer nodig hebben van bouwstoffen, brandstoffen en zuurstof. Speciale organen met een groot oppervlak (darmen en longen) vergroten de aanvoer van de benodigde voedingsstoffen en zuurstof naar het bloed, en hart en bloedvaten transporteren deze naar alle cellen.

Het signaleren van veranderingen en zodanig reageren dat de verandering wordt tegengegaan, staat bekend als terugkoppeling. Als de concentratie voedingsstoffen in het bloed lager wordt krijgen de hersenen een signaal dat leidt tot hongergevoel en eten. Teveel aan warmte leidt tot zweten waardoor het lichaam weer afkoelt.

Een lichaam neemt voedsel op en ademt lucht in, maar opnemen van stoffen uit de omgeving heeft ook risico's. Zo kunnen schadelijke stoffen en schadelijke bacteriën en virussen binnenkomen. Het lichaam heeft allerlei mechanismen om die buiten te houden of zich daartegen te beschermen. Voor een goede gezondheid moet de samenstelling en hoeveelheid van het voedsel, inclusief water, ook in balans zijn met wat het lichaam nodig heeft.

Er zijn grote verschillen tussen hoe het menselijk lichaam zich in stand houdt en hoe planten dit doen. Een goed begrip van hoe planten lichtenergie gebruiken om voedingsstoffen en zuurstof te maken is nodig om te beseffen hoezeer alle organismen van deze productie afhankelijk zijn.

Samenhang:

- binnen biologie: *Interactie* (reageren op de omgeving, inspanning), *Voortplanting en evolutie* (soa's), *Dynamisch evenwicht* (voedselketens en kringlopen);
- met scheikunde: *Reactiviteit* (verbranding), *Energie*.

Instandhouding		
Integrale doelen (vwo cursief) De leerling kan: 1. aan de hand van een anatomisch model uitleggen hoe de bouw van een menselijk orgaan bijdraagt aan de functie ervan; 2. lichaamskenmerken en processen meten aan het eigen lichaam; 3. organen, routes en gebeurtenissen benoemen via welke voedingsstoffen en zuurstof vanuit de buitenwereld bij lichaamscellen komen en afvalstoffen worden afgegeven; 4. uitleggen dat planten zelfenergierijke voedingsstoffen en zuurstof produceren met behulp van licht; 5. uitleggen met behulp van een terugkoppelingsschema hoe een verandering in het lichaam leidt tot reacties die de verandering tegengaan; 6. beoordelen wat de gevolgen voor de gezondheid zijn van de combinatie van een bepaald dieet met een bepaalde leefstijl; 7. informatie op verpakkingen van en reclame voor voedingsmiddelen interpreteren; 8. oorzaak, preventie, gevolg en behandeling van enkele veel voorkomende ziekten beschrijven; 9. de eigen leefstijl onderzoeken ten aanzien van bevordering van de gezondheid. Relevante contexten: gezondheid (conditie bepalen, gezond gedrag, medisch onderzoek); voeding (maaltijd/dieet samenstellen).		
Karakteristieke werkwijzen	Vakinhouden (vwo cursief)	Karakteristieke denkwijzen
Onderzoeken • Eenvoudige metingen aan het lichaam verrichten voor en na inspanning. • Experimenten doen over de invloed van licht op de fotosynthese en de aanmaak van bladgroen. Ontwerpen • Een dagmenu samenstellen dat de dagelijkse behoefte aan voedingsstoffen dekt en rekening houdt met verbruik door inspanning.	Celstofwisseling 1. Uitleggen dat een cel voedingsstoffen gebruikt voor opbouw/herstel en voor verbranding. 2. Beschrijven dat planten in cellen met bladgroen met behulp van zonlicht energierijke stoffen en zuurstof maken. Stofwisseling van het organisme 3. Bouw en functie van organen betrokken bij bloedsomloop, ademhaling en spijsvertering benoemen. 4. Beschrijven hoe de opname, verspreiding en gebruik van voedingsstoffen en zuurstof verloopt. 5. De functie van enzymen in de spijsvertering uitleggen.	Schaal, verhouding en hoeveelheid • <i>Bij een eencellig organisme is er direct contact met de omgeving en voldoende uitwisseloppervlak om stoffen uit te wisselen; bij meercellige organismen is dit niet zo en worden cellen voorzien door transport en oppervlaktevergroting.</i>

Modelontwikkeling en -gebruik • In een torsomodel de organen aanwijzen en aangeven hoe deze onderling verbonden zijn. • Door middel van een terugkoppelingsschema beschrijven hoe het lichaam veranderingen compenseert. • Een input-output schema maken van hoe en waar water het lichaam binnenkomt en weer verlaat. Informatievaardigheden • Informatie op verpakkingen van voedingsmiddelen interpreteren. • Informatiemateriaal zoeken en gebruiken bij vragen over voeding en gezondheid. • Meetgegevens van klasgenoten verwerken tot een tabel. Rekenkundige en wiskundige vaardigheden • Berekeningen uitvoeren met verzamelde meetgegevens van klasgenoten. • Vanuit Informatie op de verpakking van voedingsmiddelen berekenen hoeveel je van een bepaald voedingsmiddel nodig hebt om in je dagelijkse behoefte aan een bepaalde voedingsstof te voorzien. • Berekenen hoeveel inspanning je moet leveren om evenveel calorieën te verbruiken als het eten van een bepaalde snack binnenbrengt.	6. Benoemen van de belangrijkste functies van eiwitten, vetten, koolhydraten, mineralen, vitamines en water voor het lichaam. 7. Beschrijven hoe afvalstoffen het lichaam verlaten. 8. De samenstelling van bloed uit plasma, rode en witte bloedcellen en bloedplaatjes benoemen en de functies hiervan noemen. 9. Uitleggen dat bacteriën en virussen vooral via mond, neus en wonden binnenkomen en worden tegengehouden door slijmvlies met trilharen, maagzuur en witte bloedcellen. 10. Benoemen dat planten water en mineralen uit de bodem opnemen en via vaatbundels naar de bladeren transporteren waar het water weer verdampt. 11. Benoemen dat planten de energierijke stoffen die in de groene delen zijn gevormd via vaatbundels transporteren naar andere delen waar ze kunnen worden opgeslagen. Regeling 12. Principe en voorbeelden van terugkoppeling benoemen. 13. De effecten van adrenaline , insuline en glucagon benoemen. Voeding 14. Eisen waaraan een evenwichtig voedingspakket moet voldoen benoemen en uitleggen wat de gevolgen kunnen zijn als er een niet-evenwichtig voedingspakket wordt gebruikt.	Systeem en systeemmodellen (ook relevant voor stabiliteit en verandering) • Organismen reageren via een terugkoppelingsmechanisme zodanig op veranderingen in het lichaam en in de buitenwereld dat ze vrij constant blijven in gewicht, temperatuur, vochtgehalte e.d. door middel van het opvangen van signalen en 'tegenmaatregelen' nemen [bijvoorbeeld teveel warmte>zweten en daardoor afkoelen; laag suikergehalte > hongergevoel > meer eten]. Behoud van energie en materie/transport en kringlopen • Er is in normale omstandigheden een balans tussen het water dat een lichaam binnenkomt en weer verlaat. • Om op gelijk gewicht te blijven moet er evenveel voedsel binnenkomen als verbruikt wordt door inspanning of warmteproductie. Structuur en functie • In het lichaam zijn structuren die het uitwisseloppervlak vergroten [voorbeelden; darmvlokken, longblaasjes, haarvaten, neusslijmvlies]. • De bouw van organen past bij de functie en de bouw van onderdelen van organen past bij de deelfunctie ervan.
---	--	---

Waarderen en oordelen • Vanuit Informatie op de verpakking van voedingsmiddelen beoordelen in hoeverre claims op de verpakking kloppen met de inhoud. • Eigen keuzes rondom gezondheid formuleren en beslissingen beargumenteren.	15. Beschrijven wat de gevaren zijn van voedselbederf en hoe dit wordt voorkomen in de productie van voedingsmiddelen en bij het bewaren thuis. Gezondheid 16. Uitleggen dat gezondheid en ziektes beïnvloed worden door de combinatie van voeding, leefstijl, leefomgeving (o.a. sociale omgeving, stress, schadelijke stoffen en straling), infecties, erfelijke aanleg en leeftijd. 17. Uitleggen hoe gezondheid bevordert/ziekte voorkomen kan worden, waaronder vaccinatie. 18. Gevolgen van verslavingen noemen. 19. Benoemen hoe te handelen bij ongevallen zoals brandwonden. 20. Aangeven voor welke aspecten van gezondheid je zelf moet zorgen en voor welke aspecten je hulp kunt krijgen.	Duurzaamheid • Organismen moeten om te overleven hun omgeving veranderen. De activiteiten van planten en dieren compenseren elkaar (zie ook <i>Dynamisch evenwicht</i>). Veiligheid • Besmet voedsel en drinkwater zijn belangrijke oorzaken van ziekte en dood, met name in arme landen. • Eigen keuzes ten aanzien van voeding en verslavende middelen kunnen levensbedreigend zijn.
	Mogelijkheden voor invulling keuzestof • <i>Verband uitleggen tussen ademhaling in de cel en ademhaling van het organisme.</i> • Belangrijke ziekten rondom bloedsomloop en ademhaling benoemen aan de hand van de afwijking van de gezonde situatie. • Vitale capaciteit meten. • Beschrijven van de verschillen in bloedsomloop en gaswisseling bij verschillende diersoorten. • Beschrijven van de bouw, functie en werking van uitscheidingsorganen van de mens. • Beschrijven van de bouw en functie van bij afweer betrokken organen bij de mens, waaronder de huid. • <i>Met een eenvoudig simulatieprogramma een terugkoppelingsmechanisme ontwerpen.</i>	

	• Verschillende vormen van ontstaan van besmettelijke ziekten uitleggen en benoemen hoe behandeling kan plaatsvinden. • Benoemen van reacties op lichaamsvreemde stoffen. • Vergelijken van diëten voor verschillende doelgroepen. • Organen en weefsels in wortel, stengel en blad bestuderen en de werking ervan beschrijven.	
--	--	--

8.4 Interactie havo/vwo

Waar het om gaat

Organismen reageren op prikkels uit de omgeving om voedsel, een veilige plek of een partner te vinden en vijanden te ontwijken. Interactie houdt het waarnemen van- en reageren op prikkels in. Voor de meeste prikkels uit de omgeving (zoals licht, geluid, hitte, kou, zwaartekracht) zijn er aparte zintuigen; de impulsen die deze doorgeven aan de hersenen leiden tot bewuste of onbewuste waarneming. Het lichaam heeft ook zintuigen die interne prikkels opvangen (zoals honger en spierspanning) en als impulsen doorgeven naar de hersenen. De waarnemingen kunnen leiden tot reacties: de hersenen sturen impulsen naar andere organen, zoals spieren en klieren. Dat is meestal ook een complexe reactie: voor een bepaalde beweging moet meer dan één spier in actie komen of juist ontspannen worden.

Om effectief te reageren op de prikkels uit de omgeving heeft elke diersoort min of meer vaste gedragspatronen die onder andere de interactie tussen soortgenoten betreffen. Ook mensen hebben gedragspatronen, maar welk gedrag iemand vertoont hangt niet alleen af van wat de zintuigen waarnemen of van aangeboren patronen. Mensen kunnen hun gedrag tot op zekere hoogte kiezen. Deze keuze wordt beïnvloed door eerdere ervaringen, door wat anderen in de omgeving doen of normaal vinden en door de behoefte aan eten, veiligheid, aandacht, seks en verslavende middelen.

Samenhang:

- binnen biologie: *Instandhouding* (voeding en gezondheid);
- met natuurkunde: *Licht, geluid, straling* (licht en geluid).

Interactie		
Integrale doelen (vwo cursief) De leerling kan: 1. uitleggen hoe de bouw van zintuigen bijdraagt aan hun functie; 2. onderzoek naar zintuigfuncties ontwerpen en uitvoeren; 3. uitleggen dat een zintuigcel een omgevingsprikkel omzet in een zenuwimpuls die doorgegeven kan worden naar de hersenen; 4. uitleggen dat de hersenen een zenuwimpuls kunnen afgeven naar een spiercel die deze zenuwimpuls omzet in een samentrekking; 5. voorbeelden geven van lichaamsactiviteiten die wel, deels en niet onder invloed staan van de wil; 6. aan het lichaam en in anatomische modellen aanwijzen waar zich de spieren, botten en gewrichten bevinden die bij een bepaalde beweging betrokken zijn en hoe deze samen de beweging tot stand brengen; 7. diergedrag beschrijven; 8. van eigen en andermans gedrag aangeven door welke factoren dit gedrag mede beïnvloed kan worden. Relevante contexten: gezondheid (medische keuring voor bepaalde beroepen, blessures voorkomen; vrijetijdsbesteding (sport en dans, gehoorschade bij overbelasting); veiligheid (menselijk gedrag in conflictsituaties).		
Karakteristieke werkwijzen	Vakinhouden (vwo cursief)	Karakteristieke denkwijzen
Onderzoeken • Drempelwaarden van zintuigen bepalen [voorbeelden; concentratie waarbij een stof nog te proeven is, blikveld meten, gehoorgrenzen, temperatuurverschillen die nog waar te nemen zijn]. Zie ook ontwerpen. • Onderzoeken welke skeletdelen en spieren betrokken zijn bij een bepaalde beweging. • Eenvoudige gedragsobservatie bij dieren uitvoeren met een ethogram.	Waarneming 1. Bouw en functie van het oog beschrijven. 2. Uitleggen welke lensafwijking verholpen kan worden met welke middelen. 3. <i>Uitleggen dat zintuigen prikkels uit de omgeving omzetten in zenuwimpulsen.</i> 4. Beschrijven dat signalen vanuit de zintuigen via zenuwen naar de hersenen worden doorgegeven. Beweging 5. Bouw en functie van de bij bewegen betrokken organen bij de mens beschrijven. 6. Beschrijven dat signalen vanuit de hersenen via zenuwen naar de spieren worden doorgegeven.	Oorzaak en gevolg • Houding en beweging ontstaan door tegengestelde activiteiten van antagonistische spieren. • Gedrag wordt door veel factoren beïnvloed, waardoor dezelfde prikkel in verschillende omstandigheden tot verschillende reacties kan leiden.

Ontwerpen • <i>Meetmethoden ontwikkelen om zintuigproeven mee uit te voeren.</i> Modelontwikkeling en -gebruik • Bouw en functie van het oog toelichten aan de hand van anatomische en fysiologische modellen. Informatievaardigheden • Onderdelen en processen bij een reflexboog en bij een bewuste reactie in een schematische tekening weergeven • Informatie opzoeken over het voorkomen van blessures. Waarderen en oordelen • Het eigen gedrag in verschillende situaties beoordelen en gedragsalternatieven formuleren.	7. Voorbeelden geven van bewuste, geautomatiseerde en onbewuste bewegingen. 8. Uitleggen wat lichamelijke conditie inhoudt en hoe deze bevorderd kan worden. Gedrag 9. Onderscheid maken tussen prikkel (waardoor) en functie (waartoe) van gedrag. 10. Onderscheid maken tussen observatie en interpretatie van gedrag. 11. Voorbeelden geven van hoe menselijk gedrag mede beïnvloed wordt door wat anderen om je heen doen of normaal vinden, en door inwendige factoren als honger, angst, seksuele opwinding of verslaving.	Systeem en systeemmodellen/ stabiliteit en verandering • Systemen vertonen activiteiten die de afzonderlijke onderdelen niet vertonen (voorbeeld; een spier kan niet buigen, een bot ook niet, maar een combinatie van botten en spieren wel). • Zintuigen hebben als functie onder andere het lichaam te waarschuwen tegen schade. Bepaalde zintuigprikkelers leiden tot reacties die de schade beperken [voorbeeld; rillen bij te sterke afkoeling, drinken bij uitdroging, lichaamsdeel terugtrekken bij pijn, pupilreflex bij teveel licht]. Structuur en functie • De bouw van zintuigen is verbonden met de functies [voorbeeld; stand van haren bij wimpers en wenkbrauw maakt ze geschikt om stof en zweet uit het oog te houden]. • Voor elke spier is een andere spier aanwezig met een tegengestelde werking. • Net als structuren van dieren past ook gedrag van dieren bij functies zoals voedsel zoeken, vijanden en schadelijke omgevingsfactoren vermijden, voortplanting, en rangorde bepalen ten opzichte van soortgenoten.
--	---	--

		Veiligheid • Onvoorbereid plotselinge inspanning leveren geeft grote kans op blessure. • In veel werk- en sportsituaties zijn beschermende maatregelen nodig om zintuigen, hersenen, spieren en gewrichten te beschermen.
	Mogelijkheden voor invulling keuzestof • Bouw en functie van het oor benoemen. • Bouw van de hersenen benoemen. • Relatie tussen overmatige prikkeling en schade aan zintuigen uitleggen. • Uitleggen welke onderdelen beschadigd zijn bij een bepaald type sportblessure en hoe dit te voorkomen. • Verschillende typen spieren benoemen. • Sleutelprikkels voor gedrag herkennen. • Gedrag van planten bestuderen.	

8.5 Voortplanting en evolutie havo/vwo

Waar het om gaat

De voortplantingsfunctie is van belang omdat organismen 'slijten' en dood gaan. Door zich voort te planten wordt het leven doorgegeven en blijft het in stand, ook als het individu sterft. Veel soorten planten zich geslachtelijk voort, waarbij mannelijke en vrouwelijke geslachtscellen versmelten en een nieuwe combinatie van erfelijk materiaal ontstaat. Deze nieuwe combinatie heeft invloed op de eigenschappen en kansen van individu en soort. Bij ongeslachtelijke voortplanting deelt een eencellig organisme in twee cellen of groeit een deel van een organisme uit tot een nieuw organisme.

Bij voortplanting worden het erfelijk materiaal en basale omstandigheden om die informatie tot expressie te brengen in één cel doorgegeven. Deze cel groeit in wisselwerking met de omgeving uit tot een nieuw individu. Bij de ontwikkeling ervan zijn verschillende fasen aan te wijzen waarin het organisme er steeds anders uitziet, andere behoeften heeft aan voedsel en bescherming en uiteindelijk zelf in staat is tot voortplanting. Ook bij de mens zijn dergelijke fasen te onderscheiden die te maken hebben met de ontwikkeling van de voortplantingsorganen en van de hersenen.

De lichamelijke aspecten van de voortplanting van mensen (zoals vruchtbaarheid, geslachtsgemeenschap en zwangerschap) gaan gepaard met sociale aspecten (zoals verliefdheid, partnerkeus en ouderschap). Voor de ontwikkeling van een gezonde seksuele identiteit is begrip van beide noodzakelijk. Naast de biologische verschijnselen zijn ook de verschillen in opvattingen over wat normaal en acceptabel is van belang. Deze verschillen spelen enerzijds tussen verschillende tijdperken (wat normaal wordt gevonden verandert steeds), anderzijds tussen verschillende culturen (wat in het ene gezin normaal is wordt in het andere gezin veroordeeld). Hetzelfde geldt voor verschillen tussen jongens en meisjes. Media spelen ook een belangrijke rol, onder anderen via reclame.

Soorten verschillen van elkaar in erfelijk materiaal, maar ook binnen een soort is er variatie. Bovendien ontstaan steeds nieuwe veranderingen (mutaties). Die veranderingen en de continue herschikking van het erfelijk materiaal bij de voortplanting, zijn de oorzaak van verschillen tussen individuen in erfelijk materiaal. In combinatie met de omgeving en leefstijl leiden deze verschillen bij mensen tot verschillen in eigenschappen en kansen op ziekten.

Bij planten en dieren ontstaan hierdoor ook verschillen in overlevingskansen en voortplantingssucces. Erfelijke varianten die een klein voordeel opleveren zullen vaker gaan voorkomen omdat de individuen met deze varianten meer nakomelingen krijgen. Hierdoor kunnen populaties geleidelijk veranderen en van elkaar gaan verschillen. Uiteindelijk kan dit leiden tot nieuwe soorten, met name als de omgeving verandert. In de loop van de lange geschiedenis van het leven zijn zo vele levensvormen ontstaan, maar ook weer grotendeels uitgestorven. Deze kennen we via fossiele restanten. De soorten die niet uitstierven hebben zich ontwikkeld tot de soorten die nu op aarde voorkomen, inclusief de mens.

Samenhang:

- binnen biologie: *Biologische eenheid* (celdeling), *Instandhouding* (gezond gedrag), *Interactie* (gedrag);
- met fysische geografie: ontwikkeling van de aarde.

Voortplanting en evolutie		
Integrale doelen (vwo cursief) De leerling kan: 1. met behulp van een levenscyclus uitleggen dat opeenvolgende generaties erfelijk materiaal doorgeven door bevruchting en celdeling; 2. in afbeeldingen of modellen de onderdelen van mannelijke en vrouwelijke geslachtsorganen aanwijzen, aangeven welke functie door onderdelen ervan wordt vervuld en welke veranderingen daarin optreden tijdens de ontwikkeling; 3. risicovol gedrag ten aanzien van (ongewenste) zwangerschap en geslachtsziekten benoemen, en aangeven hoe deze te voorkomen ; 4. een eigen mening over seksualiteit onder woorden brengen en vergelijken met meningen van anderen; 5. uitleggen dat erfelijk materiaal, omgeving en leefstijl invloed hebben op de ontwikkeling van eigenschappen en ziektes; 6. het proces van natuurlijke selectie uitleggen aan de hand van een voorbeeld; 7. uitleggen dat huidige levensvormen afstammen van eerdere levensvormen die er anders uitzagen. Relevante contexten: gezondheid (erfelijkheidsonderzoek, voorkomen geslachtsziekten, seksualiteit); wereldbeeld (normen en waarden ten aanzien van genetisch testen, zwangerschap(sonderbreking); rechten en kansen voor jongens en meisjes).		
Karakteristieke werkwijzen	Vakinhouden (niveau vwo cursief)	Karakteristieke denkwijzen
Onderzoeken - Eenvoudige kiem- en stekproeven uitvoeren. Modelontwikkeling en –gebruik - Anatomische modellen van geslachtsorganen toelichten. - Stadia van een organisme indelen in een levenscyclus. Informatievaardigheden - Informatiemateriaal zoeken en gebruiken bij vragen over erfelijkheid en seksualiteit.	Celdeling 1. Beschrijven wat er gebeurt bij een celdeling. 2. Benoemen dat het erfelijk materiaal bij elke celdeling wordt gekopieerd. 3. Benoemen dat meercellige organismen doorgaans ontstaan uit een bevruchte eicel die zich door celdeling vermeerderd. 4. Uitleggen dat elke cel erfelijk materiaal voor alle eigenschappen bevat en dat afhankelijk van het type cel bepaalde delen van het erfelijk materiaal worden afgelezen. Levenscyclus 5. Voorbeelden van geslachtelijke en ongeslachtelijke voortplanting bij planten en dieren benoemen.	Oorzaak en gevolg - Lichamelijke en psychische eigenschappen, kansen op ziekten en ontwikkelingsfasen komen tot stand door een wisselwerking tussen erfelijk materiaal, omgeving en leefstijl. Schaal, verhouding en hoeveelheid - Evolutionaire veranderingen gaan doorgaans veel trager dan historische ontwikkelingen. - De tijdperken vanaf het ontstaan van het eerste leven, de eerste landdieren en de eerste mensachtigen worden in verschillende tijdschaal aangegeven.

- Bespreken hoe media en reclameboodschappen gebruik maken van supernormale prikkels en van invloed zijn op wat normaal of aantrekkelijk wordt gevonden. Waarden en oordelen - Een discussie in de media of vraag/antwoord rubrieken over seksuele onderwerpen op (sociale) media volgen en kritisch bespreken. - Bespreken dat in verschillende tijden en in verschillende culturen opvattingen over seksualiteit en over rechten en plichten van mannen en vrouwen sterk kunnen verschillen en de eigen positie daarin bepalen. - Eigen seksueel gedrag beoordelen en aangeven welke keuzes hierin gemaakt kunnen worden.	- Voorbeelden van verschillende levenscycli benoemen, waaronder levenscycli met gedaantewisseling. - Beschrijven hoe de voortplanting bij de mens verloopt. - Beschrijven hoe door prenataal onderzoek het ongeboren kind kan worden onderzocht op geslacht en bepaalde aangeboren afwijkingen. - Fasen van lichamelijke en geestelijke ontwikkeling van mensen beschrijven, met name de puberteit. Seksualiteit - Uitleggen hoe de mens kan ingrijpen in de voortplanting, onder andere door voorbehoedsmiddelen. - Benoemen van verschillende soa's en hoe je die kunt voorkomen. - Benoemen dat seksuele geaardheid kan verschillen. - Instanties die hulp bieden bij problemen rond seksualiteit en relaties benoemen. Erfelijkheid - Uitleggen dat bij de bevruchting elk van de ouders 50% van het erfelijk materiaal levert. - Voorbeelden geven van eigenschappen waarop erfelijk materiaal van de ouders, omgeving en leefstijl in verschillende mate van invloed kunnen zijn of zijn geweest. - Uitleggen dat bij mensen het geslacht wordt bepaald door de combinatie van geslachtschromosomen.	Stabiliteit en verandering - Je hebt je leven lang (vrijwel) dezelfde genetische informatie, maar door ontwikkeling en omgevingsinvloeden verander je tijdens je leven. - Soorten passen zich geleidelijk aan door genetische variatie in de nakomelingen, waarbij de genen die een voordeel bieden in meer nakomelingen gevonden zullen worden en zo de overhand krijgen. Structuur en functie - De structuur van (delen van) voortplantingsorganen draagt bij aan de (deel)functie. - Bij dieren draagt speciaal gedrag ook bij aan de voortplantingsfunctie zoals balts, nestbouw en het verzorgen van jongen. Veiligheid - Onveilig vrijen geeft een grote kans op zwangerschap en op seksueel overdraagbare aandoeningen.
---	--	--

	17. Uitleggen dat door onderzoek van het erfelijk materiaal kansen op bepaalde ziekten en op nakomelingen met die ziekte kunnen worden bepaald. 18. Uitleggen dat door onderzoek van het erfelijk materiaal verwantschap kan worden aangetoond. Evolutie 19. <i>Uitleggen dat organismen van een soort kleine verschillen in erfelijk materiaal vertonen waardoor ze ook iets verschillen in eigenschappen.</i> 20. <i>Uitleggen dat de variatie in erfelijk materiaal wordt vergroot door spontane en ongerichte mutaties.</i> 21. Uitleggen dat exemplaren van een soort die iets beter aan de omgeving zijn aangepast grotere kans hebben om nakomelingen te krijgen en dat bij veranderingen in de omgeving soorten daardoor geleidelijk kunnen veranderen. 22. Uitleggen dat alle nu levende organismen, waaronder de mens, afstammen van eerder levende organismen die er anders uitzagen. 23. Uitleggen dat in de loop van de tijd veel soorten zijn uitgestorven als de omgeving veranderde. 24. Uitleggen hoe fossielen zijn ontstaan en hoe ze gevonden worden.	
	Mogelijkheden voor invulling keuzestof • Voortplanting bij zaadplanten beschrijven. • Relatie tussen hersenontwikkeling en gedrag in de puberteit benoemen. • Verschillende typen erfelijke ziekten benoemen.	

	• Verbanden leggen tussen fossielen en nu levende soorten. • Toelichten dat genetische variatie van belang is voor het overleven van de soort. • Benoemen wat natuurlijke en kunstmatige selectie is. • Uitleggen dat nieuwe rassen door het ingrijpen van de mens kunnen worden gemaakt.	
--	--	--

8.6 Dynamisch evenwicht havo/vwo

Waar het om gaat

In ecosystemen vinden voortdurend veranderingen plaats. Organismen eten andere organismen, trekken weg, nemen in aantal toe en gaan dood. Toch blijven ecosystemen vrij stabiel doordat hierin, net als in een lichaam, terugkoppeling plaatsvindt. Toename van een soort leidt tot toename van andere soorten die de eerste als voedsel gebruiken. Door kringlopen worden tekorten weer aangevuld en ophopingen voorkomen. Maar net als in een lichaam zijn er grenzen waarbij de balans verstoord kan raken. Menselijke activiteiten kunnen daartoe leiden en zo ecosystemen beschadigen waar mensen zelf van afhankelijk zijn. Mensen kunnen teveel onttrekken aan ecosystemen (zoals bij waterwinning en visserij), maar ook teveel toevoegen aan ecosystemen (zoals bij koolstofdioxide-uitstoot en verontreiniging van het oppervlaktewater). Bij een duurzame relatie met het milieu is er zowel een balans tussen wat onttrokken wordt en wat het milieu zelf opbrengt, als een balans tussen wat in het milieu gebracht wordt en wat het milieu zelf kan verwerken.

Ondanks de grote schaal van veel milieuproblemen kan individueel gedrag een belangrijke bijdrage leveren aan zowel de problemen als de oplossingen. Ecologische kennis draagt bij aan een goed begrip van wat er gebeurt als menselijk ingrijpen het milieu op niet duurzame wijze beïnvloedt. Dankzij ecologische inzichten begrijpen en waarderen we hoe onze natuurlijke omgeving is ontstaan, wat de rijkdom ervan is en hoe deze behouden kan worden. Dit is temeer van belang omdat voor veel leerlingen biologie in de onderbouw eindonderwijs is over natuur en milieu.

Samenhang:

- binnen biologie: *Instandhouding* (voeding), *Biologische eenheid* (indeling organismen, biodiversiteit);
- met natuurkunde en scheikunde: *Energie* (faseovergangen bij waterkringloop)
- met fysische geografie: landschapsvorming, klimaatverandering, duurzaamheid.

Dynamisch evenwicht		
Integrale doelen (vwo cursief) De leerling kan: 1. uitleggen dat planten door fotosynthese stoffen produceren die door alle organismen gebruikt worden als bouw- en brandstoffen, en dat planten stoffen opnemen die de andere organismen aan de omgeving afgeven; 2. een terrein in kaart brengen wat betreft begroeiing, dierlijk leven en abiotische factoren; 3. vanuit gegevens over planten en dieren van een terrein een voedselweb opstellen en uitspraken doen over de biodiversiteit van het terrein; 4. ecosystemen vergelijken wat betreft planten en dieren en verschillen verklaren vanuit verschillen in klimaat, bodem en water; 5. op basis van mediaberichten over een milieuprobleem onderzoeken wat hierbij de oorzaken, gevolgen, oplossingen en belangen zijn; 6. een plan presenteren voor beperking van het gebruik van grondstoffen of van afvalproductie in huis of op school; 7. uitleggen hoe de omgang met het milieu in het ene land gevolgen kan hebben voor andere landen. Relevante contexten: duurzaamheid (besparing van energie en grondstoffen, natuurbehoud); voedselproductie (productie van plantaardig voedsel, vlees en vis).		
Karakteristieke werkwijzen	Vakinhouden (niveau vwo cursief)	Karakteristieke denkwijzen
Onderzoeken • Met eenvoudige kartering en determinatie een terrein ecologisch onderzoeken en beschrijven. Ontwerpen • Een voorstel uitwerken voor beperking gebruik van grondstoffen en afval op school of buurt. Modelontwikkeling en –gebruik • Werken met voedselketen- en kringloopschema's. • Werken met eenvoudige ecologische simulatieprogramma's.	Ecosysteem 1. Eigenschappen van ecosystemen beschrijven en daarin de rol van biotische en abiotische factoren aangeven. 2. Toelichten wat onder biodiversiteit wordt verstaan en daarvan voorbeelden geven uit de eigen omgeving. 3. Uitleggen dat veel natuur in Nederland mede door ingrijpen van de mens is ontstaan. Voedselrelaties en kringlopen 4. Uitleggen hoe soorten in een gebied van elkaar afhankelijk zijn voor voedsel, schuilplaats en bestuiving.	Patronen • In een landschap zijn patronen van begroeiing te zien die veroorzaakt zijn door verschillen in abiotische factoren. • In elk ecosysteem zijn producenten, consumenten en reducenten te vinden die kringlopen van stoffen veroorzaken, en onder te brengen zijn in een voedselpiramide. Oorzaak en gevolg • Achteruitgang van natuurgebieden heeft vaak een oorzaak buiten het natuurgebied zelf (zoals bemesting, verstoring, verdroging).

Rekenkundige en wiskundige vaardigheden • Meten en berekenen van verbruik van water en energie/afvalproductie. Informatievaardigheden • Inventarisatiegegevens vertalen naar een voedselweb en uitspraken over biodiversiteit. Waarderen en oordelen • Vanuit mediaberichten waarin groepen het oneens zijn over een milieuprobleem analyseren waarin de standpunten verschillen en welke belangen een rol spelen.	5. Een voedselketen en voedselweb kunnen opstellen op basis van gegevens over planten en dieren in een gebied. 6. Benoemen dat planten bij de fotosynthese koolstofdioxide vastleggen in glucose en dat bij de verbranding van glucose koolstofdioxide weer vrijkomt. 7. Benoemen dat planten bij de fotosynthese zonne-energie vastleggen in energierijke stoffen en dat bij verbranding van deze stoffen de energie vrijkomt in beweging en warmte. Duurzaamheid 8. Uitleggen dat duurzaam omgaan met het milieu inhoudt dat niet meer wordt onttrokken dan het milieu kan aanvullen en dat niet meer wordt afgegeven dan het milieu kan verwerken. 9. Uitleggen dat niet-duurzaam omgaan met het milieu leidt tot versterkt broeikaseffect, uitputting van grondstoffen, verlies van natuur, en gezondheidsproblemen door vervuiling van water en leefomgeving. 10. Voorbeelden geven van duurzame oplossingen voor milieuproblemen. 11. De ecologische voetafdruk van Nederland vergelijken met die van andere landen.	Schaal, verhouding en hoeveelheid • De optelsom van kleine individuele bijdragen kan een grote factor zijn in het veroorzaken en oplossen van milieuproblemen. Stabiliteit en verandering (ook relevant voor systemen en systeemmodellen) • In een ecosysteem zijn soorten en aantallen over langere tijd stabiel door regulerende processen (zoals predator-prooi-relaties, concurrentie, migratie). Behoud van energie en materie/ transport en kringlopen • In een kringloop gaat geen materie verloren, maar worden stoffen of fasen door tegengestelde processen in elkaar omgezet en weer teruggevormd [water door verdamping, condensatie, neerslag en stroming, koolstof door assimilatie en dissimilatie]. • In ecosystemen is er instroom van zonne-energie die na elk proces terugkomt in een andere vorm [opgeslagen in organische stof, beweging, uitstroom als warmte]. Duurzaamheid • Mensen grijpen in in hun milieu door voedsel en grondstoffen eruit te halen (landbouw, visserij, mijnbouw, waterwinning) en stoffen toe te voegen.
--	---	--

		• Duurzaam omgaan met het milieu houdt in dat niet meer wordt onttrokken dan het milieu kan aanvullen en dat de hoeveelheid en soort stoffen die worden toegevoegd zodanig zijn dat het milieu deze kan verwerken. • Niet duurzaam omgaan met het milieu leidt tot broeikaseffect, uitputting van grondstoffen, verlies van natuur, gezondheidsproblemen door vervuild water en lucht. • Hergebruik van grondstoffen, herbebossing, minder vlees eten, invoeren van afbreekbare grondstoffen draagt bij aan duurzame oplossingen.
	Mogelijkheden voor invulling keuzestof • Een gebiedje volgen in de ontwikkeling tijdens het jaar. • Een schema maken van de koolstofkringloop. • Natuurbeheersmaatregelen bespreken als voorbeelden van ingrijpen in de successie. • Mediaberichten over klimaatverandering analyseren. • Eigen ecologische voetafdruk bepalen en hiervoor grenzen aangeven in eigen gedrag.	

9. Kennisbasis biologie vmbo

9.1 Introductie

De kennisbasis voor biologie is onderverdeeld in vijf domeinen:

- biologische eenheid;
- instandhouding;
- interactie;
- voortplanting en evolutie;
- dynamisch evenwicht.

Deze domeinen zijn niet bedoeld als achtereenvolgende hoofdstukken uit leerboeken, maar geven elk een bepaalde blik weer waarmee naar levende organismen gekeken wordt. Het domein *Biologische eenheid* vergelijkt organismen en vraagt naar de overeenkomsten en verschillen op het niveau van organismen, organen en cellen. De domeinen *Instandhouding* en *Interactie* vragen naar hoe een organisme zichzelf in stand en in werking houdt; bij *Instandhouding* gaat het om de inwendige mechanismen, bij *Interactie* om het contact met de omgeving. Het domein *Voortplanting en evolutie* onderzoekt de verbinding tussen de generaties. *Dynamisch evenwicht* vraagt naar hoe ecosystemen zichzelf in stand houden vanuit de activiteiten van de samenstellende organismen en het abiotisch milieu.

In de kennisbasis ligt een accent op de mens als levend wezen en als deel van de natuur. Dat heeft te maken met de betekenis van biologieonderwijs voor de leerling die enerzijds de kennis op zichzelf moet kunnen betrekken, anderzijds zicht moet krijgen op de eigen rol in gezondheid en duurzaamheid. Het laatste integrale doel per domein geeft hieraan steeds aandacht.

9.2 Biologische eenheid vmbo

Waar het om gaat

Op het eerste gezicht lijken planten, dieren, bacteriën en schimmels weinig gemeenschappelijks te hebben. Toch vervullen alle organismen dezelfde vier basale functies om te overleven als individu en als soort: voedsel (bouwstof en brandstof + zuurstof) verkrijgen, vijanden overleven, zich verdedigen tegen omgevingsinvloeden en zich voortplanten. Dit wordt wel aangeduid als 'de vier V's'. Ondanks deze eenheid in overlevingsfuncties is de verscheidenheid waarmee deze functies vervuld worden bijzonder groot. Op het eerste gezicht is er sprake van een verwarrende veelvormigheid en het heeft lang geduurd voordat de overeenkomsten tussen planten, dieren, mensen, bacteriën en schimmels duidelijk werden. Systematisch onderzoek heeft hier orde in gebracht door het inzicht dat planten en dieren in te delen zijn in een systeem van op elkaar lijkende en verwante groepen, waar ook de mens in te plaatsen is. Celbiologisch onderzoek liet later zien dat alle organismen uit (één of meer) cellen bestaan en ontstaan. Biochemisch onderzoek tenslotte heeft aangetoond dat de chemische bouwstenen van alle leven universeel zijn en uit dezelfde atomen bestaan als andere materie.

Op al deze niveaus geldt dat - door samenwerking van onderdelen - activiteiten op een hoger niveau mogelijk worden: een organisme functioneert doordat organen in samenhang iets kunnen wat geen orgaan apart kan; bijvoorbeeld het maken van een gecoördineerde beweging door interactie van spieren, botten en zenuwen. Organen functioneren op hun beurt door interactie van verschillende celtypen en cellen door interactie van celorganellen en moleculaire

systemen. Deze opbouw (systemen opgebouwd uit deelsystemen die ook weer onderdelen hebben), maakt duidelijk waardoor zulke complexe organismen als wijzelf volledig uit veel minder complexe cellen en moleculen kunnen bestaan en dat celprocessen aan de basis liggen van al onze activiteiten.

Mensen maken een onderdeel uit van de biodiversiteit. Een goed begrip van wat organismen verbindt en onderscheidt, helpt bij het nadenken over de plaats en betekenis van de mens in de natuur en van de natuur in de mens. Om zicht te krijgen op uiteenlopende onderwerpen als biodiversiteit, biotechnologie en evolutie, is zowel een besef nodig van de enorme rijkdom aan verschijningsvormen, als inzicht in gemeenschappelijke kenmerken.

Samenhang:

- binnen biologie: *Dynamisch evenwicht* (biodiversiteit);
- met scheikunde: *Materie* (systemen).

Biologische eenheid		
Integrale doelen (k/g/t cursief) De leerling kan: 1. verschillende planten en dieren vergelijken wat betreft de manier waarop zij overleven en zich voortplanten, en uitleggen hoe de structuur van (delen van) planten en dieren past bij de (deel)functie ervan; 2. bij planten en dieren de opbouw uit organen beschrijven en benoemen dat de organen weer zijn opgebouwd uit cellen; 3. <i>verschillen tussen plantaardige en dierlijke cellen herkennen in een microscopisch preparaat</i> en celorganellen met hun functies benoemen; 4. bacteriën, schimmels en virussen vergelijken met planten en dieren en voorbeelden geven van schade voor en gebruik door de mens; 5. verschillende planten en dieren op basis van kenmerken indelen bij de soort of systematische groep; 6. de verwantschap met en overeenkomsten en verschillen tussen zichzelf en andere organismen benoemen. Relevante contexten: duurzaamheid (inventarisatie en beheer van natuurterrein); gezondheid (besmettelijke ziektes); voeding (voedselbederf door schimmels en bacteriën); voedselproductie (productie van voedingsstoffen door schimmels en bacteriën).		
Karakteristieke werkwijzen	Vakinhouden (k/g/t cursief)	Karakteristieke denkwijzen
Onderzoeken • Het <i>microscopisch</i> onderzoeken en tekenen van een structuur van een organisme. • Het determineren van een plant of dier aan de hand van een eenvoudige tabel. Modelontwikkeling en -gebruik • <i>Vergelijken van diverse celmodellen/doorsneden en bespreken dat een combinatie van modellen/doorsneden nodig is om een beter beeld te krijgen.</i>	Levenskenmerk 1. Uitleggen hoe bouw en werking van onderdelen van een organisme bijdragen aan de functies voeding, verdediging tegen vijanden, verdediging tegen het milieu en voortplanting. 2. Organismen vergelijken wat betreft de manier waarop zij zich voeden, zich verdedigen tegen vijanden en tegen het milieu, en zich voortplanten. Cel 3. Benoemen dat alle organismen bestaan uit een of meer cellen. 4. Benoemen dat cellen stoffen kunnen opnemen en gebruiken, en kunnen delen.	Patronen • Organismen kunnen worden ingedeeld in groepen, en die weer in deelgroepen waarbij steeds meer eigenschappen gemeenschappelijk zijn en de verwantschap toeneemt. Schaal, verhouding en hoeveelheid • Organismen verschillen in grootte van een duizendste millimeter tot honderd meter. • Een mens heeft tienmaal meer bacteriecellen in en op zich dan lichaamscellen.

Rekenkundige en wiskundige vaardigheden • <i>De vergrotingsfactor berekenen bij het werken met vergrotende instrumenten.</i>	5. Celkern, celmembraan, cytoplasma, <i>vacuole</i> en bladgroenkorrels noemen als onderdelen van cellen en de celwand als structuur buiten de cel en functies daarvan benoemen. 6. <i>Benoemen dat in elke celkern DNA aanwezig is dat instructies bevat voor de cel.</i> 7. <i>Plantaardige en dierlijke cellen onderscheiden.</i> Orgaan 8. Voorbeelden van organen bij zaadplant en mens noemen. Organisme 9. Benoemen dat organismen ingedeeld worden in planten, dieren, schimmels en bacteriën en de verschillen hiertussen benoemen. 10. Planten en dieren op basis van kenmerken indelen in hoofdgroepen. 11. Voorbeelden geven van gevaren en gebruik van virussen, bacteriën en schimmels. 12. Benoemen wat onder een soort wordt verstaan.	Systemen en systeemmodellen • Organismen zijn te bestuderen op verschillende niveaus zoals organisme, orgaan en cel. • Onderdelen in combinatie vertonen activiteiten die de afzonderlijke onderdelen niet kunnen [Voorbeeld; om hard te lopen moeten hart, longen en spieren samenwerken]. Structuur en functie • Alle organismen overleven door zich te voeden, zich te verdedigen tegen vijanden en tegen omgevingsinvloeden (zoals hitte en droogte) en zich voort te planten, maar vervullen deze functies op verschillende manieren. • In organismen draagt de structuur van onderdelen en de reactie op prikkels uit de omgeving bij aan deze functies.
	Mogelijkheden voor invulling keuzestof Methoden om bederf te voorkomen benoemen. Uitleggen dat planten of dieren die onderling nakomelingen kunnen krijgen bij dezelfde soort horen en dezelfde wetenschappelijke naam hebben. <i>Uitleggen dat een virus zich vermeerdert door een cel binnen te dringen en deze cel nieuwe virussen te laten maken.</i>	

9.3 Instandhouding vmbo

Waar het om gaat

Ons lichaam heeft veel mechanismen om te reageren op veranderingen, maar daar zijn grenzen aan. Het lichaam kan uit balans raken door teveel of te weinig voedsel, water, warmte en inspanning, of door teveel ziekteverwekkers en stoffen die de normale werking van het lichaam verstoren. Bedreigingen voor de gezondheid (met name bij jongeren), hebben veel te maken met leefstijl en daarmee met eigen keuzes ten aanzien van voedsel, beweging, verslavende middelen en veilig gedrag. Begrip over wat zich in het eigen lichaam afspeelt speelt een belangrijke rol bij de keuzes die iemand maakt om gezondheid te bevorderen en om gezondheidsbedreigingen te voorkomen en te bestrijden. De onderbouw vo is de plaats waar deze zaken aan de orde moeten komen, omdat dit voor veel leerlingen eindonderwijs over het eigen lichaam is.

Verschijselen die ieder aan het eigen lichaam ervaart (zoals ademhaling, spijsvertering en beweging), krijgen samenhang als de leerling zich realiseert dat deze ervoor zorgen dat cellen zich in stand kunnen houden. Cellen zijn voortdurend aan het bouwen en energie aan het verbruiken. Dat houdt in dat cellen een voortdurende aanvoer nodig hebben van bouwstoffen, brandstoffen en zuurstof. Speciale organen met een groot oppervlak (darmen en longen) vergroten de aanvoer van de benodigde voedingsstoffen en zuurstof naar het bloed, en hart en bloedvaten transporteren deze naar alle cellen.

Het signaleren van veranderingen en zodanig reageren dat de verandering wordt tegengegaan, staat bekend als terugkoppeling. Als de concentratie voedingsstoffen in het bloed lager wordt krijgen de hersenen een signaal dat leidt tot hongergevoel en eten. Teveel aan warmte leidt tot zweten waardoor het lichaam weer afkoelt.

Een lichaam neemt voedsel op en ademt lucht in, maar opnemen van stoffen uit de omgeving heeft ook risico's. Zo kunnen ook schadelijke stoffen en schadelijke bacteriën en virussen binnenkomen. Het lichaam heeft allerlei mechanismen om die buiten te houden of zich daartegen te beschermen. Voor een goede gezondheid moet de samenstelling en hoeveelheid van het voedsel, inclusief water ook in balans zijn met wat het lichaam nodig heeft.

Er zijn grote verschillen tussen hoe het menselijk lichaam zich in stand houdt en hoe planten dit doen. Een goed begrip van hoe planten lichtenergie gebruiken om voedingsstoffen en zuurstof te maken is nodig om te beseffen hoezeer alle organismen van deze productie afhankelijk zijn.

Samenhang:

- binnen biologie: *Interactie* (reageren op de omgeving, inspanning), *Voortplanting en evolutie* (soa's), *Dynamisch evenwicht* (voedselketens en kringlopen);
- met scheikunde: *Reactiviteit* (verbranding), *Energie*.

Instandhouding		
Integrale doelen (k/g/t cursief) De leerling kan: - aan de hand van een anatomisch model uitleggen hoe de bouw van menselijke organen bijdraagt aan de functie; - lichaamskenmerken en processen meten aan het eigen lichaam; - organen, routes en gebeurtenissen benoemen via welke voedingsstoffen en zuurstof vanuit de buitenwereld uiteindelijk bij lichaamscellen aankomen en afvalstoffen weer worden afgegeven [spijsvertering, ademhaling, bloedsomloop en uitscheiding]; - beschrijven dat planten energierijke voedingsstoffen en zuurstof zelf produceren met behulp van licht; - uitleggen dat een verandering in het lichaam vaak leidt tot reacties die de verandering tegengaan; - beoordelen wat de gevolgen voor de gezondheid zijn van de combinatie van een bepaald dieet met een bepaalde leefstijl; - informatie op verpakkingen van en reclame voor voedingsmiddelen interpreteren; - oorzaak, preventie, gevolg en behandeling van enkele veel voorkomende ziekten beschrijven; - de eigen leefstijl onderzoeken ten aanzien van bevordering van de gezondheid. Relevante contexten: gezondheid (conditie bepalen, gezond gedrag, medisch onderzoek); voeding (maaltijd samenstellen).		
Karakteristieke werkwijzen	Vakinhouden (k/g/t cursief)	Karakteristieke denkwijzen
Onderzoeken - Eenvoudige metingen aan het lichaam verrichten voor en na inspanning. Ontwerpen - Een dagmenu samenstellen dat de dagelijkse behoefte aan voedingsstoffen dekt en rekening houdt met verbruik door inspanning. Modelontwikkeling en -gebruik - In een torsomodel de organen aanwijzen en aangeven hoe deze onderling verbonden zijn.	Celstofwisseling - Uitleggen dat een cel voedingsstoffen gebruikt voor opbouw/herstel en voor verbranding. - Beschrijven dat planten in cellen met bladgroen met behulp van zonlicht eigen energierijke stoffen en zuurstof maken. Stofwisseling van het organisme - Bouw en functie van organen betrokken bij bloedsomloop, ademhaling en spijsvertering benoemen - Beschrijven hoe de opname, verspreiding en gebruik van voedingsstoffen en zuurstof verloopt	Systeem en systeemmodellen (ook relevant voor stabiliteit en verandering) Organismen reageren zodanig op veranderingen in het lichaam en in de buitenwereld dat ze vrij constant blijven in gewicht, temperatuur, vochtgehalte e.d. door middel van het opvangen van signalen en ‘tegenmaatregelen’ nemen [bijv. toename warmte > zweten waardoor afkoeling].

Informatievaardigheden • Informatie op verpakkingen van voedingsmiddelen bestuderen. • Informatiemateriaal zoeken en gebruiken bij vragen over voeding en gezondheid. • Meetgegevens van klasgenoten verwerken tot een tabel. Rekenkundige en wiskundige vaardigheden • Berekeningen uitvoeren met verzamelde meetgegevens van klasgenoten. • <i>Vanuit Informatie op de verpakking van voedingsmiddelen berekenen hoeveel je van een bepaald voedingsmiddel nodig hebt om in je dagelijkse behoefte aan een bepaalde voedingsstof te voorzien.</i> • Berekenen hoeveel inspanning je moet leveren om evenveel calorieën te verbruiken als het eten van een bepaalde snack binnenbrengt. Waarderen en oordelen • <i>Vanuit Informatie op de verpakking van voedingsmiddelen beoordelen in hoeverre claims op de verpakking kloppen met de inhoud.</i> • Eigen keuzes rondom gezondheid afwegen en beslissingen beargumenteren.	- De functie van enzymen in de spijsvertering benoemen/<i>uitleggen</i>. - Benoemen van de belangrijkste functies van eiwitten, vetten, koolhydraten, mineralen, vitamines en water voor het lichaam. - Beschrijven hoe de afvalstoffen het lichaam verlaten. - De samenstelling van bloed uit plasma, rode en witte bloedcellen en bloedplaatjes benoemen en de functies van de onderdelen noemen. - Uitleggen dat bacteriën en virussen vooral via mond, neus en wonden binnenkomen en worden tegengehouden door slijmvlies met trilharen, maagzuur en witte bloedcellen. Planten - Benoemen dat planten water en mineralen uit de bodem opnemen en via vaatbundels naar de bladeren transporteren waar het water weer verdampt. - Benoemen dat planten de energierijke stoffen die in de groene delen zijn gevormd via vaatbundels transporteren naar andere delen waar ze kunnen worden opgeslagen. Regeling - Voorbeelden van terugkoppeling benoemen, [zoals zweten en grotere doorbloeding van de huid bij stijgende lichaamstemperatuur]. Voeding - Eisen waaraan een evenwichtig voedingspakket moet voldoen benoemen en uitleggen wat de	Stabiliteit en verandering • Om op gelijk gewicht te blijven moet er evenveel voedsel binnenkomen als verbruikt wordt door inspanning of warmteproductie. Structuur en functie • In het lichaam zijn structuren die het uitwisseloppervlak vergroten [voorbeelden; darmvlokken, longblaasjes, haarvaten, neusslijmvlies]. • De bouw van organen is aangepast aan de functie. Veiligheid • Besmet voedsel en drinkwater zijn belangrijke oorzaken van ziekte en dood, met name in arme landen. • Eigen keuzes ten aanzien van voeding en verslavende middelen kunnen levensbedreigend zijn.
---	---	--

	gevolgen kunnen zijn als er een niet-evenwichtig voedingspakket wordt gebruikt. 14. Beschrijven wat de gevaren zijn van voedselbederf en hoe dit wordt voorkomen in de productie van voedingsmiddelen en bij het bewaren thuis. Gezondheid 15. Uitleggen dat gezondheid en ziektes beïnvloed worden door de combinatie van voeding, leefstijl, leefomgeving (o.a. stress, schadelijke stoffen en straling), infecties, erfelijke aanleg en leeftijd. 16. Uitleggen hoe gezondheid bevordert/ziekte voorkomen kan worden, waaronder vaccinatie. 17. Gevolgen van verslavingen noemen. 18. Benoemen hoe te handelen bij ongevallen zoals brandwonden. 19. Aangeven voor welke aspecten van gezondheid je zelf moet zorgen en voor welke aspecten je hulp kunt krijgen.	
	Mogelijkheden voor invulling keuzestof • Bloeddruk meten. • Vitale capaciteit bepalen. • Oorzaken van belangrijke ziekten rondom bloedsomloop en ademhaling benoemen. • Beschrijven van bouw en functie van uitscheidingsorganen van de mens. • Beschrijven van bouw en functie van bij afweer betrokken organen van de mens, waaronder de huid. • Verschillende vormen van besmettelijke ziekten bespreken en benoemen hoe behandeling kan	

	plaatsvinden. • <i>De effecten van adrenaline, insuline en glucagon benoemen.</i> • Vergelijken van diëten voor verschillende doelgroepen. • Organen en weefsels in wortel, stengel en blad bestuderen en de werking ervan beschrijven.	
--	--	--

9.4 Interactie vmbo

Waar het om gaat

Organismen reageren op prikkels uit de omgeving om voedsel, een veilige plek of een partner te vinden en vijanden te ontwijken. Interactie houdt het waarnemen van- en reageren op prikkels in. Voor de meeste prikkels uit de omgeving (zoals licht, geluid, hitte, kou, zwaartekracht) zijn er aparte zintuigen; de impulsen die deze doorgeven aan de hersenen leiden tot bewuste of onbewuste waarneming. Het lichaam heeft ook zintuigen die interne prikkels opvangen (zoals honger en spierspanning) en als impulsen doorgeven naar de hersenen. De waarnemingen kunnen leiden tot reacties: de hersenen sturen impulsen naar andere organen, zoals spieren en klieren. Dat is meestal ook een complexe reactie: voor een bepaalde beweging moet meer dan één spier in actie komen of juist ontspannen worden.

Om effectief te reageren op de prikkels uit de omgeving heeft elke diersoort min of meer vaste gedragspatronen die onder andere de interactie tussen soortgenoten betreffen. Ook mensen hebben gedragspatronen, maar welk gedrag iemand vertoont hangt niet alleen af van wat de zintuigen waarnemen of van aangeboren patronen. Mensen kunnen hun gedrag tot op zekere hoogte kiezen. Deze keuze wordt beïnvloed door eerdere ervaringen, door wat anderen in de omgeving doen of normaal vinden en door de behoefte aan eten, veiligheid, aandacht, seks en verslavende middelen.

Samenhang:

- binnen biologie: *Instandhouding* (voeding en gezondheid);
- met natuurkunde: *Licht, geluid en straling* (licht en geluid).

Interactie		
Integrale doelen (k/g/t cursief) De leerling kan: 1. uitleggen hoe de bouw van zintuigen bijdraagt aan hun functie; 2. zintuigfuncties onderzoeken; 3. uitleggen dat een zintuigcel een omgevingsprikkel omzet in een zenuwimpuls die doorgegeven kan worden naar de hersenen; 4. uitleggen dat de hersenen een zenuwimpuls kunnen afgeven naar een spiercel die deze zenuwimpuls omzet in een samentrekking; 5. aan het lichaam en in anatomische modellen aanwijzen waar zich de spieren, botten en gewrichten bevinden die bij een bepaalde beweging betrokken zijn en hoe deze samen de beweging tot stand brengen; 6. diergedrag beschrijven; 7. van eigen en andermans gedrag aangeven door welke factoren dat gedrag mede beïnvloed kan worden. Relevante contexten: gezondheid (medische keuring voor bepaalde beroepen, blessures voorkomen); vrijetijdsbesteding (sport en dans, gehoorschade bij overbelasting); veiligheid (menselijk gedrag in conflictsituaties).		
Karakteristieke werkwijzen	Vakinhouden (k/g/t cursief)	Karakteristieke denkwijzen
Onderzoeken • Drempelwaarden van zintuigen bepalen (voorbeelden; concentratie waarbij een stof nog te proeven is, blikveld meten, gehoorgrenzen, temperatuurverschillen die nog waar te nemen zijn). • Onderzoeken welke skeletdelen en spieren betrokken zijn bij een bepaalde beweging. • Veranderingen meten bij inspanning (zie ook domein <i>Instandhouding</i>). • Eenvoudige gedragsobservatie uitvoeren. Modelontwikkeling en -gebruik • Bouw en functie van het oog toelichten aan de hand van anatomische modellen.	Waarneming 1. Bouw en functie van het oog beschrijven. 2. Uitleggen welke lensafwijking verholpen kan worden met welke middelen. 3. Beschrijven dat signalen vanuit de zintuigen via zenuwen naar de hersenen worden doorgegeven. Beweging 4. Bouw en functie van de bij bewegen betrokken organen bij de mens beschrijven. 5. Beschrijven dat signalen vanuit de hersenen via zenuwen naar de spieren worden doorgegeven 6. Uitleggen wat lichamelijke conditie inhoudt en hoe deze bevorderd kan worden.	Oorzaak en gevolg • Houding en beweging ontstaan door tegengestelde activiteiten van antagonistische spieren. • Gedrag wordt door veel factoren beïnvloed, waardoor dezelfde prikkel in verschillende omstandigheden tot verschillende reacties kan leiden. Systeem en systeemmodellen (ook relevant voor stabiliteit en verandering) • Systemen vertonen activiteiten die de afzonderlijke onderdelen niet vertonen (voorbeeld; een spier kan niet buigen, een bot ook niet, maar een combinatie van botten en spieren wel).

Waarderen en oordelen Het eigen gedrag in verschillende situaties beoordelen en gedragsalternatieven formuleren.	Gedrag 7. <i>Onderscheid maken tussen observatie en interpretatie van gedrag.</i> 8. Voorbeelden geven van hoe (eigen) menselijk gedrag mede beïnvloed wordt door wat anderen om je heen doen of normaal vinden, en door inwendige factoren als honger, angst, seksuele opwindning of verslaving.	- Zintuigen hebben als functie onder andere het lichaam te waarschuwen tegen schade, en zintuigprikkelers leiden tot reacties die de schade beperken (voorbeelden; rillen bij te sterke afkoeling, drinken bij uitdroging, lichaamsdeel terugtrekken bij pijn, pupilreflex bij teveel licht). Structuur en functie - De bouw van zintuigen is verbonden met de functies (voorbeeld; stand van haren bij wimpers en wenkbrauw maakt ze geschikt om stof en zweet uit het oog te houden). - Voor elke spier is een andere spier aanwezig met een tegengestelde werking. Veiligheid - Onvoorbereid plotselinge inspanning leveren geeft grote kans op blessure. - In veel werksituaties zijn beschermende maatregelen nodig om de zintuigen te beschermen.
	Mogelijkheden voor invulling keuzestof - Bouw en functie van het oor benoemen. <i>Bouw van de hersenen benoemen.</i> - Werkzaamheden van opticien of audicien beschrijven. - Uitleggen welke onderdelen beschadigd zijn bij een bepaald type sportblessure en hoe dit te voorkomen. - Voorbeelden geven van lichaamsactiviteiten die wel, deels en niet onder invloed staan van de wil. - Verschillende typen spieren benoemen.	

	• Gedrag van planten bestuderen.	
--	--	--

9.5 Voortplanting en evolutie vmbo

Waar het om gaat

De voortplantingsfunctie is van belang omdat organismen 'slijten' en dood gaan. Door zich voort te planten wordt het leven doorgegeven en blijft het in stand, ook als het individu sterft. Veel organismen planten zich geslachtelijk voort, waarbij mannelijke en vrouwelijke geslachtscellen versmelten en een nieuwe combinatie van erfelijk materiaal ontstaat. Deze nieuwe combinatie heeft invloed op de eigenschappen en kansen van individu en soort. Bij ongeslachtelijke voortplanting deelt een eencellig organisme in twee cellen of groeit een deel van een organisme uit tot een nieuw organisme.

Bij voortplanting worden het erfelijk materiaal en basale omstandigheden om die informatie tot expressie te brengen in één cel doorgegeven. Deze cel groeit in wisselwerking met de omgeving uit tot een nieuw individu. Bij de ontwikkeling ervan zijn verschillende fasen aan te wijzen waarin het organisme er steeds anders uitziet, andere behoeften heeft aan voedsel en bescherming en uiteindelijk zelf in staat is tot voortplanting. Ook bij de mens zijn dergelijke fasen te onderscheiden die te maken hebben met de ontwikkeling van de voortplantingsorganen en van de hersenen.

De lichamelijke aspecten van de voortplanting van mensen (zoals vruchtbaarheid, geslachtsgemeenschap en zwangerschap) gaan gepaard met sociale aspecten (zoals verliefdheid, partnerkeus en ouderschap). Voor de ontwikkeling van een gezonde seksuele identiteit is begrip van beide noodzakelijk. Naast de biologische verschijnselen zijn ook de verschillen in opvattingen over wat normaal en acceptabel is van belang. Deze verschillen spelen enerzijds tussen verschillende tijdperken (wat normaal wordt gevonden verandert steeds), anderzijds tussen verschillende culturen (wat in het ene gezin normaal is wordt in het andere gezin veroordeeld). Hetzelfde geldt voor verschillen tussen jongens en meisjes. Media spelen ook een belangrijke rol, onder andere via reclame.

Soorten verschillen van elkaar in erfelijk materiaal, maar ook binnen een soort is er variatie. Bovendien ontstaan steeds nieuwe veranderingen (mutaties). Die veranderingen en de continue herschikking van het erfelijk materiaal bij de voortplanting zijn de oorzaak van verschillen tussen individuen van elkaar in erfelijk materiaal. In combinatie met de omgeving en leefstijl leiden deze verschillen bij mensen tot verschillen in eigenschappen en kansen op ziekten.

Bij planten en dieren ontstaan hierdoor ook verschillen in overlevingskansen en voortplantingssucces. Erfelijke varianten die een klein voordeel opleveren zullen vaker gaan voorkomen, omdat de individuen met deze varianten meer nakomelingen krijgen. Hierdoor kunnen populaties geleidelijk veranderen en van elkaar gaan verschillen. Uiteindelijk kan dit leiden tot nieuwe soorten, met name als de omgeving verandert. In de loop van de lange geschiedenis van het leven zijn zo vele levensvormen ontstaan maar ook weer grotendeels uitgestorven. Deze kennen we via fossiele restanten. De soorten die niet uitstierven hebben zich ontwikkeld tot de soorten die nu op aarde voorkomen, inclusief de mens.

Samenhang:

- binnen biologie: *Biologische eenheid* (celdeling), *Instandhouding* (gezond gedrag), *Interactie* (gedrag);
- met fysische geografie: ontwikkeling van de aarde.

Voortplanting en evolutie		
Integrale doelen (k/g/t cursief) De leerling kan: 1. <i>met behulp van een levenscyclus uitleggen dat opeenvolgende generaties erfelijk materiaal doorgeven door bevruchting en celdeling;</i> 2. <i>in afbeeldingen of modellen de onderdelen van mannelijke en vrouwelijke geslachtsorganen aanwijzen, aangeven welke functie door onderdelen ervan wordt vervuld en welke veranderingen daarin optreden tijdens de ontwikkeling;</i> 3. <i>risicovol gedrag ten aanzien van ongewenste zwangerschap en geslachtsziekten benoemen, en aangeven hoe deze te voorkomen;</i> 4. <i>in een gesprek over seksualiteit eigen mening onder woorden brengen en vergelijken met meningen van anderen;</i> 5. <i>benoemen dat erfelijk materiaal, omgeving en leefstijl invloed hebben op de ontwikkeling van eigenschappen en ziektes;</i> 6. <i>uitleggen dat huidige levensvormen afstammen van eerdere levensvormen die er anders uitzagen.</i> Relevante contexten: gezondheid (erfelijkheidsonderzoek, voorkomen geslachtsziekten); eigen seksualiteit; wereldbeeld (normen en waarden ten aanzien van genetisch testen, zwangerschap(onderbreking), gelijke rechten en kansen voor jongens en meisjes).		
Karakteristieke werkwijzen	Vakinhouden (k/g/t cursief)	Karakteristieke denkwijzen
Onderzoeken - Eenvoudige kiem- en stekproeven uitvoeren. Modelontwikkeling en -gebruik - Anatomische modellen van geslachtsorganen toelichten. Informatievaardigheden - Informatiemateriaal zoeken en gebruiken bij vragen over erfelijkheid en seksualiteit. - Bespreken hoe media en reclameboodschappen gebruik maken van supernormale prikkels en van invloed zijn op wat normaal of aantrekkelijk wordt gevonden.	Celdeling 1. Beschrijven wat er gebeurt bij een celdeling. 2. <i>Benoemen dat het erfelijk materiaal bij elke celdeling wordt gekopieerd.</i> 3. Benoemen dat meercellige organismen doorgaans ontstaan uit een bevruchte eicel die zich door celdeling vermeerdert. Levenscyclus 4. Voorbeelden van geslachtelijke en ongeslachtelijke voortplanting bij planten en dieren benoemen. 5. Beschrijven hoe de voortplanting bij de mens verloopt. 6. Beschrijven dat/hoe door prenataal onderzoek het ongeboren kind kan worden onderzocht op geslacht en bepaalde aangeboren afwijkingen.	Oorzaak en gevolg - Lichamelijke en psychische eigenschappen, kansen op ziekten en ontwikkelingsfasen komen tot stand door een wisselwerking tussen erfelijk materiaal, omgeving en leefstijl. Stabiliteit en verandering <i>Je hebt je leven lang (vrijwel) hetzelfde erfelijk materiaal, maar door ontwikkeling en omgevingsinvloeden verander je tijdens je leven.</i> <i>Soorten passen zich geleidelijk aan door genetische variatie in de nakomelingen, waarbij de genen die een voordeel bieden in meer nakomelingen gevonden zullen worden en zo de overhand krijgen.</i>

Waarden en oordelen - Een discussie in de media of vraag/antwoord rubrieken over seksuele onderwerpen op (sociale) media volgen en kritisch bespreken. - Bespreken dat in verschillende tijden en verschillende culturen opvattingen over seksualiteit en over rechten en plichten van mannen en vrouwen sterk kunnen verschillen en de eigen positie daarin bepalen. - Eigen seksueel gedrag beoordelen en aangeven welke keuzes hierin gemaakt kunnen worden.	7. Fasen van lichamelijke en geestelijke ontwikkeling van mensen beschrijven, met name de puberteit. Seksualiteit 8. Uitleggen hoe de mens kan ingrijpen in de voortplanting, onder andere door voorbehoedsmiddelen. 9. Benoemen van verschillende SOA en hoe je die kunt voorkomen. 10. Benoemen dat seksuele geaardheid kan verschillen. 11. Instanties die hulp bieden bij problemen rond seksualiteit en relaties benoemen. Erfelijkheid 12. Uitleggen dat bij de bevruchting elk van de ouders 50% van het erfelijk materiaal levert. 13. Voorbeelden geven van eigenschappen waarop erfelijk materiaal van de ouders, omgeving en leefstijl in verschillende mate van invloed kunnen zijn of zijn geweest. 14. <i>Uitleggen dat bij mensen het geslacht wordt bepaald door de combinatie van geslachtschromosomen.</i> 15. Beschrijven dat door onderzoek van het erfelijk materiaal kansen op bepaalde ziekten en op nakomelingen met die ziekten kunnen worden bepaald. 16. Beschrijven dat door onderzoek van het erfelijk materiaal verwantschap kan worden aangetoond.	Structuur en functie - De structuur van (delen van) voortplantingsorganen draagt bij aan de (deel)functie. <i>Bij dieren draagt speciaal gedrag ook bij aan de voortplantingsfunctie zoals balts, nestbouw en het verzorgen van jongen.</i> Veiligheid - Onveilig vrijen geeft een grote kans op zwangerschap en op seksueel overdraagbare aandoeningen.
---	---	---

	Evolutie 17. <i>Uitleggen dat exemplaren van een soort die iets beter aan de omgeving zijn aangepast grotere kans hebben om nakomelingen te krijgen en dat bij veranderingen in de omgeving soorten daardoor geleidelijk kunnen veranderen.</i> 18. Beschrijven dat alle nu levende organismen, waaronder de mens, afstammen van eerder levende organismen die er anders uitzagen. 19. <i>Uitleggen dat in de loop van de tijd veel soorten zijn uitgestorven als de omgeving veranderde.</i> 20. <i>Uitleggen hoe fossielen zijn ontstaan en hoe ze gevonden worden.</i>	
	Mogelijkheden voor invulling keuzestof • Levenscyclus landbouwhuisdieren beschrijven. • Bestuiving in plantenkassen beschrijven. • In websites informatie opzoeken over zwangerschap, pre- en perinataal onderzoek. • Voortplanting bij zaadplanten beschrijven. • Verschillende typen erfelijke ziekten benoemen. • <i>Het proces van natuurlijke selectie uitleggen.</i> • Uitleggen dat nieuwe rassen door het ingrijpen van de mens kunnen worden gemaakt.	

9.6 Dynamisch evenwicht vmbo

Waar het om gaat

In ecosystemen vinden voortdurend veranderingen plaats. Organismen eten andere organismen, trekken weg, nemen in aantal toe en gaan dood. Toch blijven ecosystemen vrij stabiel, doordat hierin, net als in een lichaam, terugkoppeling plaatsvindt. Toename van een soort leidt tot toename van andere soorten die de eerste als voedsel gebruiken. Door kringlopen worden tekorten weer aangevuld en ophopingen voorkomen. Maar net als in een lichaam zijn er grenzen waarbij de balans verstoord kan raken. Menselijke activiteiten kunnen daartoe leiden en zo ecosystemen beschadigen waar de mensen zelf van afhankelijk zijn. Mensen kunnen teveel onttrekken aan ecosystemen (zoals bij waterwinning en visserij), maar ook teveel toevoegen aan ecosystemen (zoals bij koolstofdioxide uitstoot en verontreiniging van het oppervlaktewater). Bij een duurzame relatie met het milieu is er zowel een balans tussen wat onttrokken wordt en wat het milieu zelf opbrengt, als een balans tussen wat in het milieu gebracht wordt en wat het milieu zelf kan verwerken.

Ondanks de grote schaal van veel milieuproblemen kan individueel gedrag een belangrijke bijdrage leveren aan zowel de problemen als de oplossingen. Ecologische kennis draagt bij aan een goed begrip van wat er gebeurt als menselijk ingrijpen het milieu op niet duurzame wijze beïnvloedt. Dankzij ecologische inzichten begrijpen en waarderen we hoe onze natuurlijke omgeving is ontstaan, wat de rijkdom ervan is en hoe deze behouden kan worden. Dit is temeer van belang omdat voor veel leerlingen dit eindonderwijs is over natuur en milieu.

Samenhang:

- binnen biologie: *Instandhouding* (voeding), *Biologische eenheid* (biodiversiteit, infectieziekten);
- met natuurkunde en scheikunde: *Energie* (faseovergangen bij waterkringloop);
- met fysische geografie: landschapsvorming, klimaatverandering, duurzaamheid.

Dynamisch evenwicht		
Integrale doelen (k/g/t cursief) De leerling kan: 1. uitleggen dat planten door fotosynthese stoffen produceren die alle organismen gebruiken als bouw- en brandstoffen, en dat planten stoffen opnemen die de andere organismen aan de omgeving afgeven; 2. een terrein in kaart brengen wat betreft begroeiing, dierlijk leven en abiotische factoren; 3. vanuit gegevens over planten en dieren van een terrein een voedselweb opstellen en <i>uitspraken doen over de biodiversiteit van het terrein</i>; 4. ecosystemen vergelijken wat betreft planten en dieren en verschillen verklaren vanuit verschillen in klimaat, bodem en water; 5. op basis van mediaberichten over een milieuprobleem onderzoeken wat hierbij de oorzaken, gevolgen en oplossingen zijn; 6. een plan presenteren voor beperking van het gebruik van grondstoffen of van afvalproductie in huis of op school. Relevante contexten: duurzaamheid (besparing van energie en grondstoffen, natuurbehoud); voedselproductie (productie van plantaardig voedsel, vlees en vis).		
Karakteristieke werkwijzen	Vakinhouden (k/g/t cursief)	Karakteristieke denkwijzen
Onderzoeken • Met eenvoudige kartering en determinatie een terrein ecologisch onderzoeken en beschrijven. Ontwerpen • Voorstel uitwerken voor beperking gebruik van grondstoffen en afval op school of buurt. Modelontwikkeling en -gebruik • Werken met voedselketen- en kringloopschema's.	Ecosysteem 1. <i>Eigenschappen van ecosystemen beschrijven en daarin de rol van biotische en abiotische factoren zoals bodem en water aangeven.</i> 2. <i>Toelichten wat onder biodiversiteit wordt verstaan en daarvan voorbeelden geven uit de eigen omgeving.</i> Voedselrelaties en kringlopen 3. Uitleggen hoe soorten in een gebied van elkaar afhankelijk voor voedsel, schuilplaats en bestuiving. 4. Een voedselketen en voedselweb kunnen opstellen op basis van gegevens over planten en dieren in een gebied.	Patronen • In een landschap zijn patronen van begroeiing te zien die veroorzaakt zijn door verschillen in abiotische factoren. • <i>In elk ecosysteem zijn producenten, consumenten en reducenten te vinden die kringlopen van stoffen veroorzaken.</i> Schaal, verhouding en hoeveelheid • De optelsom van kleine individuele bijdragen kan een grote factor zijn in het veroorzaken en oplossen van milieuproblemen.

Rekenkundige en wiskundige vaardigheden • Meten en berekenen van verbruik van water en energie/afvalproductie. Informatievaardigheden • Inventarisatiegegevens vertalen naar een voedselweb en uitspraken over biodiversiteit. Waarderen en oordelen • Vanuit mediaberichten waarin groepen het oneens zijn over een milieuprobleem analyseren waarin de standpunten verschillen en welke belangen een rol spelen.	5. Benoemen dat planten bij de fotosynthese koolstofdioxide vastleggen in glucose en dat bij de verbranding van glucose weer koolstofdioxide vrijkomt. Duurzaamheid 6. <i>Uitleggen dat duurzaam omgaan met het milieu inhoudt dat niet meer wordt onttrokken dan het milieu kan aanvullen en dat niet meer wordt afgegeven dan het milieu kan verwerken.</i> 7. <i>Uitleggen dat niet-duurzaam omgaan met het milieu leidt tot versterkt broeikaseffect, uitputting van grondstoffen, verlies van natuur, en gezondheidsproblemen door vervuiling van water en leefomgeving.</i> 8. Voorbeelden geven van duurzame oplossingen voor milieuproblemen.	Systeem en systeemmodellen (ook relevant voor stabiliteit en verandering) • <i>In een ecosysteem zijn soorten en aantallen over langere tijd stabiel door regulerende processen [zoals predator-prooirelaties].</i> Behoud van energie en materie/transport en kringlopen • In een kringloop gaat geen materie verloren, maar worden stoffen en fasen door tegengestelde processen in elkaar omgezet en weer terug-gevormd [water door verdamping, condensatie, neerslag en stroming, koolstof door assimilatie en dissimilatie]. Duurzaamheid • Mensen grijpen in in hun milieu door er voedsel en grondstoffen uit te halen (landbouw, visserij, mijnbouw, waterwinning) en stoffen toe te voegen. • Duurzaam omgaan met het milieu houdt in dat niet meer wordt onttrokken dan het milieu kan aanvullen en dat de hoeveelheid en soort stoffen die worden toegevoegd zodanig zijn dat het milieu deze kan verwerken. • Niet duurzaam omgaan met het milieu leidt tot broeikaseffect, uitputting van grondstoffen, verlies van natuur, gezondheidsproblemen door vervuild water en lucht.
--	---	---

		• Hergebruik van grondstoffen, herbebossing, minder vlees eten, invoeren van afbreekbare grondstoffen dragen bij aan duurzame oplossingen.
	Mogelijkheden voor invulling keuzestof • Verandering in een gebiedje volgen in de loop van het jaar. • Schoonmaakactie op/rond school organiseren • <i>Natuurbeheersmaatregelen bespreken als voorbeelden van ingrijpen in de successie.</i>	

10. Kennisbasis fysische geografie havo/vwo

Planeet en systeem aarde havo/vwo

Waar het om gaat

Fysische geografie is het onderdeel van aardrijkskunde dat zich bezighoudt met de aarde als planeet, de aarde als systeem, de landschappen en de rol van de mens in het landschap. Tegenwoordig begrijpen we steeds beter hoe aardse processen werken en wat de rol van de mens is in dat systeem. Toch zijn er nog veel vragen onbeantwoord. Vragen die naast uit praktisch, ook voortkomen uit verwondering over en de schoonheid van dezelfde aarde. De fysische geografie zoekt naar die antwoorden door aardse processen, landschappen en de mens met elkaar te verbinden.

Binnen de schoolaardrijkskunde representeert de fysische geografie de aardwetenschappelijk traditie uit de academische wereld. Het aanbod van onderwerpen volgt een opbouw vanuit een hoog schaalniveau, de aarde, naar een laag schaalniveau, de eigen omgeving. Het hoogste schaalniveau omvat systeem aarde. Op aarde vindt een groot aantal complexe processen plaats zoals reliëfvorming of klimaatverandering op verschillende ruimte- en tijdschalen. De gevolgen van deze processen komen tot uiting op continentaal niveau in de vorming van landschappen. Hierbij onderscheiden we endogene en exogene processen. De rol van de mens is duidelijk zichtbaar op lagere schaalniveaus zoals nationaal, regionaal en lokaal. Waar de mens vroeger op lokale schaal nuttig gebruik maakte van het landschap (water, voedsel, delfstoffen) scheppen we tegenwoordig ook bedreigingen voor ons zelf. Als laatste gaat fysische geografie over je eigen leefomgeving. Door o.a. veldwerk leer je je omgeving kennen en waarderen.

De mens heeft de aarde en het landschap leren gebruiken maar we begrijpen nog niet alle mechanismen. Diverse processen lopen door elkaar heen en beïnvloeden elkaar. In deze dynamiek worden regelmatig drempelwaardes overschreden en komen krachtige energie uitbarstingen voor, zoals aardbevingen of tropische orkanen.

Op vraagstukken van vandaag als bescherming tegen natuurrampen, klimaatverandering of uitputting van grondstoffen zal een duurzaam antwoord voor de toekomst gevonden moeten worden, waarbij inzicht en kennis van fysische geografie essentieel is.

Samenhang:

- met natuurkunde: *Materie, Kracht en beweging, Energie*;
- met biologie: *Dynamisch evenwicht*;
- met scheikunde: *Materie, Reactiviteit* (oplossen).

Fysische geografie		
Integrale doelen (vwo cursief) De leerling kan: 1. het landschap om hem heen als onderdeel van het aardoppervlak plaatsen in het systeem aarde; 2. geografische vragen beantwoorden met behulp van karakteristieke werk- en denkwijzen en vakinhouden; 3. de aarde als een natuurlijk systeem met complexe processen op mondiaal schaalniveau beschouwen; 4. endogene en exogene processen als landschapsvormende processen op continentaal regionaal en lokaal schaalniveau benoemen; 5. verschillende natuurlijke verschijnselen aan elkaar relateren (klimaat, vegetatie, bodem, <i>gesteente</i>) en een globaal beeld geven van de natuurlijke zones op aarde; 6. de invloed en de gevolgen van het menselijk handelen op het systeem aarde begrijpen; 7. interactie tussen mens en in landschap voorkomende fysisch geografische processen en verschijnselen op nationaal of regionaal schaalniveau duiden; 8. eigenschappen van fysisch-geografische verschijnselen (bodem, water, gesteenten en mineralen) onderzoeken, door o.a. veldwerk in de eigen omgeving; 9. <i>een inschatting maken van (toekomstige) risico's zoals natuurrampen of aantasting van het milieu door voorgenomen ingrepen in het landschap door de mens;</i> 10. het nut van een fysisch geografisch model (kaart, simulaties, serious games, doorsnede) weergeven en <i>beperkingen van een dergelijk model benoemen;</i> 11. het belang van fysisch geografisch onderzoek voor hem-/haarzelf en de maatschappij onder woorden brengen. Relevante contextgebieden: werken in en met het landschap (drinkwatervoorziening, sanitatie, mijnbouw); duurzaamheid (energie- en waterbesparing; klimaatverandering; de natuurlijke omgeving (natuur, weer, activiteiten); natuurverschijnselen in de media (natuurrampen, documentaires).		
Karakteristieke werkwijzen (vwo cursief)	Vakinhouden aardrijkskunde (vwo cursief)	Karakteristieke denkwijzen (vwo cursief)
Modelontwikkeling en –gebruik • Modellen in de geografie zoals (digitale) kaart, doorsnedes, maquette of weersverwachting herkennen en gebruiken. • (Digitale) kaarten maken en gebruiken bij het beantwoorden van fysisch geografische vragen. • Model op schaal bouwen van een fysisch-geografisch object of verschijnsel zoals een rivierloop of vulkaan.	Systeem aarde 1. Positie van de aarde in het zonnestelsel <i>en universum</i> beschrijven. 2. Draaiing van de aarde rond de zon, de stand van de aardas en de gevolgen daarvan voor het systeem aarde beschrijven. 3. Processen uit kringlopen in systeem aarde van lucht, water <i>en gesteente</i> in het dagelijkse leven herkennen en beschrijven.	Patronen • Op aarde komen bepaalde ruimtelijke patronen en natuurlijke processen voor als dag/nacht, seizoenen of reliëfvorming en deze hebben invloed op het ruimtelijk gedrag van de mens. • Op aarde voorkomende ruimtelijke patronen en natuurlijke processen worden ingedeeld door de mens, bijvoorbeeld in verschillende klimaten of landschapszones.

Onderzoeken • Veldwerk verrichten en de resultaten ervan presenteren en interpreteren: – Observeren van landschapselementen; – Grondonderzoek doen door middel van boringen; – Wateronderzoek doen naar kwaliteit en/of kwantiteit door middel van metingen; – Metingen verrichten aan weerselementen, verwerken tot grafische data en vergelijken met andere jaren en interpreteren. • Gesteenten op basis van vastgestelde kenmerken zoals, kleur, hardheid, aanwezigheid fossielen determineren en ontstaansgeschiedenis interpreteren. • GIS-applicatie inzetten om ruimtelijke patronen in het landschap te onderzoeken. • Relaties tussen fysisch (en sociaal) geografische verschijnselen onderzoeken. Ontwerpen • Ontwerpen van een digitale kaart of model aan de hand van geografische (onderzoeks)data (reliëfkaart, grondgebruik, <i>stralingsbalans</i>). • Ontwerpen van een opstelling om de waterkringloop, een tornado of andere natuurlijke verschijnselen of processen na te bootsen. • Ontwerpen van veiligheidsscenario's bij natuurrampen als overstroming of aardbeving <i>met behulp van een simulatie</i>.	4. De relaties tussen endogene processen plaattektoniek, vulkanisme en aardbevingen beschrijven en verklaren. 5. Landschapsvormende werking van endogene krachten beschrijven en verklaren. 6. De werking van exogene processen verwerking, erosie, transport en sedimentatie beschrijven en relateren aan landschapsvormen. 7. Reliëfvormen als gevolg van endogene- en exogene oorzaken beschrijven en verklaren. 8. De kenmerken en de spreiding van de hoofdklimaten op aarde beschrijven en verklaren. 9. Op hoofdlijnen het patroon in landschapszones en vegetatiezones op aarde beschrijven en verklaren. 10. Op hoofdlijnen het ontstaan van landschappen in Nederland beschrijven aan de hand van natuurlijke en cultuurhistorische opbouw. 11. Recente klimaatverandering als onderdeel van een kringloop zien <i>en veranderingen in oceanen en atmosfeer in de tijd analyseren</i>. Landschap en menselijke activiteit 12. Het belang van het geologische verleden begrijpen (vorming grondstoffen en fossielen) voor de huidige samenleving verklaren. 13. Gevolgen van de winning van grondstoffen en energiebronnen door de mens in het landschap beschrijven en verklaren.	Schaal, verhouding en hoeveelheid • Tijdschalen in de geografie variëren van heel kort (seconden), tot heel lang (miljarden jaren). Ruimtelijke schalen in de geografie variëren van heel klein (millimeters), tot heel groot (lichtjaren). • Naar natuurlijke processen kan op verschillende tijdschalen gekeken worden. • Landschappen zijn het resultaat van natuurlijke processen en menselijke activiteiten die spelen op verschillende tijd- en ruimtelijke schalen. Oorzaak en gevolg • Natuurlijke processen als neerslag of reliëfvorming hebben oorzaken en gevolgen voor landschap en het ruimtelijk gedrag van de mens. • Ruimtelijke patronen als dag/nacht of seizoenen hebben oorzaken en gevolgen voor landschap en het ruimtelijk gedrag van de mens. Systemen en systeemmodellen • De geografische werkelijkheid wordt met behulp van modellen zoals kaarten vereenvoudigd. • De aarde kan gezien worden als een systeem met verschillende deelsystemen (lithosfeer, atmosfeer, hydrosfeer, biosfeer) waarin kringlopen (water-, gesteente- en koolstofkringloop) een belangrijke rol spelen.
--	---	---

Informatievaardigheden • Informatie in teksten, kaarten, foto's, grafieken, tabellen en cijfers beoordelen op kwaliteit en interpreteren bij het beantwoorden van fysisch geografische vragen. • Een (digitale) kaart tekenen van een onderzoeksgebied. • Oorzaken en gevolgen van een fysisch geografisch proces in een schema weergeven. • Kaartlezen, kaartanalyse en kaartinterpretatie inzetten om antwoorden te geven op aardrijkskundige vragen. • Patronen in kaarten herkennen en conclusies daaruit kunnen trekken met kennis uit de vakinhouden en karakteristieke denkwijzen. • <i>Een schema van relaties binnen een ecosysteem verklaren.</i> Redeneervaardigheden • Via redeneervaardigheden een verband weten te leggen tussen inhoudelijke onderwerpen uit de vakinhouden en karakteristieke denkwijzen. • Beargumenteren waarom in verschillende gebieden gebruik wordt gemaakt van andere energiebronnen. • Beredeneren waarom menselijke activiteiten ondanks fysisch-geografische risico's plaatsvinden in bepaalde gebieden. • <i>Standpunten over klimaatverandering of zeespiegelstijging kritisch beschouwen.</i>	14. Watervraagstukken (teveel, te weinig, te slechte kwaliteit) analyseren op verschillende ruimtelijke schalen. 15. Risico's van natuurrampen in verschillende gebieden voor bewoners benoemen en oplossingen om risico's te verkleinen bedenken. Duurzaamheid 16. Ecosystemen op verschillende schaalniveaus herkennen en voorbeelden geven van gebieden waar de draagkracht van het natuurlijk milieu is overschreden en waar milieuproblemen zijn. 17. Het huidige gebruik van natuurlijke hulpbronnen (water, voedsel en energie) op aarde beschrijven en duurzame oplossingen voor de toekomst aandragen.	• Het landschap is het resultaat van de wisselwerking tussen geografische deelsystemen op aarde en de mens. • <i>Modellen, zoals klimaatmodellen, helpen bij voorspellen, maar modellen hebben grenzen en beperkingen.</i> Behoud, transport en kringlopen van energie en materie • Fysisch-geografische kringlopen worden aangedreven door exogene en endogene krachten. • Kringlopen zijn een proces met een vormende werking op het landschap. • <i>Drukverschillen in de atmosfeer veroorzaken warmte-, wind- en zeestromen.</i> Structuur en functie • Natuurlijke factoren en de mens bepalen de inrichting van een gebied. • De opbouw van de ondergrond is mede bepalend voor de aanwezigheid en winbaarheid van grondstoffen en bepaalde energiebronnen. Stabiliteit en verandering • Dynamische (eco)systemen kunnen op verschillende tijd- en ruimte schalen beschouwd worden. • Dynamische (eco)systemen kennen stabiliteit en instabiliteit.
--	---	--

Waarderen en oordelen • Gevonden informatie om geografische vragen te beantwoorden kritisch bekijken en beoordelen op bruikbaarheid. • Milieuvraagstukken en gepresenteerde oplossingen kritisch analyseren vanuit meerdere geografische dimensies. • <i>Data over klimaatverandering beoordelen op betrouwbaarheid en controleerbaarheid.</i> Rekenkundige en wiskundige vaardigheden • Omrekenen lengtematen. • Rekenen met schaal en schaalgetal. • <i>Indicatoren van aardbevingskrachten benoemen.</i>		• <i>Fysisch geografische processen kunnen onvoorspelbaar verlopen als een drempelwaarde overschreden wordt.</i> Duurzaamheid • De draagkracht van de aarde heeft dynamische limieten voor het leven. • Niet duurzaam omgaan met de aarde leidt tot (milieu)problemen op het gebied van klimaat, energie-, voedsel- en watervoorziening. Risico's en veiligheid • De natuurlijke ligging van Nederland en menselijk ingrijpen in het landschap brengt bepaalde risico's voor de bevolking met zich mee.
	Mogelijkheden voor invulling keuzestof: • <i>Samenstelling (atmosfeer, landschap) van planeten en manen in ons zonnestelsel met elkaar vergelijken.</i> • <i>Klimaatveranderingen in het verleden op verschillende tijdschalen beschrijven en voor klimaatwisselingen verklaringen geven.</i> • <i>Kennis van ouderdomsbepalingsmethoden en hun betrouwbaarheid op verschillende tijdschalen hebben en kritisch zijn over inzet hiervan.</i> • <i>Invloed van zeestromen op een gebied uitleggen.</i> • <i>Voorbeelden noemen hoe dieren zijn aangepast in een bepaald klimaat en onderzoeken waaruit blijkt dat dieren zich aanpassen aan een bepaald klimaat.</i>	

11. Kennisbasis fysische geografie vmbo

Fysische geografie: planeet en systeem aarde vmbo

Waar het om gaat

Fysische geografie is het verhaal van de relatie tussen de mens en de aarde. In het landschap komen die twee samen. Al sinds de oudheid verwonderde men zich over de natuur, de verschillende landschappen en natuurverschijnselen. Slechts langzaam begrijpen we hoe het systeem aarde en de processen op aarde werken en hoe deze van invloed zijn op ons dagelijks leven. Tegelijkertijd veranderde de schaal waarop de mens in het landschap bezig is van lokaal naar globaal en dat heeft weer gevolgen voor natuurlijke processen op aarde. Fysische geografie onderzoekt het functioneren van de aarde en de rol die de mens daarin speelt en dat levert boeiende vragen op.

De planeet aarde is een ingewikkelde planeet. Veel verschillende processen lopen door elkaar heen en ook nog op verschillende schalen. Er zijn vaste terugkerende patronen zoals dag en nacht of de draaiing om de zon in één jaar. De scheve stand van de aardas heeft gevolgen en zorgt voor de seizoenen. Deze ritmes bepalen het leven van mens, dier en andere organismen. De mens heeft de aarde leren gebruiken, maar begrijpt nog niet alle mechanismen. Processen en relaties tussen processen zijn soms zichtbaar en herkenbaar, maar soms ook complex, onzichtbaar en ingewikkeld. Verschillende kringlopen verlopen onvoorspelbaar, wat kan leiden tot natuurrampen. Ook menselijk gedrag kan bijdragen aan verstoring van processen en evenwichten in de natuur.

Het aanleren van een geografische kijk op het landschap en de rol van de mens daarin is de kerntaak van de fysische geografie. Praktische werkwijzen maken inhouden concreet en de denkwijzen zorgen voor achtergronden. De werking van aardrijkskundige processen en kringlopen, duurzaam omgaan met de natuur en vraagstukken als bescherming tegen natuurrampen, zijn onderwerpen waarbij inzicht en kennis van de fysische geografie van groot belang is.

Samenhang:

- met natuurkunde: *Materie, Kracht en beweging, Energie*;
- met biologie: *Dynamisch evenwicht*;
- met scheikunde: *Materie*

Fysische geografie		
Integrale doelen (k/g/t cursief) De leerling kan: 1. het landschap om hem heen als onderdeel van het aardoppervlak plaatsen in het systeem aarde; 2. geografische vragen beantwoorden met behulp van karakteristieke werk- en denkwijzen en vakinhouden; 3. de aarde als een natuurlijk systeem met complexe processen op mondiaal schaalniveau beschouwen; 4. endogene en exogene processen als landschapsvormende processen op continentaal regionaal en lokaal schaalniveau benoemen; 5. verschillende natuurlijke verschijnselen aan elkaar relateren (klimaat, vegetatie, <i>bodem</i>) en een globaal beeld geven van de natuurlijke zones op aarde; 6. <i>de invloed en de gevolgen van het menselijk handelen op het systeem aarde begrijpen</i>; 7. <i>interactie tussen mens en in landschap voorkomende fysisch geografische processen en verschijnselen op nationaal of regionaal schaalniveau duiden</i>; 8. eigenschappen van fysisch-geografische verschijnselen (bodem, water en lucht) onderzoeken, door o.a. veldwerk in de eigen omgeving; 9. <i>het nut van een fysisch geografisch model (kaart, simulaties, serious games, doorsnede) weergeven</i>; 10. het belang van fysisch geografisch onderzoek voor hem-/haarzelf en de maatschappij onder woorden brengen. Relevante contexten: werken met en in het landschap (waterschap, natuurbeheerder, visserij), duurzaamheid (water- en energiebesparing); eigen natuurlijke omgeving (weerbericht, landschapsbeleving); natuurverschijnselen in de media (natuurrampen, documentaires).		
Karakteristieke werkwijzen (k/g/t cursief)	Vakinhouden aardrijkskunde (k/g/t cursief)	Karakteristieke denkwijzen (k/g/t cursief)
Modelontwikkeling en -gebruik • Kaarten maken en gebruiken bij het beantwoorden van aardrijkskundige vragen. • Model op schaal (na)bouwen van een fysisch-geografisch object zoals een berg. • <i>Een aardrijkskundige kringloop zoals de waterkringloop schematisch weergeven.</i> Onderzoeken • Veldwerk verrichten en de resultaten in presenteren en interpreteren: – Observeren van landschapselementen;	Systemen op aarde 1. <i>Draaiing van de aarde rond de zon, de stand van de aardas en de gevolgen daarvan voor het systeem aarde beschrijven.</i> 2. Het reliëf op aarde en de verdeling tussen land en water op hoofdlijnen beschrijven. 3. Vulkanisme en aardbevingen als endogene processen beschrijven <i>en plaattektoniek als oorzaak beschrijven.</i> 4. Verwerking, erosie en sedimentatie als exogene processen beschrijven.	Patronen • Ruimtelijke patronen en natuurlijke processen zijn zichtbaar in de eigen omgeving en maak je elke dag mee (dag/nacht, seizoenen). • <i>Op aarde voorkomende ruimtelijke patronen worden door de mens gebruikt bij het indelen van gebieden (bv. klimaten).</i> Schaal, verhouding en hoeveelheid • Aardrijkskunde speelt zich altijd af op een ruimtelijke schaal. Ruimtelijke schalen verschillen, van een klein gebied, woonplaats,

– Grondonderzoek doen door middel van boringen; – Wateronderzoek doen naar kwaliteit en/of kwantiteit door middel van metingen; – Metingen verrichten aan weerselementen, verwerken tot grafische data en vergelijken met andere jaren en interpreteren. • Relaties tussen fysisch geografische verschijnselen in of tussen gebieden onderzoeken. • <i>Gesteenten op basis van vastgestelde kenmerken zoals soort, kleur of aanwezigheid fossielen indelen.</i> Ontwerpen • Op basis van aangereikte instructies een schaalmodel zoals een (digitale) kaart ontwerpen. • Oplossingen voor door water bedreigde gebieden ontwerpen. Informatievaardigheden • Informatie uit verschillende bronnen zoals teksten, kaarten, foto's en grafieken zoeken, beoordelen, interpreteren en weergeven om antwoord te geven op aardrijkskundige vragen. • Fysisch-geografische onderwerpen in het nieuws herkennen en kunnen uitleggen waarom die daar voorkomen • Een kaart van een gebied op schaal maken.	5. <i>Reliëf- en landschapsvorming als gevolg van endogene- en exogene oorzaken beschrijven en verklaren.</i> 6. Op hoofdlijnen de spreiding van klimaatgebieden <i>en landschapszones</i> op aarde beschrijven en verklaren. 7. Recente klimaatverandering als gevolg van menselijke activiteiten beschrijven. Landschap en menselijke activiteit 8. Landschappen in de eigen omgeving beschrijven. 9. Spreiding van de bevolking op aarde m.b.v. reliëf en klimaat beschrijven en verklaren. 10. De rol van het weer in het dagelijks leven onderzoeken. 11. Verschillende natuurrampen benoemen zoals aardbevingen of orkanen en de gevolgen voor bewoners beschrijven. 12. Een watervraagstuk (teveel, te weinig, te slechte kwaliteit) in een gebied beschrijven. Duurzaamheid 13. Voorbeelden van een ecosysteem <i>op verschillende schaalniveaus</i> geven. 14. <i>Maatregelen voor duurzaam gebruik van energie en water beschrijven.</i>	tot enorm groot, heelal. • • <i>Schaal geeft een verhouding weer. Een kaart heeft altijd een schaal.</i> • Bij aardrijkskunde worden verschillende schalen gebruikt met verschillende eenheden (temperatuur °C, windsnelheid m/s). Oorzaak en gevolg • Landschappen zijn het gevolg van aardrijkskundige processen <i>en menselijke activiteiten</i> • <i>Terugkerende geografische patronen hebben oorzaken en gevolgen (dag/nacht)</i> Systemen en systeemmodellen • Een (systeem)model is een vereenvoudiging van de werkelijkheid. Een kaart is model. • Een ecosysteem is een gebied waar levende en niet-levende natuur samenkomt en elkaar beïnvloed. • <i>De aarde kan gezien worden als een systeem.</i> Behoud, transport en kringlopen van energie en materie • Kringlopen zijn oneindig, bekende aardrijkskundige kringlopen zijn die van water, lucht <i>of gesteente</i>. • <i>Aardrijkskundige kringlopen worden aangedreven door exogene en endogene krachten.</i>
--	---	--

• Oorzaken en gevolgen van erosie in een schema weergeven. • Kaartlezen, kaartanalyse en kaartinterpretatie inzetten om antwoorden te geven op aardrijkskundige vragen. • Patronen in kaarten herkennen <i>en conclusies daaruit kunnen trekken met kennis uit de vakinhouden en karakteristieke denkwijzen.</i> Redeneervaardigheden • De onderwerpen uit de vakinhouden in verband brengen met de karakteristieke denkwijzen. • Conclusies uit bronnen trekken. • <i>Beredeneren waarom menselijke activiteiten ondanks fysisch-geografische risico's plaatsvinden in bepaalde gebieden.</i> • <i>Beoordelen of het gaat aardrijkskundige feiten of meningen bij gevonden informatie.</i> Waarderen en oordelen • Gevonden informatie om aardrijkskundige vragen te beantwoorden kritisch bekijken en beoordelen op bruikbaarheid. • <i>Verschillende standpunten bij een milieuprobleem benoemen en waarderen.</i> Rekenkundige en wiskundige vaardigheden • Omrekenen van lengtematen. • <i>Rekenen met schaal en schaalgetal.</i>		Structuur en functie • <i>Natuurlijke factoren zoals reliëf of waterlopen en de mens bepalen de structuur van een gebied.</i> Stabiliteit en verandering • Landschappen lijken onveranderlijk op korte tijdschaal maar veranderen wel degelijk op lange tijdschaal. • <i>Aardrijkskundige processen zoals aardbevingen zijn onvoorspelbaar.</i> Duurzaamheid • Duurzaam bij aardrijkskunde betekent dat je van natuurlijke hulpbronnen niet meer gebruikt dan dat er aangevuld wordt. • <i>Onzorgvuldig gebruik van de aarde kan leiden tot milieuproblemen zoals watervervuiling of luchtverontreiniging in gebieden.</i> Risico's en veiligheid • De natuurlijke ligging van Nederland aan de Noordzee en aan de monding van grote rivieren leidt tot overstromingsrisico's voor grote delen van de bevolking.
---	--	--

	Mogelijkheden voor invulling keuzestof • <i>Het ontstaan van de aarde en de geologische geschiedenis op hoofdlijnen beschrijven.</i> • Verschillen tussen landschapszones onderzoeken. • Patronen uit de fysische geografie beschrijven (onderzoeken).	
--	--	--

12. Kennisbasis technologie havo/vwo

Waar het om gaat

Technologie speelt een grote rol in de moderne samenleving. In het dagelijkse leven gebruiken we bijvoorbeeld technologie om voedsel te bereiden en te conserveren, het huis te verwarmen, te communiceren met anderen, ons te verplaatsen en gezond te blijven. Ook op de werkvloer wordt veel technologie gebruikt. Zonder energievoorziening, communicatietechnologie en medische technologie zou de samenleving er heel anders uit zien.

Kennis over technologie is in de moderne samenleving van belang voor elke burger: bij het aanschaffen en gebruik van producten maar ook om mee te kunnen praten en beslissen over technische ontwikkelingen die grote gevolgen kunnen hebben voor de toekomst, zoals voor het klimaat, het milieu, de gezondheid en de beschikbaarheid van grondstoffen en energie. Ons land heeft ook veel deskundige mensen nodig om technologie te ontwikkelen, toe te passen en te onderhouden.

In deze kennisbasis gaat het om onderwijs over techniek. We gebruiken daarom de term 'technologie' in plaats van techniek. 'Technologie' betekent immers 'de bestudering van techniek'. Die naam is analoog aan andere schoolvakken zoals biologie of natuurkunde. Bij technologie gaat het om kennis en vaardigheden met betrekking tot het bewerken van materialen, energie en informatie om met een bepaalde fysieke structuur (een artefact) een gewenste functie te realiseren. Gezien het feit dat er een grote variatie aan artefacten is die niet allemaal aan bod kunnen komen in het onderwijs, is ook meer generieke kennis van belang: over veel gebruikte technische representaties, de ontwerpcyclus, het functioneren en onderhouden van technische systemen en de maatschappelijke impact in de zin van, onder meer, kosten, gezondheid en duurzaamheid.

Hieronder wordt de samenhang met andere vakken binnen deze kennisbasis aangegeven. Bij technologie geldt in sterke mate dat er ook allerlei dwarsverbanden met andere vakken zijn, zoals met talen, wiskunde, geschiedenis, economie en kunstvakken.

Samenhang:

- met natuurkunde: *Materie*, (eigenschappen van) stoffen; *Energie*, *Licht*, *geluid en straling*, *Kracht en beweging*;
- met scheikunde: *Materie*, *Reactiviteit*, *Energie*;
- met biologie: *ecologie*; *duurzaamheid*; *voeding en gezondheid*;
- met fysische geografie: *systemen op aarde*; *menselijke activiteit*.

Technologie		
Integrale doelen (vwo cursief) De leerling kan: 1. bij het ontwerpen van een product gebruik maken van vakbegrippen (bijvoorbeeld 'systeem') en redeneervormen (bijvoorbeeld het redeneren van structuur naar werking); 2. een product maken door te beredeneren met welke materialen en bewerkingen dit het best kan gebeuren, daarbij gebruik makend van relevante vakbegrippen (bijvoorbeeld materiaal- en vormeigenschappen); 3. aan de hand van een redenering bepalen wat de oorzaak is van een storingsprobleem en met behulp van vakbegrippen (bijvoorbeeld de relatie tussen systeem en deelsysteem) dit probleem verhelpen; 4. een product beoordelen op relevante waarden, waaronder duurzaamheid en normen, met behulp van redeneringen m.b.t. structuur en functie van het product; 5. een model of prototype van een te ontwerpen product maken en onderzoek doen aan dat model of prototype om te beredeneren op welke punten het ontwerp verbeterd kan worden, daarbij gebruik makend van relevante vakbegrippen (bijvoorbeeld terugkoppeling). Relevante contexten: verkeer en transport, telecommunicatie (media); gebouwde omgeving; biomedische technieken; kleding; biotechnologie; nanotechnologie.		
Karakteristieke werkwijzen (vwo cursief)	Vakinhouden (vwo cursief)	Karakteristieke denkwijzen (vwo cursief)
Onderzoeken • <i>Experimenteel de relatie tussen bepaalde structuureigenschappen en de werking van een product kunnen bepalen.</i> • Door middel van een onderzoek onder mogelijke toekomstige gebruikers de gebruikerswensen inventariseren. Ontwerpen • De belangrijkste stappen in een technisch ontwerpproces benoemen. • Een behoefte aan een nieuw product of het verbeteren van een bestaand product kunnen signaleren en expliciteren.	Materialen 1. De correcte benaming van traditionele en nieuwe materialen, gereedschappen en bewerkingen geven. 2. Materiaaleigenschappen (mechanische, natuurkundige, chemische, technologische) benoemen en de manier waarop die getest kunnen worden. 3. Met behulp van de kennis van materiaaleigenschappen (zie 2) materialen herkennen en analyseren.	Patronen • Materialen, gereedschappen en bewerkingen kunnen worden geclassificeerd op basis van relevante eigenschappen (b.v. onderscheiden in brandbare en niet-brandbare materialen; onderscheiden in soorten verbindingen). Schaal, verhouding en hoeveelheid • Uit een technische tekening kan worden afgeleid welke afmetingen het werkelijke product heeft.

• Een programma van eisen afleiden uit een gegeven probleemformulering (behoeften), aangevuld met zelf uit de situatie afgeleide aanvullende gegevens. • Een concept bedenken dat een oplossing biedt voor een behoefte. • Een fysieke structuur bedenken, waarmee een gewenste functie gerealiseerd kan worden zodanig dat die structuur voldoet aan het programma van eisen; bijvoorbeeld: voor een mechanisch ontwerp geschikte overbrengingen en energiebronnen kiezen en een eenvoudig besturingssysteem ontwerpen, maar bijvoorbeeld ook het ontwerpen van een vaas die industrieel vervaardigd kan worden. • Een beargumenteerde keuze maken uit mogelijke oplossingen voor een ontwerp-probleem; ook het verantwoorden van de gekozen materialen van een ontworpen product. • Bij het ontwerpen gebruik maken van relevante kennis uit de natuur- en scheikunde. Voorbeelden: - Kennis van materialen bij het ontwerpen van een afvalscheidingsapparaat (zie Materie bij natuurkunde) - Kennis van elektriciteit bij het ontwerpen van een schakeling (zie Energie bij natuurkunde) - Kennis van licht en geluid bij het ontwerpen van een optisch instrument en muziekinstrument (zie Licht, geluid en straling bij natuurkunde)	Energie 4. Verschillende typen overbrengingen (b.v. hefboomen) benoemen. Met die kennis concrete hefboomen indelen en de keuze van de hefboom voor de betreffende toepassing beoordelen. 5. Kennis hebben van het begrip rendement (in relatie tot energiebehoud in de natuurkunde). Deze kennis toepassen om het rendement van een apparaat te kunnen berekenen. Technische systemen 6. Input, output en proces van een gegeven systeem analyseren. 7. De betekenis van de begrippen deelsysteem, systeemgrens en feedback kunnen benoemen. 8. Verschillende typen functies benoemen: verbinden, scheiden, omzetten en opslaan van materie, energie en informatie en herkennen in concrete situaties. 9. De manier benoemen waarop eigenschappen van licht en geluid (b.v. frequentie en amplitude) gebruikt worden bij informatieoverdracht en deze kennis toepassen bij het verklaren van de werking van een communicatiesysteem. 10. Bij een technisch systeem feedbackmechanismen identificeren (minimaal bij de voorbeelden van thermostaat en toilet en een terugkoppeling in een elektrisch circuit)	Oorzaak en gevolg • Van een gegeven product kan op basis van oorzaak-gevolg relaties worden aangeven welke verschijnselen de werking verklaren. Systemen en systeemmodellen • Bij een technisch systeem kan op basis van de relaties tussen de deelsystemen worden aangeven hoe de onderdelen (deelsystemen) samen een hoofdfunctie realiseren. • Een productiesysteem, een transportsysteem en een communicatiesysteem hebben elk specifieke componenten (bijv. voor energie- of informatieomzetting); dit geldt ook voor installaties in huis. Behoud, transport en kringlopen van energie, materie en informatie • Van elk product kan een systeemanalyse gemaakt worden, waarin de materie-, energie- en informatiestromen zijn aangegeven in de verschillende deelsystemen. Structuur en functie • Bij een gegeven structuur kan op basis van doel-middel redeneren functie en werking worden beschrijven.
--	---	--

- Kennis van krachten bij het ontwerpen van een brug of huishoudelijk voorwerp (zie Kracht en beweging bij natuurkunde) - Kennis van scheikunde bij het ontwerpen van een chemisch product (zie Materie bij scheikunde). • Op grond van een gegeven representatie van een technisch artefact (schets, tekening, etc.) het bedoelde artefact maken uit materialen met de daartoe meest geëigende gereedschappen. • Voor dat doel verschillende typen materialen, zoals hout, metaal, textiel en kunststof bewerken. • Voor dat doel verschillende typen verbindingen realiseren. • Een product demonteren, de technische conditie bepalen, onderhoud plegen en daarna weer assembleren. • Een programma kunnen schrijven waarmee een robot(arm) wordt aangestuurd om bepaalde handelingen te verrichten (b.v. met Mindstorms). Modelgebruik en –ontwikkeling • Met behulp van abstractie en idealisering een model (maquette, technische tekening, mock-up, exploded view of CAD-tekening) genereren waarin relevante eigenschappen van een technisch systeem op vereenvoudigde wijze zijn opgenomen. • Met behulp van dit model de werking van het gemodelleerde artefact/systeem voorspellen.	11. De kenmerken van een geautomatiseerd systeem beschrijven (meet- en regeltechniek). 12. Het verschil tussen functie en werking bij een technisch systeem benoemen. 13. De betekenis van de begrippen informatie, data, code(ring), signaal, medium (kanaal), analoog en digitaal beschrijven en deze benoemen in een gegeven communicatie-systeem. Wisselwerking technologie, natuurwetenschap en samenleving 14. Belangrijke technologische ontwikkelingen op het gebied van transport, communicatie, productie, gebouwde omgeving en gezondheidszorg benoemen 15. Toepassingsgebieden van technologie in verschillende beroepen benoemen, zowel in technische als in niet-technische beroepen. 16. Bepaalde normen t.a.v. veiligheid, milieu en arbeidsomstandigheden benoemen en daarmee een gegeven situatie beoordelen. 17. Benoemen hoe de technologie zich ontwikkeld heeft in de fasen van ambachtelijke techniek via industriële techniek (massaproductie), informatietechniek naar bio- en nano- en duurzame technologieën en voorbeelden uit de verschillende fasen benoemen. 18. Voorbeelden noemen van de toenemende invloed van natuurwetenschappen op e technologie.	Stabiliteit en verandering • Specifieke vormen van feedback (positief en negatief) zijn nodig om stabiliteit dan wel een gewenste verandering in een systeem te bewerken. Duurzaamheid • Bij het ontwerpen van techniek wordt rekening gehouden met onderhoud en recyclen (hergebruik van het hele product na reparatie en hergebruik van onderdelen en materialen na demontage, in zijn extreme vorm ook wel cradle to cradle principe genoemd). Risico's en veiligheid • Van een gegeven product kan worden aangeven welke risico's het gebruik van dit product met zich mee brengt. • Passende veiligheidsmaatregelen worden bedacht om risico's bij het gebruik van een bepaald te product te verminderen.
---	--	---

Redeneervaardigheden • Uit een fysieke structuur van een artefact afleiden hoe de werking zal zijn (oorzaak-gevolg redeneren). • Beredeneren of een beoogde functie voor een artefact door een gegeven mogelijke fysieke structuur (zowel vorm- als materiaaleigenschappen) kan worden gerealiseerd (doel-middel redeneren). • Tussen niveaus van een technisch systeem (hoofdsysteem-deelsystemen) heen en weer redeneren t.a.v. functie en werking. Rekenkundige en wiskundige vaardigheden • Bepaalde kwantitatieve eigenschappen van een constructie berekenen (bijvoorbeeld lengten, oppervlakken, hoeken): • Overbrengingsverhouding bij een overbrenging berekenen • De resulterende kracht bij een hefboom berekenen • Uit een gegeven input the output bij een EN- en een OF-poort berekenen. • Kiezen van een geschikte schaal voor een technische tekening. Informatievaardigheden • Uit een representatie van een technisch systeem/artefact (b.v. schets, technische tekening (2D, 3D), prototype, maquette, CAD-model, exploded view) de eigenschappen van dat systeem/artefact aflezen.	19. Benoemen hoe technische vindingen van invloed zijn op maatschappelijke ontwikkelingen en daar voorbeelden van noemen. 20. Benoemen hoe maatschappelijke ontwikkelingen van invloed zijn op de ontwikkeling van de technologie en daar voorbeelden van noemen.	
--	---	--

• Relevante eigenschappen van een technisch system/artefact correct weergeven in een bepaalde representatievorm (schets, technische tekening, tekening elektrisch circuit, etc.). Waarderen en oordelen • Een bestaand product beoordelen op gebruiksvriendelijkheid, functionaliteit (effectiviteit), duurzaamheid, veiligheid, esthetische kwaliteiten, efficiëntie (qua werking en kosten), mogelijke effecten op individuele gebruiker en samenleving. • Een verantwoorde beslissing nemen over de aanschaf van een product op basis van een zelf opgesteld programma van eisen, bestaande uit ten minste: - functievervulling (incl. gebruiksvriendelijkheid) - kosten - veiligheid - duurzaamheid. • Mogelijke morele aspecten van de maatschappelijke invoering van een nieuwe technologie benoemen en beoordelen, daarbij rekening houdend met onzekerheden en de beperkingen van de mogelijkheden tot waarderen. • <i>Het proces waarlangs een ontwerp tot stand gekomen is kritisch beoordelen.</i>		
--	--	--

13. Kennisbasis technologie vmbo

Waar het om gaat

Technologie speelt een grote rol in de moderne samenleving. In het dagelijkse leven gebruiken we bijvoorbeeld technologie om voedsel te bereiden en te conserveren, het huis te verwarmen, te communiceren met anderen, ons te verplaatsen en gezond te blijven. Ook op de werkvloer wordt veel technologie gebruikt. Zonder energievoorziening, communicatietechnologie en medische technologie zou de samenleving er heel anders uit zien.

Kennis over techniek is in de moderne samenleving van belang voor elke burger: bij het aanschaffen en gebruik van producten maar ook om mee te kunnen praten en beslissen over technische ontwikkelingen die grote gevolgen kunnen hebben voor de toekomst, zoals voor het klimaat, het milieu, de gezondheid en de beschikbaarheid van grondstoffen en energie. Ons land heeft ook veel deskundige mensen nodig om technologie te ontwikkelen, toe te passen en te onderhouden.

In deze kennisbasis gaat het om onderwijs over techniek. We gebruiken daarom de term 'technologie' in plaats van techniek. 'Technologie' betekent immers 'de bestudering van techniek'. Die naam is analoog aan andere schoolvakken zoals biologie of natuurkunde. Bij technologie gaat het om kennis en vaardigheden met betrekking tot het bewerken van materialen, energie en informatie om met een bepaalde fysieke structuur (een artefact) een gewenste functie te realiseren. Gezien het feit dat er een grote variatie aan artefacten is die niet allemaal aan bod kunnen komen in het onderwijs, is ook meer generieke kennis van belang: over veel gebruikte technische representaties, de ontwerpcyclus, het functioneren en onderhouden van technische systemen en de maatschappelijke impact op onder meer kosten, gezondheid en duurzaamheid.

Hieronder wordt de samenhang met andere vakken binnen deze kennisbasis aangegeven. Bij technologie geldt in sterke mate dat er ook allerlei dwarsverbanden met andere vakken zijn, zoals met talen, wiskunde, geschiedenis, economie en kunstvakken.

Samenhang:

- met natuurkunde: *Materie*, (eigenschappen van) stoffen, *Energie*, *Licht*, *geluid en straling*, *Kracht en beweging*;
- met scheikunde: *Materie*, *Reactiviteit*, *Energie*;
- met biologie: ecologie; duurzaamheid; voeding en gezondheid;
- met fysische geografie: systemen op aarde; menselijke activiteit.

Technologie		
Integrale doelen (k/g/t cursief) De leerling kan 1. een product maken en daarbij de keuze van gereedschappen en materialen uitleggen met behulp van vakinhouden (bijvoorbeeld het begrip 'systeem'); 2. een ontwerpprobleem oplossen met gebruikmaking van begrippen en denkwijzen (bijvoorbeeld modelleren en optimaliseren); 3. op grond van overwegingen van functie en duurzaamheid en met gebruikmaking van kennis van veiligheids- en gezondheidsnormen en risico's een product kunnen waarderen naar deze eigenschappen. Relevante contexten: verkeer en transport, telecommunicatie (media); gebouwde omgeving; gebruiksvoorwerpen; lichaamsverzorging; kleding; huishoudelijke apparatuur; landbouw.		
Karakteristieke werkwijzen (k/g/t cursief)	Vakinhouden	Karakteristieke denkwijzen
Onderzoeken • Een instructie voor een eenvoudig onderzoek naar de relatie tussen fysieke eigenschappen van een product en het functioneren ervan uitvoeren. • Door middel van een onderzoek onder mogelijke toekomstige gebruikers de gebruikerswensen inventariseren. Ontwerpen • De belangrijkste stappen in een technisch ontwerpproces benoemen. • Een beknopt programma van eisen afleiden uit een gegeven probleemformulering (behoeften, waarin alleen de functie en de gebruiksvriendelijkheid van het product zijn opgenomen. • Van een gegeven concept beoordelen of het een oplossing biedt voor een gegeven behoefte.	Materialen 1. De correcte benaming van bepaalde traditionele en nieuwe materialen, gereedschappen en bewerkingen geven. 2. Materiaaleigenschappen (mechanische, natuurkundige, chemische, technologische) benoemen en de manier waarop die gemeten worden. Met behulp van deze kennis materialen herkennen. Energie 3. Verschillende typen overbrengingen (b.v. hefbomen) benoemen. Met die kennis concrete hefbomen indelen. 4. Kennis van het begrip rendement (in relatie tot energiebehoud in de natuurkunde).	Patronen • Materialen, gereedschappen en bewerkingen kunnen worden geclassificeerd op basis van relevante eigenschappen (b.v. onderscheiden in brandbare en niet-brandbare materialen; onderscheiden in soorten verbindingen). Schaal, verhouding en hoeveelheid • Uit een schaaltekening kan worden afgeleid welke afmetingen het werkelijke product heeft. Oorzaak en gevolg • Van een gegeven product kan op basis van oorzaak-gevolg relaties worden aangeven welke verschijnselen de werking verklaren.

• Een concept-oplossing voor een ontwerpprobleem verder uitwerken zodanig dat die structuur voldoet aan het programma van eisen. • Bij het ontwerpen gebruik maken van relevante kennis uit de natuur- en scheikunde. Voorbeelden: - kennis van energie om een energie-omzetter te ontwerpen (zie <i>Energie</i> bij natuurkunde). - kennis van licht en geluid om een speldenprikcamera en (snaar)instrument te ontwikkelen (zie <i>Licht, geluid en straling</i> bij natuurkunde). - kennis van krachten bij het ontwerpen van een meubelstuk (zie <i>Kracht en beweging</i> bij natuurkunde). - kennis van scheikunde bij het ontwerpen van een chemisch product, een model van een waterzuiveringsinstallatie en opschalen (zie bij scheikunde). • Op grond van een gegeven representatie van een technisch artefact (schets, tekening, etc.) het bedoelde artefact op gestructureerde wijze maken uit materialen met de daartoe meest geëigende gereedschappen. • Voor dat doel verschillende typen materialen, zoals hout, metaal, textiel en kunststof bewerken. • Voor dat doel verschillende typen verbindingen realiseren. • Een product demonteren, de technische conditie bepalen, onderhoud plegen en daarna weer assembleren.	Technische systemen 5. Input, output en proces van een gegeven systeem benoemen. 6. De betekenis van de begrippen deelsysteem en feedback geven. 7. Verschillende typen functies benoemen: verbinden, scheiden, omzetten en opslaan van materie, energie en informatie. Deze herkennen in concrete situaties. 8. Bij een technisch systeem feedbackmechanismen identificeren (minimaal bij de voorbeelden van thermostaat en toilet). 9. Het verschil tussen functie en werking bij een technisch systeem benoemen. Wisselwerking technologie, natuurwetenschap en samenleving 10. Belangrijke technologische ontwikkelingen op het gebied van transport, communicatie, productie, gebouwde omgeving en gezondheidszorg benoemen. 11. Toepassingsgebieden van techniek in verschillende beroepen benoemen, zowel in technische als in niet-technische beroepen. 12. Bepaalde normen t.a.v. gezondheid, milieu en arbeidsomstandigheden benoemen. 13. Benoemen hoe technische vindingen van invloed zijn op maatschappelijke ontwikkelingen en daar eenvoudige voorbeelden van kunnen noemen.	Systemen en systeemmodellen • Bij een technisch systeem kan op basis van de relaties tussen de deelsystemen worden aangegeven hoe de onderdelen (deelsystemen) samen een hoofdfunctie realiseren. • Een productiesysteem, een transportsysteem en een communicatiesysteem hebben elk specifieke hoofdonderdelen; dit geldt ook voor installaties in huis. Behoud, transport en kringlopen van energie, materie en informatie • Van elk product kan een systeemanalyse gemaakt worden, waarin de materiestromen zijn aangegeven in de verschillende deelsystemen. Structuur en functie • Bij een gegeven productstructuur kan de functie en werking worden beschrijven. Duurzaamheid • Bij het ontwerpen van techniek wordt rekening gehouden met onderhoud en recyclen (hergebruik van het hele product na reparatie en hergebruik van materialen na demontage).
--	---	---

• In een klaslokaal kunnen werken met inachtneming van veiligheids- en gezondheidsvoorschriften. Modelgebruik en –ontwikkeling • Een model (maquette, technische tekening, mock-up of CAD-tekening) genereren waarin relevante eigenschappen van een technisch systeem op vereenvoudigde wijze zijn opgenomen. • <i>Daarbij kunnen aangeven welke abstracties en idealisering zijn gebruikt ten opzichte van het echte systeem.</i> Redeneervaardigheden • Uit een fysieke structuur van een artefact afleiden hoe de werking zal zijn (oorzaak-gevolg redeneren). • Beredeneren of een beoogde functie voor een artefact door een gegeven mogelijke fysieke structuur (zowel vorm- als materiaaleigenschappen) kan worden gerealiseerd (doel-middel redeneren). • Tussen niveaus van een technisch systeem (hoofdsysteem-deelsystemen) heen en weer redeneren ten aanzien van functie en werking. Rekenkundige en wiskundige vaardigheden • Bepaalde kwantitatieve eigenschappen van een constructie berekenen (b.v. lengte, oppervlakte, hoeken). • Overbrengingsverhouding bij een overbrenging berekenen.		Risico's en veiligheid • Van een gegeven product kan worden aangeven welke risico's het gebruik van dit product met zich mee brengt.
---	--	--

• Een resulterende kracht bij een hefboom berekenen. Informatievaardigheden • Een eenvoudige projectietekening van een gegeven voorwerp maken. Waarderen en oordelen • Een bestaand product beoordelen op gebruiksvriendelijkheid, functionaliteit en veiligheid. • Een verantwoorde beslissing te nemen over de aanschaf van een product op basis van een zelf opgesteld programma van eisen, bestaande uit ten minste: - functievervulling (incl. gebruiksvriendelijkheid) - kosten - veiligheid - duurzaamheid.		
---	--	--

Referenties

Boersma, K., Bulte, A., Krüger, J., Pieters, M., & Seller, F. (2011). *Samenhang in het natuurwetenschappelijk onderwijs voor havo en vwo*. Utrecht: IOBT.

Examenprogramma's natuurkunde, scheikunde, biologie, NLT. Verkregen op 11 oktober 2013 van <http://www.betanova.nl/examenprogramma/examenprogramma/>

Handelingswerkwoorden. Verkregen op 11 oktober 2013 van <http://www.schoolexamensvo.nl/>

Kerdoelen VO onderbouw. Verkregen op 11 oktober 2013 van <http://ko.slo.nl/kerndoelen/>

National Research Council (2012a). *Framework for K-12 science education*. Washington, D.C.: National Academies Press.

National Research Council (2012b). *The next generation science standards*. Verkregen op 11 oktober 2013 van <http://www.nextgenscience.org/>.

OCW (2011). *Actieplan 'Beter presteren: Opbrengstgericht en ambitieus'*. Den Haag: Ministerie van OCW.

PISA (2012). *Draft PISA 2015 scientific literacy assessment framework*. Paris: OECD.

SLO (2011). *Leerplan in Beeld*. Verkregen op 11 oktober 2013 van <http://leerplaninbeeld.slo.nl/>

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

Valk, T. & Soest, M. van (2004). *Onderzoek leren doen in de bètavakken: Elementen van een leerlijn in de onderbouw van twee scholen*. Utrecht: Universiteit van Utrecht (CD Bèta).

Bijlage 1 Verantwoording

Deze kennisbasis is tot stand gekomen na een vooronderzoek en in samenspraak met het onderwijsveld en raadpleging van interne en externe experts.

Vooronderzoek

In 2012 heeft SLO in opdracht van het ministerie van OCW een vooronderzoek uitgevoerd. Doel hiervan was een beeld te krijgen van doel, functie, vorm en inhoud van een kennisbasis voor de onderbouw vo, en specifiek voor de natuurwetenschappelijke vakken en technologie. Dit heeft geresulteerd in de in de inleiding beschreven uitgangspunten en de gekozen indeling met drie dimensies: dimensie 1 *karakteristieke werkwijzen*, dimensie 2 *vakinhouden* en dimensie 3 *karakteristieke denkwijzen*.

Ontwikkeling

Een deel van de kennisbasis - de vakinhouden - is enige jaren geleden ontwikkeld, gevalideerd en vervolgens gepubliceerd op [Leerplan in Beeld](#). Hierin is elk vakgebied beschreven in een aantal vakdomeinen (voor havo/vwo en voor vmbo), vanuit een doorlopende leerlijn van primair onderwijs naar de eindtermen. Deze indeling is de basis geweest voor de opbouw van deze kennisbasis.

De karakteristieke denkwijzen staan impliciet genoemd in de inleiding in het domein Mens en natuur van de kerndoelen voor de onderbouw vo. In de kennisbasis worden ze expliciet beschreven. De karakteristieke werkwijzen staan impliciet genoemd in de kerndoelen zelf. Ook deze worden in de kennisbasis geëxpliciteerd.

Bij de ontwikkeling van de kennisbasis zijn met name twee inspiratiebronnen gebruikt: het het PISA *Framework* voor *scientific literacy* (PISA, 2012) en *K-12 Science education framework* (National Research Council, 2012a). Voor een beschrijving van deze inspiratiebronnen verwijzen we naar bijlage 2.

Validering en aanpassing

Op 28 maart 2013 heeft een inhoudelijke validering van een eerste conceptversie plaatsgevonden met circa 70 docenten en andere vakexperts.

Op grond van de validering heeft SLO de conceptkennisbasis aangepast. Dit had tot gevolg dat ook de eerder gevalideerde vakinhouden (dimensie 2), zoals die nu nog in [Leerplan in Beeld](#) staan, op onderdelen zijn aangepast. Dit betrof zowel de indeling en benaming van enkele (sub) domeinen als de formulering en rangschikking van leerdoelen. Technologie is in deze volgende versie als een apart onderdeel opgenomen, vergelijkbaar met fysische geografie. De nieuwe versie is op 30 oktober 2013 nogmaals met het veld gevalideerd met ruim 70 vakdeskundigen. De kennisbasis werd goed ontvangen en de opmerkingen waren vooral op detailniveau. Ook deze feedback is verwerkt.

Bijlage 2 Inspiratiebronnen

Bij de ontwikkeling van de kennisbasis natuurwetenschappen en technologie zijn met name twee inspiratiebronnen gebruikt: het PISA *framework* voor *scientific literacy* (PISA, 2012) en het K-12 *science education framework* (National Research Council, 2012a) en in het verlengde daarvan de *Next Generation Science Standards* (National Research Council, 2012b).

Het PISA 2015 raamwerk - de basis voor het PISA-onderzoek onder 15-jarige leerlingen in 2015 - is als (inspiratie)bron gebruikt bij de ontwikkeling van de kennisbasis vanwege de gedetailleerde manier waarop het begrip *scientific literacy* is ontwikkeld in *Knowledge of the material world* (vakinhouden), *Procedural knowledge* (waaronder het doen van metingen, reproduceerbaarheid, nauwkeurigheid van data) en *Epistemic knowledge* (waaronder de manier waarop wetenschappers werken, over de manier van wetenschappelijke observaties, feiten, modellen en theorieën).

Daarnaast is het K-12-raamwerk als inspiratiebron gebruikt. Dit raamwerk is tot stand gekomen met inzet van vele experts om het science-onderwijs in de VS tot een hoger niveau te brengen en meer toekomstgericht te maken. Het is een gezaghebbend en internationaal erkend document. Het K-12-raamwerk dient als basis voor de herziening van de 'science education standards' in de VS, van *kindergarten* (K) tot leerjaar 12. Doel van het raamwerk is, dat aan het eind van de middelbare school '*all students have some appreciation of the beauty and wonder of science; possess sufficient knowledge of science and engineering to engage in public discussions on related issues; are successful consumers of scientific and technological information related to their everyday lives; are able to continue to learn about science outside school; and have the skills to enter careers of their choice, including (but not limited to) careers in science, engineering, and technology*' (p.1).

In het K-12 raamwerk wordt het science domein weergegeven in drie dimensies:

- *Scientific and engineering practices*, waarbij het gaat om zaken als het stellen van vragen en definiëren van problemen, modelontwikkeling en -gebruik, het opzetten en uitvoeren van onderzoek, het analyseren en interpreteren van gegevens en het geven van verklaringen. In essentie gaat het hier om de vraag hoe natuurwetenschappers, ingenieurs en technische vakmensen te werk gaan en van welke vaardigheden zij zich bedienen.
- *Crosscutting concepts that have common application across the field*, ofwel vakoverstijgende, natuurwetenschappelijke begrippen. Genoemd worden: patronen; oorzaak en gevolg; schaal, verhouding en hoeveelheid; systemen en systeemmodellen; energie en materie; structuur en functie; stabiliteit en verandering.
- *Core ideas in disciplinary areas*, ofwel kernconcepten per natuurwetenschappelijk vak (natuurkunde, scheikunde, biologie, fysische geografie, technologie en natuurwetenschappelijke toepassingen).

De ideeën uit deze bronnen hebben hun beslag gekregen in de kennisbasis natuurwetenschappen en technologie in de dimensies karakteristieke werkwijzen en karakteristieke denkwijzen.

Bijlage 3 Handelingswerkwoorden

In deze kennisbasis wordt een groot aantal handelingswerkwoorden gebruikt. Deze zijn in te delen in verschillende categorieën:

1. Kennisvragen

Een kennisvraag is gericht op het onthouden en later kunnen reproduceren van feitelijke informatie. Het gaat om definities van begrippen ('wat is een wadi?'), maar ook om specifieke kennis.

Voorbeeld: 'Hoeveel inwoners heeft Duitsland?'.

De volgende handelingswerkwoorden kunnen worden gebruikt:

Herkennen, opsommen, definiëren, beschrijven, aangeven, aanduiden en noemen.

2. Inzichtvragen

Over inzichtvragen moet je meestal even nadenken, je moet de relevante leerstof herkennen en het antwoord in eigen woorden weergeven. Je moet de leerstof kunnen uitleggen.

Voorbeeld: 'Waarom wonen er in de winkelgebieden van de binnensteden weinig mensen?'

De volgende handelingswerkwoorden kunnen worden gebruikt:

Uitleggen, toelichten, selecteren en samenvatten, een verklaring geven, in eigen woorden weergeven, een tekening maken van, voorbeelden geven, grote lijnen aangeven, beschrijven, en verschillen en overeenkomsten aangeven.

3. Toepassingsvragen

Bij toepassingsvragen moet je (kennis en inzicht met betrekking tot?) leerstof in een onbekende situatie gebruiken om een probleem op te lossen.

Voorbeeld: 'Waar kan Nijmegen, gezien het grotestedenbeleid van de overheid, het beste 2000 nieuwe huizen neerzetten?'

De volgende handelingswerkwoorden kunnen worden gebruikt:

Oplossingen voorstellen, aantonen/bewijzen dat, laten zien hoe, kennis gebruiken in een situatie, een opgave oplossen en een berekening maken.

4. Analysevragen

Bij analysevragen deel je leerstof op en breng je de onderdelen op basis van opgedane kennis en inzicht met elkaar in verband. Daarvoor moet je kritisch en diepgravend studeren. Analysevragen zijn essentieel om kennis uit een leersituatie toe te kunnen passen in de praktijk.

Voorbeeld: 'Bekijk de cijfers van het aantal doden per aardbeving. Geef het verband tussen het BNP per inwoner en het aantal slachtoffers per aardbeving?'

De volgende handelingswerkwoorden kunnen worden gebruikt:

In delen splitsen, patronen beschrijven, bewijzen voor conclusies geven, classificeren, onderzoeken, en vergelijken

5. Beoordelvragen

Een beoordelvraag is bedoeld om opgedane kennis en inzicht toe te passen om te komen tot een beargumenteerd oordeel en standpunt. Je beoordeelt een idee op zijn waarde en kiest uit verschillende oplossingen voor een probleem.

Voorbeeld: 'Geef vanuit twee verschillende perspectieven en met argumenten aan waarom het verlengen van de A4 tussen Rotterdam en Delft een goede keuze is geweest?

De volgende handelingswerkwoorden kunnen worden gebruikt:

Concluderen, beargumenteren, waarderen/waarde aangeven, gevolgen voorspellen, bekritisieren, kiezen en de keuze rechtvaardigen en besluiten.

6. Ontwerp vragen

Ontwerp vragen zijn erop gericht onderdelen samen te brengen tot iets nieuws. De leerling moet creatief omgaan met kennis en inzichten. Bij ontwerp vragen zijn zeer uiteenlopende antwoorden mogelijk.

Voorbeeld: 'El Niño veroorzaakt droogte rond Australië. Gemeten klimaatveranderingen en de gevolgen daarvan in dit deel van de wereld kunnen voor een oplossing zorgen. Welke maatregelen kan de Australische regering nemen om de gevolgen van El Niño te beperken?'

De volgende handelingswerkwoorden kunnen worden gebruikt:

Een plan ontwikkelen, Ontwerpen, scheppen, samenstellen, schrijven van een tekst (artikel, essay), ontwikkelen, voorspellen, extrapoleren, kennis op verschillende terreinen combineren, maatregelen nemen.

Bron: Schoolexamensvo.nl

SLO heeft als nationaal expertisecentrum leerplanontwikkeling een publieke taakstelling in de driehoek beleid, praktijk en wetenschap. SLO heeft een onafhankelijke, niet-commerciële positie als landelijke kennisinstelling en is dienstbaar aan vele partijen in beleid en praktijk.

Het werk van SLO kenmerkt zich door een wisselwerking tussen diverse niveaus van leerplanontwikkeling (stelsel, school, klas, leerling). SLO streeft naar (zowel longitudinale als horizontale) inhoudelijke samenhang in het onderwijs en richt zich daarbij op de sectoren primair onderwijs, speciaal onderwijs, voortgezet onderwijs en beroepsonderwijs. De activiteiten van SLO bestrijken in principe alle vakgebieden.

SLO

Piet Heinstraat 12
7511 JE Enschede

Postbus 2041
7500 CA Enschede

T 053 484 08 40
E info@slo.nl

www.slo.nl

slo