


- 
- - Wetenschapsoriëntatie
  - bij natuurkunde in de tweede fase vwo

SLO • nationaal expertisecentrum leerplanontwikkeling

slo



# **Wetenschapsoriëntatie bij natuurkunde in de tweede fase vwo**

Juli 2015

**slo**

nationaal  
expertisecentrum  
leerplan-  
ontwikkeling

Verantwoording



### **2015 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.

SLO heeft geprobeerd alle rechthebbenden van de gebruikte afbeeldingen te achterhalen. Dit is niet in alle gevallen gelukt. Personen die auteursrechtelijke aanspraken menen te hebben verzoeken wij contact met ons op te nemen.

**Auteurs:** Jos Paus, Maarten Pieters

#### **Informatie**

SLO

Afdeling: tweede fase

Postbus 2041, 7500 CA Enschede

Telefoon (053) 4840 666

Internet: [www.slo.nl](http://www.slo.nl)

E-mail: [tweedefase@slo.nl](mailto:tweedefase@slo.nl)

**AN:** 3.7403.652

# Inhoud

<b>1.</b>	<b>Inleiding</b>	<b>5</b>
<b>2.</b>	<b>Wat kunnen natuurkunde en wetenschapsoriëntatie voor elkaar betekenen?</b>	<b>7</b>
<b>3.</b>	<b>Wetenschapsoriëntatie in natuurkunde</b>	<b>11</b>
<b>4.</b>	<b>Bronnen</b>	<b>21</b>
4.1	Documenten	21
4.2	Sites	21



# 1. Inleiding

Het wetenschappelijk gehalte van het vwo houdt menige school bezig. De aansluiting op het wetenschappelijk onderwijs is nog steeds voor verbetering vatbaar. Her en der slaan vwo-scholen en universiteiten daar de handen voor ineem. Het vwo zet zich daarbij in voor intensievere en meer interactieve studievoorziening; het vwo voor meer academische vorming, bijvoorbeeld via een leerlijn onderzoeksvaardigheden, of voor meer wetenschapsfilosofische voorbereiding. We vatten de opties die vwo-scholen hebben voor voorbereiding op het vwo samen in de term *wetenschapsoriëntatie*.

Een aanbod wetenschapsoriëntatie op school hoeft zich niet in één vak te concentreren, er zijn juist veel vakken die er iets in te bieden hebben, en waaraan, omgekeerd, wetenschapsoriëntatie iets te bieden heeft. Het arrangeren van bijdragen uit verschillende vakken vraagt onderzoek en discussie op schoolniveau. SLO helpt scholen bij die discussie met documentatie, informatie en vragen op de site [www.wetenschapsorientatie.slo.nl](http://www.wetenschapsorientatie.slo.nl).

*Wetenschapsoriëntatie bij natuurkunde* benadert wetenschapsoriëntatie van één kant: de aansluiting met het vak natuurkunde. De publicatie laat die aansluiting op twee niveaus zien: dat van eindtermen en sommige syllabuspecificaties, en dat van toetsopdrachten. Ze bevat geen uitgewerkte lesvoorbeelden, al is het een logische volgende stap om die te ontwikkelen. Binnen de begrensde tijd was daar tot nu toe geen mogelijkheid voor. Uiteraard kunt u de toetsopdrachten als lesmateriaal gebruiken, al dan niet in gewijzigde vorm. Ook voor andere vakken is op de website [www.wetenschapsorientatie.slo.nl](http://www.wetenschapsorientatie.slo.nl) materiaal te vinden.

Kan het vak natuurkunde vwo-leerlingen mede voorzien van de academische vaardigheden, wetenschapsfilosofische inzichten en wetenschappelijke overzichtskennis die, ook vanuit hun toekomstperspectief, van hen verwacht mogen worden?

Zo ja, welke leerstof en (toets)opdrachten lenen zich daar dan het beste voor?

De navolgende hoofdstukken geven hierop een eerste antwoord.

Hoofdstuk 2 schetst de vakonderdelen waarmee het vak aardrijkskunde kan bijdragen tot de wetenschappelijke toerusting van de vwo-leerling. Deze wetenschapsoriëntatie omvat drie domeinen:

**A Academische vaardigheden**, zoals:

- onderzoeksvaardigheden
- informatievaardigheden
- argumentatievaardigheden
- presenteren
- evalueren
- reflecteren

**B Wetenschapsfilosofie**, waarbij vijf kernvragen centraal staan:

- (1) Hoe komt wetenschappelijke kennis tot stand?
- (2) Hoe wordt wetenschappelijke kennis gebruikt?
- (3) Hoe bepaal je de betrouwbaarheid van wetenschappelijke kennis?
- (4) Hoe beïnvloeden samenleving en wetenschap elkaar?
- (5) Mag alles wat kan?

**C Overzichtskennis**:

- de grote verhalen van de (natuur)wetenschap die iedereen moet kennen, zoals ecologie, evolutie, materie en het beïnvloeden ervan, zonnestelsel en heelal;
- binnen de samenleving actuele (natuur)wetenschappelijke thema's als: duurzaamheid, globalisering, informatietechnologie, gezondheid en zorg.

Hoofdstuk 3 presenteert voorbeelden van (toets)opdrachten die aansluiten bij een of meer van deze domeinen

## 2. Wat kunnen natuurkunde en wetenschapsoriëntatie voor elkaar betekenen?

Naast en in combinatie met andere vwo-vakken kan ook natuurkunde bijdragen tot de wetenschappelijke toerusting van de vwo-leerling. Hieronder worden de vakonderdelen geschetst waarmee het vak natuurkunde kan bijdragen tot de wetenschappelijke toerusting die het vwo de leerling dient te bieden.

Met betrekking tot wetenschapsfilosofie en –historie biedt natuurkunde aanknopingspunten voor de volgende kernvragen:

(1) *Hoe komt wetenschappelijke kennis tot stand?*

Voor sommige onderdelen van de natuur- en sterrenkunde is een verhaallijn te tonen over de totstandkoming van modellen en theorieën. Het ontstaan van de klassieke mechanica, de verschillende modellen voor de bouw van de materie, de kwantummechanica: dit zijn voorbeelden waarmee we de stapsgewijze ontwikkeling van de kennis kunnen laten zien. Namen als Newton, Curie, Rutherford, Bohr, Planck en Einstein kunnen die ontwikkeling illustreren. Het vwo-domein H biedt bij uitstek de mogelijkheid om de historie van de natuur- en sterrenkunde aandacht te geven.

Stapjes in zulke ontwikkelingen kunnen leerlingen zelf ervaren in activiteiten als onderzoek en modelleren.

(2) *Hoe wordt wetenschappelijke kennis gebruikt?*

Er zijn bijna geen gebieden van de natuurkunde die niet tot technische toepassingen hebben geleid. Domeinen als medische beeldvorming, biofysica en geofysica zijn duidelijke voorbeelden. Zelfs een gebied als de Kwantummechanica, dat vanuit een puur theoretische vraagstelling ontstond, kent tegenwoordig legio toepassingen, zoals de micro-elektronica en daaruit voortvloeiende ICT-toepassingen.

Stapjes in zulke ontwikkelingen kunnen leerlingen zelf ervaren in ontwerpactiviteiten.

(3) *Hoe bepaal je de betrouwbaarheid van wetenschappelijke kennis?*

Deze wetenschapsfilosofische vraag komt op een heel praktisch niveau aan de orde bij de eerste de beste meting die een leerling zelf doet. Hij kan ook bij complexere situaties terugkeren: hoe weet je dat iets waar is? Wat voor soorten fouten kunnen er in een experiment, observatie, omzetting in een formule, berekening gemaakt worden? Wat voor uitspraken kunnen we op waarnemingen baseren, welke zijn nog speculatief of ideologisch?

(4) *Hoe beïnvloeden samenleving en wetenschap elkaar?*

De maatschappelijke relevantie van de natuurkunde is duidelijk zichtbaar in haar toepassingen, van informatietechnologie tot energievoorziening, van medische toepassingen tot wapensystemen. Ook hebben de natuur- en sterrenkunde een indringende invloed op het moderne wereldbeeld gehad: van de modellen voor de allerkleinste deeltjes tot die voor de kosmos. Omgekeerd hebben ontwikkelingen in de samenleving de natuurkunde beïnvloed, zoals in de genoemde toepassingsgebieden. Belangrijk is ook dat de informatietechnologie op haar beurt een heel nieuwe tak van de natuurkunde mogelijk heeft gemaakt: de *computational physics*, een derde gebied naast de theoretische en de experimentele natuurkunde.

(5) *Mag alles wat kan?*

De vraag of iets wat kan, een technologische toepassing, ook mag, kan niet door de natuurkunde worden beantwoord. Maar hij kan wel gesteld worden bij toepassingen, en is



ook met regelmaat gesteld in de loop van de geschiedenis. En bij het beantwoorden van morele of politieke vragen is natuurkundige informatie vaak van essentieel belang, als onderdeel van de *risk assessment*. Zo kan er geen beleid gemaakt worden voor het klimaatvraagstuk als politici en bestuurders niet kunnen beschikken over betrouwbare resultaten van betrouwbare modellen, gevoed met betrouwbare gegevens.

Een andere kant van de vraag "mag alles?" komen we tegen rondom de modellen zelf. Een duidelijk voorbeeld is het conflict dat Galilei kreeg met de kerk, toen hij stelde dat de niet de zon om de aarde draait, maar de aarde om haar eigen as.

Het examenprogramma natuurkunde draagt alleen al door het subdomein A10 Kennisontwikkeling en –toepassing ("De kandidaat kan in contexten analyseren op welke wijze natuurwetenschappelijke, technologische en chemische kennis wordt ontwikkeld en toegepast") bij aan inzicht in deze kernvragen.

In deze vragen is natuurkunde nauw verwant met de andere natuurwetenschappen. De kenmerken die deze disciplines (of schoolvakken) verbinden zijn ook uitgewerkt in de publicatie *Samenhang in het natuurwetenschappelijk onderwijs voor havo en vwo* van de samenwerkende vernieuwingscommissies voor de bètavakken (Boersma e.a., 2011), en in de *Kennisbasis natuurwetenschappen en technologie voor de onderbouw vo* (Ottevanger, 2014).

De onderstaande tabel laat zien, aan welke domeinen van wetenschapsoriëntatie het vak natuurkunde in de tweede fase van het vwo een bijdrage kan leveren (kolom I), welke van die bijdragen centraal wordt geëxamineerd (kolom II) en welke deel zouden kunnen uitmaken van het schoolexamen (kolom III).

wetenschapsoriëntatie	natuurkunde		
	I	II	III
	onderdeel van de vakleerstof	onderdeel van het CE	onderdeel van het SE
<b>A Academische vaardigheden:</b>			
• onderzoeksvaardigheden	X	X	X
• informatievaardigheden	X	X	X
• argumentatievaardigheden	X	X	X
• presenteren	X		X
• evalueren	X	X	X
• reflecteren	X		X
<b>B Wetenschapsfilosofie</b> met betrekking tot vijf kernvragen:			
(1) Hoe komt wetenschappelijke kennis tot stand?	X	X	X
(2) Hoe wordt wetenschappelijke kennis gebruikt?	X	X	X
(3) Hoe bepaal je de betrouwbaarheid van wetenschappelijke kennis?	X	X	X
(4) Hoe beïnvloeden samenleving en wetenschap elkaar?	X		X
(5) Mag alles wat kan?	X		X
<b>C Overzichtskennis:</b>			
• de grote verhalen en ontdekkingen van de (natuur)wetenschap die iedereen moet kennen	X	X	X
• binnen de samenleving actuele (natuur)wetenschappelijke thema's	X	X	X

In het volgende hoofdstuk vindt u voorbeelden van opgaven voor het SE, in de vorm van bewerkingen van opgaven uit het CE natuurkunde, *Exaktueel* en het Staatsexamen ANW.



### 3. Wetenschapsoriëntatie in natuurkunde

Wetenschapsoriëntatie kan goed zichtbaar gemaakt worden aan de hand van toetsvragen. Hierna volgen voorbeelden van vragen die passen binnen domein A uit het examenprogramma natuurkunde. De voorbeelden zijn geënt op vragen uit het centraal examen, en voorzien van opgaven om toe of in te voegen in lessen of in het schoolexamen.

Voorbeelden van vragen die passen binnen domein A.

We kijken naar de onderstaande vragen:

1. Hoe komt wetenschappelijke kennis tot stand?
2. Hoe wordt wetenschappelijke kennis gebruikt?
3. Hoe bepaal je de betrouwbaarheid van wetenschappelijke kennis?
4. Hoe beïnvloeden samenleving en wetenschap elkaar?
5. Mag alles wat kan?

En naar deze vragen in relatie met domein A5 t/m A9:

kernvragen	1. Hoe komt wetenschappelijke kennis tot stand?	2. Hoe wordt wetenschappelijke kennis gebruikt?	3. Hoe bepaal je de betrouwbaarheid van wetenschappelijke kennis?	4. Hoe beïnvloeden samenleving en wetenschap elkaar?	5. Mag alles wat kan?
eindterm					
<b>A5. Onderzoeken</b>	x		x		
<b>A6. Ontwerpen</b>	x	x		x	
<b>A7. Modelvorming</b>	x	x	x		
<b>A8. Natuurwetenschappelijk instrumentarium</b>	x	x	x		x
<b>A9. Waarderen en oordelen</b>	x		x	x	x

In de toegevoegde antwoorden op de vragen wordt (d.m.v. nummering) verwezen naar deze vragen.

Er zijn een aantal bronnen gebruikt:

- CE-examenopgaven natuurkunde vwo, aangevuld met voorbeeldvragen;
- voorbeeldopgaven uit *Exaktueel*, eventueel aangevuld

## Voorbeeld Neutrino's

Zie CE natuurkunde vwo pilot, 2011-1

### *Opgave 1 Splejstof opsporen met neutrino's*

Als splejstof in een kernreactor wordt uranium-235 gebruikt. Deze isotoop heeft de eigenschap dat de kern splejt als er een neutron wordt ingevangen. Er ontstaan dan twee nieuwe kernen en een aantal nieuwe neutronen.

Bij een van de mogelijke splejtingsreacties ontstaan twee nieuwe neutronen en is barium-147 een van de splejtingsproducten.

Zie verder: [CE Natuurkunde vwo pilot, 2011-1](#), opgave 1

### Opgaven om toe of in te voegen

In 2011 berichtten Italiaanse onderzoekers dat zij hadden gevonden dat neutrino's soms sneller dan het licht konden bewegen. Later moesten zij toegeven dat er een aantal zaken niet goed waren gegaan en dat hun conclusie niet goed was geweest.

1p **5** Hoe wordt in de wetenschap nagegaan of een conclusie uit een uitgevoerd experiment correct is?

Lees de tekst in het tekstkader. Het IAEA houdt toezicht op het gebruik van kernenergie. Landen die de Convention on Nuclear Safety (de 'afpraak') ondertekenen verplichten zich om IAEA onderzoekers toegang te geven tot plaatsen die de onderzoekers willen bezoeken.

#### **IAEA**

Het Internationaal Atoom Energie Agentschap (IAEA) is er om het vreedzaam gebruik van splejstoffen te bevorderen en houdt internationaal toezicht op het veilig en vreedzaam gebruik van kernenergie. Het IAEA is een autonome organisatie binnen de Verenigde Naties. Met het ondertekenen van de Convention on Nuclear Safety heeft de Nederlandse overheid zich verplicht de nucleaire veiligheid en toezicht periodiek te laten toetsen door de overige landen die deze conventie hebben ondertekend. Het IAEA draagt zorg voor deze 'peer review' en ondersteunt de landen bij het waarborgen en verbeteren van de nucleaire veiligheid. In 2012 hadden 75 landen deze conventie ondertekend.

(bron: <http://epz.nl/kernenergie/veiligheid/toezicht/internationaal-atoomenergieagentschap-iaea>)

(bron: <https://nucleairnederland.nl/toezichthouders>)

In de een na laatste zin in het kader wordt gesproken over twee voordelen: 'waarborgen' en 'verbeteren' van de nucleaire veiligheid.

2p **6** Leg voor beide voordelen uit wat hiermee wordt bedoeld.

1p **7** Leg uit dat het opsporen van neutrino's gebruikt kan worden bij het internationaal toezicht.

### Correctievoorschrift

Voor vraag 1-4: [correctievoorschrift natuurkunde vwo 2011-1](#)

Voor vraag 5-7: zie onderstaand

(Kernvraag 1 en 3)

#### 5. Maximumscore 1

Voorbeelden van een antwoord:

- Belangrijk is de *herhaalbaarheid* van het experiment. Andere onderzoekers moeten het experiment in principe over kunnen doen en krijgen dan dezelfde resultaten.
- De mogelijkheid van 'peer-review', andere experts kijken of het experiment goed is uitgevoerd en of er eenzelfde conclusie uit komt.

(Kernvraag 4)

#### 6. Maximumscore 2

Voorbeelden van een antwoord:

- waarborgen: het garanderen van de veiligheid door de situatie te vergelijken met vastgestelde normen (1p).
- verbeteren: samen met andere landen nagaan hoe de veiligheid nog beter kan worden gemaakt (1p).

(Kernvraag 2 en 4)

#### 7. Maximumscore 1

Voorbeeld van een antwoord:

- Als er neutrino's worden gedetecteerd, weet je dat er ergens met kernenergie wordt gewerkt en kan de plaats onder internationaal toezicht komen.

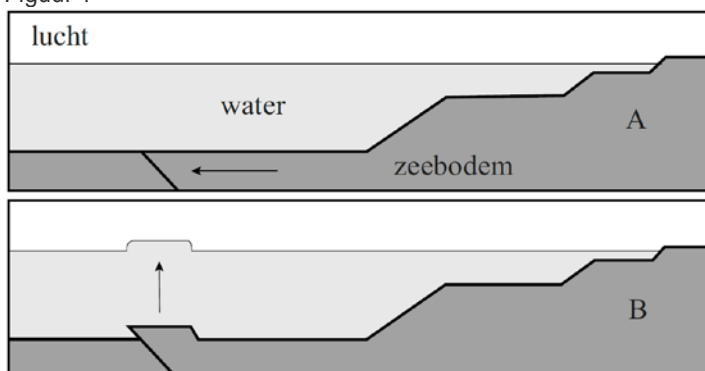
### Voorbeeld Tsunami

Zie [CE natuurkunde vwo pilot, 2014-1](#)

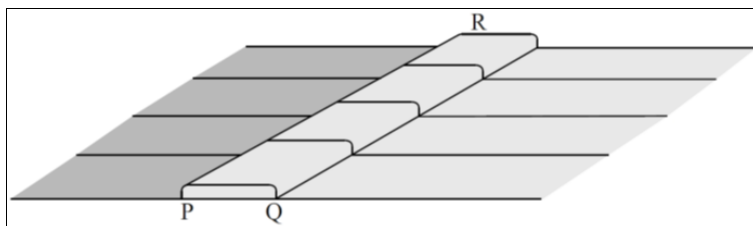
#### Opgave 1 Tsunami

Figuur 1 laat op een vereenvoudigde manier zien hoe een gedeelte van de zeebodem door een aardverschuiving plotseling omhoog komt. Het zeewater dat boven dat gedeelte zit, wordt omhoog gedruwd waardoor er een 'waterberg' aan het oppervlak ontstaat. Deze waterberg is meestal niet hoog, maar kan in de lengte en de breedte grote afmetingen hebben. Figuur 2 toont zo'n waterberg met zijn afmetingen, in perspectief. De figuren zijn schematisch en niet op schaal.

Figuur 1



Figuur 2



Zeeoppervlak in perspectief

PQ = 150 km

PR = 1200 km

hoogte waterberg = 1,8 m

Zie verder: [CE Natuurkunde vwo pilot, 2014-1](#), opgave 1, vraag 1-5

#### Opgaven om toe of in te voegen

Zeebevingen veroorzaken vaak een vloedgolf. Als deze vloedgolf het land bereikt, zal de golf schade aanrichten omdat er veel energie vrijkomt.

2p **6** Noem een tweetal maatregelen die genomen kunnen worden om zo min mogelijk schade te krijgen.

2p **7** Bedenk een tweetal waarnemingen op basis waarvan je op tijd een waarschuwing voor een tsunami af kunt geven.

In Groningen wordt aardgas gewonnen. Hierdoor kunnen aardbevingen worden veroorzaakt. De beslissing om wel of niet aardgas winnen op een plaats waar dit aardbevingen kan veroorzaken vraagt de afweging van verschillende belangen.

3p **8** Noem een belang voor het winnen van aardgas en noem een belang tegen het winnen van aardgas. Weeg de twee belangen tegen elkaar af en maak een gefundeerde keuze.

#### Correctievoorschrift

Voor vraag 1-5: [correctievoorschrift natuurkunde vwo 2014-1](#)

Voor vraag 6-8: zie onderstaand

(Kernvraag 4)

#### **6 Maximumscore 2**

Voorbeelden van antwoorden:

- zo min mogelijk bebouwing aan de kust;
- een vroege melding van een aankomende tsunami, mensen hebben de tijd om spullen op een veilige plek te brengen;
- aanleggen van dijken om de eerste vloedgolf qua energie te verminderen;
- aanleggen van ontsnappingswegen om zo snel mogelijk veel mensen te evacueren

Per maatregel: 1p (max. 2p)

(Kernvraag 4 en 5)

#### **7 Maximumscore 2**

Voorbeelden van antwoorden:

- drukverschillen op de bodem van de oceaan waarnemen;
- trillingen veroorzaakt door de zeebeving waarnemen;
- het terugtrekken van het water aan de kust.

Per voorbeeld: 1p (max. 2p)

(Kernvraag 1 en 5)

### 8 Maximumscore 3

Voorbeelden van antwoorden:

- voor: economisch belang, aardgasvoorziening, werkgelegenheid, ... (1p)
- tegen: veiligheid, veroorzaakt schade, .....(1p)
- afweging, gefundeerde keuze (1p)

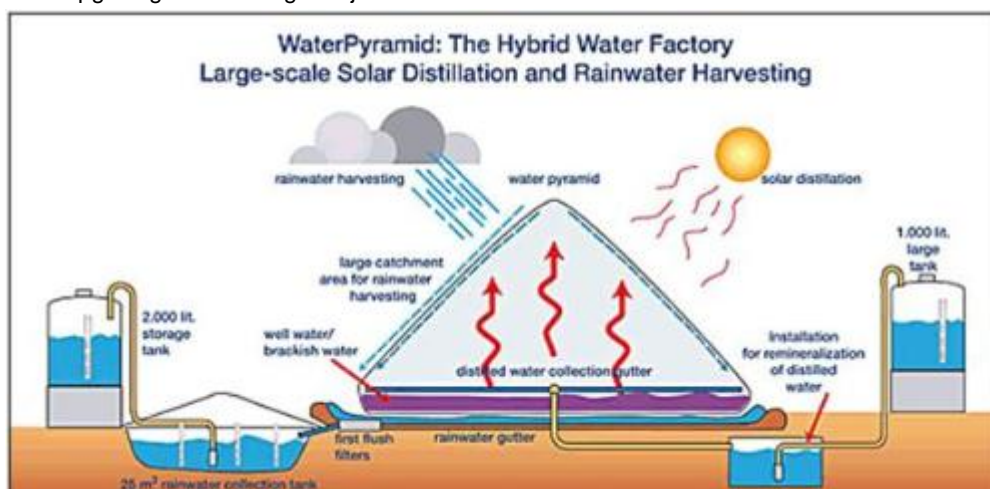
### Voorbeeld Slimme vinding: duurzame waterpiramides. Duizenden liters schoon drinkwater.

Deze opgave kan ook gebruikt worden als een inleiding op een practicum waar het gaat over watergebruik, energie om water te verwarmen of te laten verdampen, energie in het huishouden of iets dergelijks.

Bron: [Exaktueel](#) op natuurkunde.nl, gecorrigeerd naar: Dagblad de Pers, 1 juli 2009. Figuur: AAWS, Delft.

Twee grote witte tenten van 8 meter hoog en met een diameter van 30 meter zijn op dit moment met de boot vanuit Rotterdam op weg naar Indonesië. Deze zomer zullen op het eiland Pomana twee enorme Nederlandse waterpiramides de lokale bevolking van schoon water gaan voorzien.

Deze duurzame uitvinding van ingenieur Martijn Nitzsche zal daar worden gerealiseerd in een samenwerking van Nitzsches bureau Aqua-Aero Watersystems (AAWS) en advies- en ingenieursbureau MWH. De Wereldbank beloonde in 2006 de waterpiramide van AAWS met de innovatieprijs. De tent kan 1.000 liter schoon water per dag produceren. De piramide kan voor de zuivering toe met weinig energie. Het principe is eenvoudig: de ventilator die de tent staande houdt en de waterpomp aandrijft, werkt op zonne-energie. Het brakke, zoutige grondwater dat in de piramide wordt gepompt, verdampt als overdag de zon op het doek schijnt en de temperatuur in de tent oploopt tot vijfenzeventig graden. Het vuil en het zout blijven op de grond achter en het schone, zoete water druppelt langs de binnenkant van het doek naar beneden. De druppels worden vervolgens in een gootje opgevangen. Ook de buitenkant wordt benut. Als het regent, stroomt het water naar een reservoir waar het wordt opgeslagen voor drogere tijden.



Het project wordt grotendeels gefinancierd door Partners voor Water, een rijksprogramma dat is gericht op het bundelen van krachten om de internationale positie van de Nederlandse watersector te versterken.



Senior ingenieur Jan Spit van het Delfts advies-en ingenieursbureau MWH over de duurzame uitvinding: 'De mensen op Pomana hebben geen schoon drinkwater. Dat moeten ze helemaal van het nabijgelegen eiland Flores halen. Als onze piramides er staan, kan de lokale bevolking uiteindelijk beschikken over 2.000 liter water per dag dat gewoon uit hun eigen grond komt. Het is een prachtig project. Ik kan niet wachten om de piramide deze zomer samen met de lokale bevolking op te bouwen.

Wereldwijd hebben 1,1 miljard mensen geen goed drinkwater en 2,6 miljard mensen hebben geen fatsoenlijke sanitaire voorzieningen. De regeringsleiders van 189 landen ondertekenden in 2000 de United Nations Millennium Declaration, waaraan concrete ontwikkelingsdoelen zijn gekoppeld. Een daarvan luidt dat het aantal mensen zonder duurzame toegang tot veilig drinkwater in 2015 gehalveerd moet zijn.

zie ook:

- [http://www.aaws.nl/wp-content/uploads/2014/11/20110311\\_De\\_Pers\\_Drinken\\_uit\\_een\\_piramide.pdf](http://www.aaws.nl/wp-content/uploads/2014/11/20110311_De_Pers_Drinken_uit_een_piramide.pdf)
- [https://en.wikipedia.org/wiki/Water\\_pyramid](https://en.wikipedia.org/wiki/Water_pyramid)
- [https://www.youtube.com/watch?feature=player\\_embedded&v=JmR22yvhFe8](https://www.youtube.com/watch?feature=player_embedded&v=JmR22yvhFe8)
- [https://www.youtube.com/watch?feature=player\\_embedded&v=CsUgkkWJnoo](https://www.youtube.com/watch?feature=player_embedded&v=CsUgkkWJnoo)

#### *Vragen en opdrachten*

De illustratie komt uit het artikel *Duizenden liters schoon drinkwater*. Het stelt een doorzichtige tent voor met een hoogte van 8 m en een diameter van 30 m, en is bedoeld om schoon water te produceren.

- a. Hoe heet deze zuiveringsmethode?
- b. Welke energiebron wordt door dit apparaat benut?
- c. Waardoor komt het dat de temperatuur in de tent oploopt tot wel 75 graden Celsius?
- d. Hoe heet dit effect?
- e. Waarom zorgt die hoge temperatuur ervoor dat het apparaat beter werkt?
- f. Wat is remineralisatie en waarom is dat nodig?

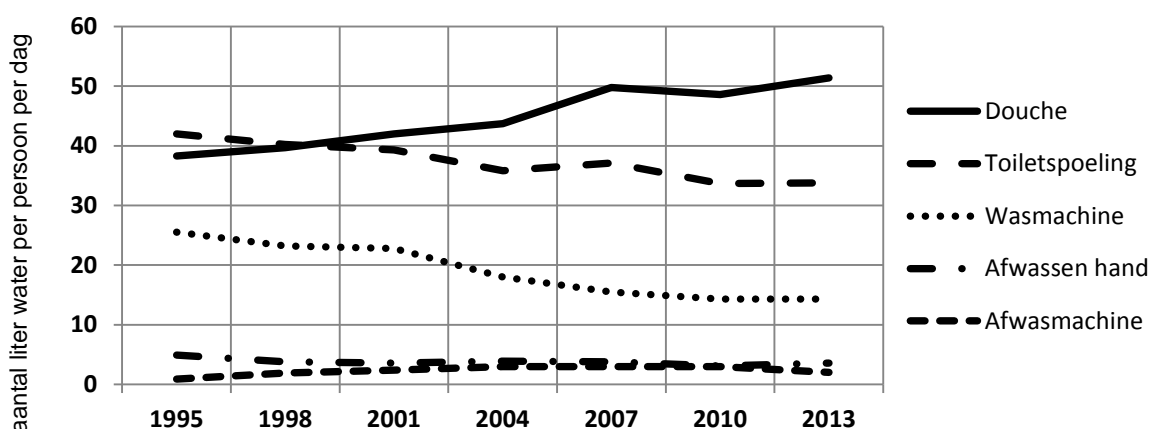
### Opgaven om toe of in te voegen

Meet de hoeveelheid water die je per dag gebruikt. Soms kun je het meten (bijvoorbeeld als je onder de douche staat: hoeveel water komt er in één minuut uit de douche), soms kun je het berekenen (bijvoorbeeld als je de wc doortrekt: hoe groot is de wc bak), soms kun je het schatten (bijvoorbeeld als je je tanden poetst).

Vul onderstaande tabel in en vergelijk deze met gegevens van de waterleidingbedrijven.

handeling	gebruik per keer	gebruik per persoon per dag
douche		
wastafel		
toilet		
wasmachine		

Hieronder zie je de landelijke gegevens van het watergebruik (aantal liter water per persoon per dag) in de verschillende jaren (bron: NIPO/VEWIN, 2014; PBL/aug2014 [www.clo.nl/nl003707](http://www.clo.nl/nl003707) of: <http://www.compendiumvoordeleefomgeving.nl/indicatoren/nl0037-Waterverbruik-per-inwoner.html?i=3-126>)



Een paar zaken vallen op:

- Het waterverbruik bij het douchen neemt toe in de loop van de jaren;
- Het watergebruik bij het spoelen van het toilet neemt af;
- Het watergebruik van een wasmachine neemt af;
- Het watergebruik van de afwasmachine is vergelijkbaar met het watergebruik van het handmatig afwassen en loopt iets terug in de loop van de jaren.

Als we spaarzaam met middelen willen omgaan is het zinvol om kritisch te kijken naar het watergebruik.

Beantwoord nu de volgende vragen:

- Komen jouw onderzoeksresultaten overeen met de landelijke gegevens? Zo niet, kun je aangeven wat de reden daarvoor is?
- Geef aan hoe jij kunt besparen op jouw watergebruik.
- Beschrijf kort waar jij water op wilt besparen en geef daar argumenten voor.

Antwoorden bij deze opdracht:

Voor de antwoorden op de vragen in de opgave in Exaktueel zie:

[Slimme vinding: duurzame waterpiramides.](#)

Bijgaande tabel kan dienen als vergelijking bij de tabel die de leerlingen zelf hebben ingevuld:  
(bron: <http://www.vitens.nl/vragen/Paginas/Wetenswaardigheden-Hoeveel-water-verbruiken-wep-per-dag.aspx>)

Handeling	Gebruik per persoon per keer	Gebruik per persoon per dag
Bad	114,3 liter	2,8 liter
Douche	64,8 liter	48,5 liter
Wastafel	4 liter	5,0 liter
Toiletspoeling	5,7 liter	33,7 liter
Wasmachine / vaatwasser	55,6 liter / 18,2 liter	15,4 liter
Afwassen met de hand	9,1 liter	6,1 liter
Voedselbereiding		1,4 liter
Water drinken		1,8 liter
Overig keukenkraan		5,3 liter

Mogelijke antwoorden op de drie toegevoegde vragen:

- Mogelijke antwoorden:
  - Vergelijking van de eigen meetresultaten met de landelijke gegevens: aangeven van de verschillen én overeenkomsten
  - Aangeven wat de reden zou kunnen zijn van verschillen: bijvoorbeeld: de douche heeft een waterbesparende douchekop, ik ga niet vaak naar het toilet, de wasmachine draait bij ons vrijwel continu
- Mogelijke antwoorden:
  - Aangeven waar het watergebruik hoog is (of hoger dan het landelijke gemiddelde);
  - Aangeven hoe je dan vervolgens kunt besparen, bijvoorbeeld door minder vaak te douchen, het toilet besparend maken (kleiner reservoir)
- Mogelijke antwoorden:
  - Kijken naar de lijst van de vorige vraag en een keuze maken;
  - Argumenten noemen om daarop te besparen, bijvoorbeeld ik douche al méér dan de gemiddelde mens, dat kan wel minder of: ons toiletreservoir is erg groot, met minder water kan het spoelen ook prima.

### Voorbeeld Baby's huilen op de toon van hun moeders taal

Onderzoekers hebben gevonden dat Duitse baby's met een andere melodie huilen dan Franse. Exaktueel formuleert een tiental vragen bij dat onderzoek op

<http://www.natuurkunde.nl/opdrachten/1180/exaktueel-babys-huilen-op-de-toon-van-hun-moeders-taal>. Hieronder een aantal suggesties om bij dat artikel toe of in te voegen.

De Duitse baby's huilen al drie dagen na de bevalling anders dan hun Franse leeftijdgenootjes. Deze constatering leidt tot een veronderstelling over het bewustzijn van de ongeboren baby's.

- 1p **1** Beschrijf die veronderstelling van de onderzoekers als ze constateren dat de baby's anders huilen
- 2p **2** Hoe zou je een controle-experiment kunnen uitvoeren om de conclusie te verifiëren?

De onderzoekers hebben het spontane gehuil van de baby's opgenomen, ze hebben de baby's niet gestimuleerd om te gaan huilen.

- 2p **3** Geef een *experimentele* en een *ethische* reden waarom hebben de onderzoekers dat niet hebben gedaan.

Mogelijke antwoorden op de drie toegevoegde vragen:

(kernvraag 1)

**1 Maximumscore 1**

De onderzoekers menen dat de baby's ruim voor de geboorte al geluiden kunnen waarnemen en opslaan. Ze onthouden de intonatie, en imiteren deze na de geboorte tijdens huilpartijen.

(kernvraag 3 en 5)

**2 Maximumscore 2**

Controle-experiment: bijvoorbeeld baby's blootstellen aan andere geluiden/andere talen en later nagaan of dat herkend wordt (mag dat?). Het gehuil van couveusebaby's nagaan, zij horen na de geboorte veel verschillende stemmen/andere talen.

(kernvraag 1 en 5)

**3 Maximumscore 2**

Experimenteel: ze hebben de baby's niet gestimuleerd om te gaan huilen omdat het geluid dan wellicht anders is (bijvoorbeeld als baby's angstig zijn of schrikken of pijn hebben of .....) en ethisch: het is niet verantwoord om baby's *met opzet te stimuleren* om te gaan huilen.

Deze vraag is ook voorgelegd aan leerlingen van 5V. Enkele antwoorden op de laatste drie vragen:

**Bij 1.**

- Ze proberen hun ouders na te doen.
- Dat de baby's drie maanden voor de geboorte al geluiden van buitenaf kunnen horen in de baarmoeder, waardoor ze de taal van de ouders horen en zich daaraan kunnen aanpassen/imitatie.
- De intonatie van de moeder heeft wel degelijk invloed op de intonatie van de huil van de baby.
- Dat het praten van moeder (met vader) wel degelijk invloed heeft op hoe een baby huilt.
- De baby's horen en slaan de geluiden die ze horen in de buik op.

**Bij 2.**

- Baby's bij de ouders weghalen en kijken welk geluid ze gaan maken (vanaf de geboorte) (dit is wel onethisch).
- Een baby in een omgeving waar niemand praat.
- Plaats de baby's na de geboorte in een gezin die een andere taal spreken (ook in de omgeving moet een andere taal worden gesproken).
- Proberen of een Duitse baby met een Frans gezin en dan kijken welke taal deze huilt.
- Baby's van zwangere stomme vrouwen onderzoeken.

**Bij 3.**

- Baby's zouden dan anders kunnen huilen dan normaal.
- Het is fout om een baby zomaar te laten huilen.
- Je haalt baby's bij de ouders weg.
- Je moet zorgen dat de baby niks hoort.
- Een baby huilt anders als hij honger heeft dan als hij schrikt.
- Je kan geen pasgeboren baby's van hun moeder scheiden.

# 4. Bronnen

## 4.1 Documenten

Boersma, K., e.a. (2011). *Samenhang in het natuurwetenschappelijk onderwijs voor havo en vwo*. Utrecht: Stichting Innovatie van Onderwijs in Bètawetenschappen en Technologie (IOBT) [www.betanova.nl/downloads/eindadviezen/Notitie\\_20Samenhang\\_20Natuurwetenschappelijke\\_20Vakken\\_20v14jan.pdf](http://www.betanova.nl/downloads/eindadviezen/Notitie_20Samenhang_20Natuurwetenschappelijke_20Vakken_20v14jan.pdf)

College voor Examens (2012). *Syllabus centraal examen 2016, natuurkunde vwo*. Utrecht: College voor Examens. [www.betanova.nl/downloads/syllabi/natuurkunde\\_vwo\\_2016.pdf](http://www.betanova.nl/downloads/syllabi/natuurkunde_vwo_2016.pdf)

Commissie Vernieuwing Natuurkundeonderwijs havo/vwo (2010). *Nieuwe natuurkunde, advies-examenprogramma's voor havo en vwo*. Amsterdam: Nederlandse Natuurkundige Vereniging. [www.betanova.nl/downloads/eindadviezen/Eindadvies\\_20Natuurkunde.pdf](http://www.betanova.nl/downloads/eindadviezen/Eindadvies_20Natuurkunde.pdf)

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

Jos Paus (2012). *Handreiking schoolexamen natuurkunde havo/vwo: bij het examenprogramma geldig vanaf schooljaar 2013-2014*. Enschede: SLO. <http://downloads.slo.nl/Repository/handreiking-schoolexamen-natuurkunde-versie-september%202013.pdf>

## 4.2 Sites

- [www.betanova.nl](http://www.betanova.nl)
- [www.natuurkunde.nl](http://www.natuurkunde.nl), bijvoorbeeld [www.natuurkunde.nl/zoeken](http://www.natuurkunde.nl/zoeken) → Exaktueel
- [www.cito.nl/onderwijs/voortgezet%20onderwijs/centrale\\_examens/schriftelijke\\_examens\\_havovwo](http://www.cito.nl/onderwijs/voortgezet%20onderwijs/centrale_examens/schriftelijke_examens_havovwo)
- [www.examenblad.nl](http://www.examenblad.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 en voortgezet onderwijs. De activiteiten van SLO bestrijken in principe alle vakgebieden.

Piet Heinstraat 12  
7511 JE Enschede

Postbus 2041  
7500 CA Enschede

T 053 484 08 40  
E [info@slo.nl](mailto:info@slo.nl)  
[www.slo.nl](http://www.slo.nl)

 [company/slo](https://www.linkedin.com/company/slo)

 [@slocommunicatie](https://twitter.com/slocommunicatie)

slo