

# Science in Intermezzo

## Blok 4: Energie



Naam: \_\_\_\_\_ klas: \_\_\_\_\_

*Tijdens het thema "energie" proberen we door het ontwerpen van een energie-neutraal huis meer te weten te komen over energie. Wat is energie? Welke vormen van energie heb je nodig om een huis te maken? Wat is er nodig aan grondstoffen? Hoe komen we daaraan? Wat is er allemaal nodig terwijl je er woont? En wanneer je het huis later afbreekt?*

veel van de tekst in deze bundel is (een bewerking) van nl.wikipedia.org

## **energie**

- wat is energie?
- vormen van energie - hoe komen we eraan?
- wat is klimaatverandering?
- wat is energieneutraal?

## **wonen**

- hoe werkt een huis nu?
- hoe wordt een huis gebouwd? materialen, transport, ...
- hoe komen we aan de grondstoffen?
- wat is er nodig terwijl je er woont?

## **energie-neutraal**

- wat kan er beter, welke oplossingen bestaan al?
- wat kun je nog meer bedenken?

## **ontwerpen**

- programma van eisen: aan welke eisen moet het ontwerp allemaal voldoen?
- schets-ontwerp, definitief ontwerp



*bolwoning van De Kleine Aarde, duurzaamheid anno 1974 <[lees hier meer](#)>*

## Tips voor zelfstudie

- Lees elk tekstblok aandachtig door, en bekijk ook de afbeeldingen goed.
- Klik door naar filmpjes met uitleg / illustratie en bekijk deze.
- Noteer elk **vet**- of *schuingedrukt* woord en elk woord dat je niet exact kent in een woordenlijst. Noteer achter elk woord in die lijst de betekenis / definitie.
- Stel zonodig vragen over wat je niet begrijpt in het <[vragenforum](#)> op de elo.
- Bij elk tekstblok horen *verwerkingsvragen*. Je treft deze achterin dit deel van de bundel. Maak deze vragen en lever ze telkens in op de elo.
- Bedenk dat je elke week twee lesuren plus huiswerktijd aan deze stof zou besteden, wees dus niet te snel tevreden!

***Lever elke week je gemaakte vragen en opdrachten in op het <[huiswerk- en opdrachtenforum](#)> op de elo.***

Voor Nieuws uit de Natuur is het belangrijk dat je voor een groep luisteraars presenteert. Daarom gaan we daar pas mee verder als we weer bij elkaar kunnen komen.

## Over energie

Een systeem bezit **energie** wanneer het in staat is om warmte, licht of beweging te produceren. [...] De SI-eenheid van energie is de **joule** (J). Energie wordt ook aangeduid als de mogelijkheid om arbeid te verrichten, of ruimer: de mogelijkheid om een verandering te bewerkstelligen. Energie kan ook gezien worden als essentiële natuurlijke hulpbron, aangezien ze geconsumeerd, geproduceerd en gebruikt wordt door levende wezens.

In veel processen wordt een soort energie in een andere *omgezet*. Zo wordt in een gaskachel de chemische energie in het gas omgezet in warmte. En tijdens het vallen van een voorwerp wordt zwaartekrachtsenergie (een vorm van potentiële energie) omgezet in bewegingsenergie. Een zwaluw zet de chemische energie in zijn voedsel om in bewegingsenergie van het vliegen (en in lichaamswarmte). Een generator of dynamo zet bewegingsenergie om in elektriciteit.

Vaak wordt energie verward met vermogen. **Vermogen** is echter energie *per tijdseenheid* (eenheid: Watt). Een gloeilamp met een vermogen van 100W (Watt) die 10 uur brandt, zet 1 kilowattuur (kWh) aan elektrische energie om in lichtenergie en warmte (1 kWh is  $1000 \times 3600 = 3600000$  J). Iemand die op een keukentrapje klimt heeft daarvoor theoretisch net zoveel energie nodig als wanneer hij even hoog springt. Het springen gebeurt in minder tijd en daarom is daarvoor wel meer vermogen nodig.

Er zijn talloze *vormen van energie* in deze wereld, bijvoorbeeld: bewegingsenergie, licht, warmte, elektriciteit en chemische energie. Opgeslagen energie noemen we **potentiële energie**.

Bewegingsenergie noemen we ook wel **kinetische energie**. Potentiële energie kan worden omgezet in kinetische energie, zodat bijvoorbeeld een elastisch aangedreven speelgoedauto gaat rijden. Vrijwel alle vormen van energie kunnen worden *omgezet* naar andere energievormen. Daarbij gaat nooit energie verloren, maar vaak ontstaat er bij een omzetting wel warmte. Warmte is een energievorm die lastiger is om te zetten in andere energievormen.



Door DemonDeLuxe (Dominique Toussaint) - Eigen werk, CC BY-SA 3.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=1031903>

De **wet van behoud van energie** is een natuurwet, die stelt dat de totale hoeveelheid energie in een geïsoleerd systeem te allen tijde constant blijft. Een direct gevolg hiervan is dat energie niet kan worden gecreëerd of vernietigd, maar alleen kan worden omgezet van de ene in de andere vorm, bijvoorbeeld van chemische energie naar kinetische energie. Een ander gevolg van deze wet is dat een *perpetuum mobile* alleen uit zichzelf kan blijven bewegen, indien het in het geheel geen energie afgeeft aan zijn omgeving - in de praktijk is dat onhaalbaar.

De **wet van behoud van energie** is een natuurwet, die stelt dat de totale hoeveelheid energie in een geïsoleerd systeem te allen tijde constant blijft. Een direct gevolg hiervan is dat energie niet kan worden gecreëerd of vernietigd, maar alleen kan worden omgezet van de ene in de andere vorm, bijvoorbeeld van chemische energie naar kinetische energie. Een ander gevolg van deze wet is dat een *perpetuum mobile* alleen uit zichzelf kan blijven bewegen, indien het in het geheel geen energie afgeeft aan zijn omgeving - in de praktijk is dat onhaalbaar.

**Vraag:** pas alle bovengenoemde begrippen toe op een zaklamp die op een tafel ligt.

## Hoe komen wij aan energie?

De meeste vormen van energie die wij kunnen gebruiken, zijn afkomstig van de *zon*. De energie in de zonnestraling (licht en warmte) die het aardoppervlak bereikt is 9000 keer zoveel als de hoeveelheid die alle 7 miljard mensen bijelkaar gebruiken. Zonne-energie kan rechtstreeks worden opgevangen met zonnepanelen, of indirect, met bv windmolens. *Fossiele brandstoffen* (steenkool, aardolie en aardgas) zijn eigenlijk ook zonne-energie: lang geleden legden planten de energie uit het zonlicht vast in chemische energie met behulp van *fotosynthese*. Dikke pakketten onverteerd plantenmateriaal voer onder druk vervolgens bruinkool en steenkool. Afgestorven plankton in de oceanen werd aardolie en aardgas.

Het **energievraagstuk** verwijst naar het probleem dat - vooral - de rijke landen steeds meer elektriciteit en warmte willen produceren terwijl de *voorraad fossiele brandstoffen* (kolen, gas en aardolie) steeds kleiner wordt. Bovendien draagt het gebruik van fossiele brandstoffen bij aan de *luchtvervuiling* en aan het *versterkte broeikaseffect*. Er wordt dus naarstig gezocht naar alternatieve, liefst *duurzame energiebronnen*, waarover veel maatschappelijke discussie is. *Waterkracht* is een energiebron, die in bergachtige gebieden op aarde al eeuwen wordt toegepast. De aanleg van stuwwerken kan echter wel leiden tot spanningen met de plaatselijke bevolking die, door de overheid gedwongen, moet verhuizen. *Getijdenenergie* is slechts enigszins rendabel op plaatsen waar de zee kust een geschikte vorm heeft en verstoort de natuurlijke getijdebeweging, wat invloed heeft op het milieu. *Zonne-energie* en *windenergie* zijn in principe onuitputtelijk, maar voorlopig nog niet voldoende om een volwaardig alternatief voor fossiele brandstoffen te vormen. *Kernenergie* die gewonnen wordt door kernsplijting kan in principe veel meer energie leveren, maar daaraan kleven bezwaren van het *radio-actieve afval*, de potentieel grote rampen bij *ongelukken* in kerncentrales (al is de kans daarop klein) en het in de hand werken van de *proliferatie van kernwapens*. Op de lange termijn ligt beheerste *kernfusie* in het verschiet als betrekkelijk schone, veilige en vrijwel onuitputtelijke energiebron, maar na tientallen jaren van onderzoek zijn de technische problemen daarin nog lang niet opgelost.



*Meer dan honderd meter hoge molens met windturbines in het landschap*



*Suikerriet in Brazilië. Hoewel steeds meer restmateriaal wordt gebruikt als **biobrandstof**, worden nog altijd oerwouden platgebrand voor plantages voor biobrandstoffen.*



***Zonnepanelen** op het platteland in Mongolië. Op afgelegen plekken is lokaal opgewekte energie van economisch belang.*



***Zonnecollectoren** zoals deze in Griekenland leveren warm water. Omdat ze technisch eenvoudig zijn worden ze ook al veel in ontwikkelingslanden gebruikt.*

**Duurzame energie** is energie waarover de mensheid voor onbeperkte tijd kan beschikken en waarbij, door het gebruik ervan, het leefmilieu en de mogelijkheden voor toekomstige generaties niet worden benadeeld. Vormen van duurzame energie zijn bijvoorbeeld zonne-energie, windenergie en aardwarmte.

Soms worden de termen duurzame energie en *hernieuwbare energie* als synoniemen gebruikt. Door anderen wordt er wel een onderscheid gemaakt: een hernieuwbare bron moet voor praktisch onbeperkte tijd te gebruiken zijn, een duurzame energiebron moet daarbovenop ook nog weinig milieuschade met zich meebrengen. In het Engels gebruikt men ook de term low carbon energy, 'CO<sub>2</sub>-arme energie'. Deze term wordt ook gebruikt ter beschrijving van energiebronnen die niet algemeen worden erkend als duurzaam of hernieuwbaar, zoals elektriciteit uit kolencentrales met CO<sub>2</sub>-afvang en -opslag, of kernenergie.

Wereldwijd werd in 2013 ongeveer 19% van de energie hernieuwbaar geproduceerd. De helft hiervan werd geproduceerd met moderne duurzame energietechnieken, de andere helft kwam uit *traditionele biomassa*. De grootste moderne energietechniek was waterkracht, welke goed was voor 3.8% van de wereldwijde productie.



*Een getijdenelektriciteitscentrale in Bretagne, Frankrijk*



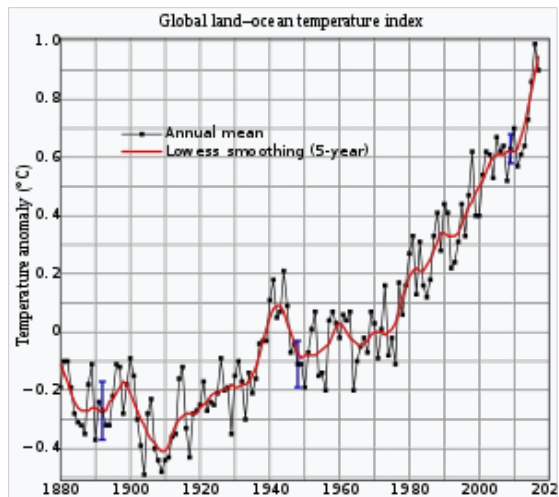
*De Aswandam in Egypte is een gewichtsdam*



*Kerncentrale Civaux van Électricité de France te Civaux in Frankrijk. Zichtbaar zijn een koeltoren en twee reactorhoepels.*

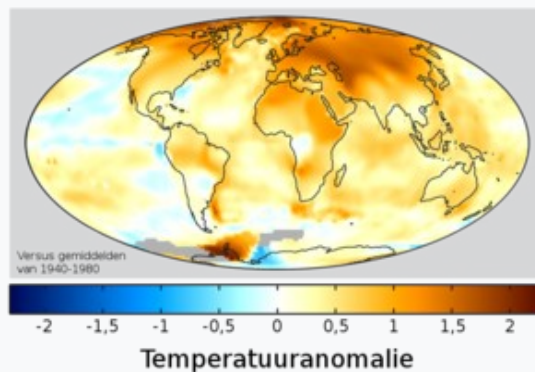
## Klimaatverandering

Onder **opwarming van de Aarde**, in België ook klimaatopwarming genoemd, wordt de stijging van de wereldtemperatuur sinds de 19<sup>e</sup> eeuw verstaan. De gemiddelde temperatuur van de aardse atmosfeer op grondhoogte is in de periode 1880 tot 2012 met ongeveer 0,85 °C (0,65-1,06 °C) gestegen. Deze opwarming gaat gepaard met andere mondiale klimaatveranderingen. Onder klimaatwetenschappers is het onomstreden dat gedurende de laatste decennia van de 20e eeuw de gemiddelde temperatuur op Aarde is toegenomen. Zij menen bovendien in grote meerderheid dat deze trend voornamelijk wordt veroorzaakt door een stijging van de concentratie *broeikasgassen* in de atmosfeer wat het gevolg is van *menselijke activiteiten* zoals het verbranden van fossiele brandstoffen, ontbossing en bepaalde industriële en agrarische activiteiten. Enkele wetenschappers zijn van mening dat natuurlijke variatie een belangrijkere reden voor de temperatuurstijging is dan menselijke activiteiten. Inmiddels zijn ook het publiek en politici in meerderheid de mening toegedaan dat er een klimaatprobleem bestaat en dat dit mede door menselijk toedoen is ontstaan. Modelberekeningen, geëvalueerd in de rapporten van het Intergovernmental Panel on Climate Change (**IPCC**), hebben voorspeld dat de temperatuur op Aarde in 2100 met 1,6 °C (0,9-2,3 °C) zal zijn gestegen ten opzichte van de temperatuur tussen 1850 en 1900 wanneer een ambitieus programma tot het verminderen van de uitstoot van broeikasgassen geïmplementeerd wordt. Andere emissiescenario's komen uit op temperatuurstijgingen tussen de 2,4 en 4,3 °C (1,7-5,4 °C) boven het *pre-industriële niveau*. Naar verwachting zouden met name temperatuurstijgingen van meer dan 2 °C grote veranderingen met zich meebrengen voor mens en milieu, onder andere door

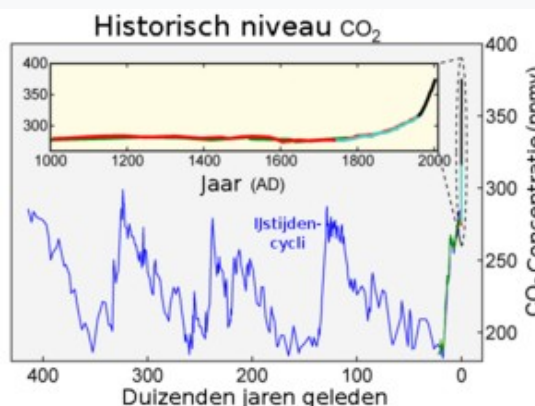


Gemiddelde temperatuur 1880-2016. Het gemiddelde van de periode 1951-1980 is als referentie genomen.

### Gemiddelde temperaturen van 1999-2008



Regionale verdeling van de mondiale temperatuurverandering in de periode 1999-2008 ten opzichte van het gemiddelde van 1940-1980.



De concentratie CO<sub>2</sub> is sinds de industriële revolutie sterk toegenomen.

*zeespiegelstijging*, toename van *droogte- en hitteperioden* en *extreme neerslag*. In 2015 kwam een groot panel van experts echter met een nieuwe conclusie. Ze stellen dat 1,5 als nieuwe limiet moet worden overwogen. De "**2-gradengrens**" was gebaseerd op enkele foute aannames, bijvoorbeeld dat de mensheid al eerder een periode met een dergelijke hogere gemiddelde temperatuur zou hebben beleefd en dat de ijskappen langzaam reageren op hogere temperaturen.

## **Wat kan er tegen klimaatverandering worden gedaan?**

### **Mitigatie**

Mitigatie (= matiging) is het menselijk ingrijpen om het vrijkomen van broeikasgassen uit bronnen te verminderen en de werking van zogenoemde *putten* te versterken. Met een put bedoelt men ieder proces, activiteit of mechanisme dat broeikasgassen uit de atmosfeer haalt. Voorbeelden van natuurlijke putten zijn de oceanen en bossen, die door hun opname van warmte en CO<sub>2</sub> als een natuurlijke hitte- en koolstofput kunnen dienen. De volgende maatregelen worden dus onder mitigatie geplaatst: het *verminderen van energieverbruik* door energiebesparende maatregelen te nemen, zoals het verminderen van consumptie en een verhoogde energie-efficiëntie; gebruik te maken van *minder milieubelastende vormen van energie*, zoals duurzame energie en kernenergie; en door CO<sub>2</sub> direct bij verbranding van fossiele brandstoffen of biobrandstoffen *op te vangen* en op te slaan. Broeikasgasemissies (gemeten in *CO<sub>2</sub>-equivalenten*) stegen gemiddeld in de periode tussen 2000 en 2010 2,2% per jaar, vergeleken met 1,3% per jaar in de periode 1970-2000.

### **Adaptatie**

Een andere maatregel is adaptatie, wat wordt gedefinieerd als: "het proces van aanpassen aan huidige of verwachte klimaatverandering". In menselijke systemen houdt dit in dat schade wordt beperkt, en dat voordelen kunnen worden benut. In natuurlijke systemen kunnen mensen de veranderingen faciliteren. Een gerelateerde term is de adaptatiecapaciteit: de mogelijkheid van systemen, organisaties, mensen en andere organismes om zich aan te passen aan de opwarming van de Aarde. Deze adaptatiecapaciteit kan onder andere verhoogd worden door betere socio-economische omstandigheden.

### **Geo-engineering**

Geo-engineering is het opzettelijk grootschalig aanpassen van het klimaat. Er zijn twee categorieën te onderscheiden: management van zonnestraling en verwijdering van CO<sub>2</sub> uit de lucht. Voorbeelden van beide zijn respectievelijk reflecterende sulfaatdeeltjes in de stratosfeer injecteren, en de Sahara vol planten met bomen. In 2014 verscheen er een onderzoek naar geo-engineering dat concludeerde dat alle methodes ofwel ineffectief waren, ofwel zeer grote bijwerkingen hadden en bij abrupt stoppen tot grotere opwarming zouden leiden dan in het geval dat er geen geo-engineering had plaatsgevonden.

### **Duurzaamheid**

Een algemeen erkende definitie van **duurzame ontwikkeling** is te vinden in het *Brundtland-rapport* ("Our Common Future" uit 1987):

“Sustainable development is development that meets the need for the present without compromising the ability of future generations to meet their own needs.” (Duurzame ontwikkeling is een ontwikkeling waarbij de huidige wereldbevolking in haar behoeften voorziet zonder de komende generaties te beperken om in hun behoeften te voorzien.)

## Duurzaam bouwen

Duurzaam bouwen is bouwen met duurzaamheid als doel. Zowel in de ontwerpfase, de bouwfase en de gebruiksfase als bij de sloop richt men zich op duurzaamheid.

Een duurzaam gebouw moet volgens de Nederlandse rijksoverheid idealiter:

- energie besparen
- (schaarse) materialen besparen
- water besparen
- een gezond binnenmilieu hebben
- weinig hinder opleveren wat betreft licht, geluid en dergelijke,
- niet tot vervuiling leiden, zoals CO<sub>2</sub>-uitstoot,
- uit materialen bestaan die men kan hergebruiken.

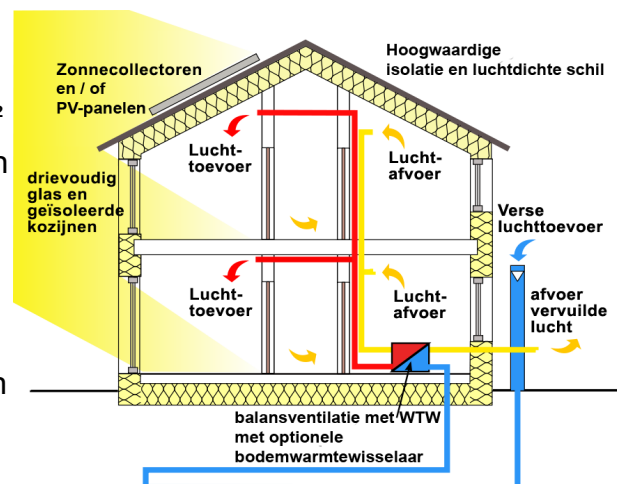
Om uniformiteit en duidelijkheid rond de term duurzaam bouwen te verkrijgen zijn binnen en buiten Nederland keurmerken en certificaten ontwikkeld. Onder meer het Nederlandse kennisinstituut TNO verricht onderzoek naar methodes voor duurzaam bouwen. Sommige concepten voor duurzaam bouwen, beheren en renoveren betreffen niet alleen afzonderlijke gebouwen maar grotere eenheden zoals woonwijken.

Vergaande energiebesparende vormen van duurzaam bouwen zijn het passiefhuis en de nulwoning.

## Passiefhuis

Een passiefhuis is een gebouw dat voldoet aan de eisen van het passiefhuis-certificaat. Alle passiefhuizen mogen niet meer dan 15 kWh/m<sup>2</sup> per jaar verbruiken voor ruimteverwarming. Een Nederlands passiefhuis gebruikt vier keer minder energie dan een Nederlands nieuwbouwwoning uit 2011 en stoot 54% minder CO<sub>2</sub> uit dan een nieuwbouwwoning. Ongeveer 1/3 van de menselijke CO<sub>2</sub>-uitstoot in West- en Midden-Europa wordt uitgestoten bij het gebruik van gebouwen.

Een aantal maanden per jaar hoeft een passiefhuis niet actief met een verwarmingssysteem te worden verwarmd. De totale benodigde warmte wordt in die maanden verkregen uit *passieve warmtebronnen*. De belangrijkste passieve warmtebronnen zijn de zon, bewoners en apparaten. Om de warmtewinst door de zon te optimaliseren worden – op het noordelijke halfrond – de meeste ramen aan de west-, zuid- en oostgevel gepositioneerd, terwijl ramen in de noordgevel zo veel mogelijk worden vermeden. De warmte van de passieve



warmtebronnen wordt door de goede *thermische isolatie* en goede *kierdichtheid* binnengehouden.

De principes van het passiefhuis zijn bedacht door de Zweedse professor Bo Adamson in de jaren zeventig. De Duitse professor Wolfgang Feist heeft in 1996 de Passiv Haus Institut in Darmstadt opgericht dat het certificaat "passiefhuis" en het rekenprogramma PassiefHuis ProjecteringsPakket (PHPP) heeft geïntroduceerd. Woningen, kantoren, ziekenhuizen en scholen kunnen het Passiefhuis-certificaat krijgen.

### **Kenmerken van een passiefhuis**

Om warmte te behouden is een passiefhuis goed *geïsoleerd*. Gevels met Rc-waardes van 10 m<sup>2</sup>K/W zijn geen uitzondering. Ook wordt er vaak drievoudig glas toegepast. Een voordeel van drievoudig glas is dat er geen koudeval optreedt. Hoe beter er wordt geïsoleerd, hoe groter (relatief) de warmteverliezen zijn bij *koudebruggen*. Naast dat hier dan veel warmte ontsnapt, kan er hier ook condens optreden, wat schimmelvorming kan veroorzaken. De grote uitdaging van een passiefhuis zit in het *luchtdicht* en *koudebrugvrij* krijgen van het gebouw. Het is dan ook belangrijk dat zowel in de ontwerpfase als in de uitvoeringsfase veel aandacht besteed wordt aan de uitvoeringsdetails, zoals de aansluiting tussen het dak en de muur en de aansluiting van de muur met deur- en raamkozijnen. Hiervoor is samenwerking tussen architect, installateurs en aannemers een vereiste.

Door de goede isolatieschil en goede luchtdichtheid is het onmogelijk om via *natuurlijke ventilatie* een gezond en behaaglijk gebouw te krijgen. Daarom wordt bij passiefhuizen gebruikgemaakt van *balansventilatie*. Om veel energie te besparen worden ventilatiesystemen in passiefhuizen geleverd met een WarmteTerugWinningsunit (WTW). Er bestaat een fabeltje dat bij een passiefhuis de ramen niet open kunnen, maar dit is een misverstand, want ramen kunnen in de meeste passiefhuizen gewoon open.

### **Nulwoning**

Een nulwoning, energieneutrale woning, balanswoning of CO<sub>2</sub>-neutrale woning is een woning die met een normaal leefpatroon en een hoog comfort niveau over een heel jaar gezien evenveel energie opwekt als hij verbruikt. Een nulwoning hoeft niet autonoom te zijn: 's zomers kan bijvoorbeeld de hoeveelheid energie teruggeleverd worden aan het elektriciteitsnet die 's winters daaruit verbruikt wordt.



Voor het maken van een nulwoning begint men met het energie gebruik te minimaliseren. Dit kan bereikt worden door vergaande isolatie, luchtdichtheid met balansventilatie en aardpijp (EWT), drievoudig glas, een *zuidelijke oriëntatie* van de woning en het gebruik van energiezuinige apparaten (passiefhuis-concept). Vervolgens gaat men op een energie-efficiënte manier de woning verwarmen en voorzien van warm water. Dit door het gebruik van bijvoorbeeld een *warmtepomp*, *thermische collectoren* en *warmtebuffers*.

De overige vraag naar energie wordt opgewekt met *hernieuwbare energie* (bijvoorbeeld zonnepanelen en/of een windmolen).

## Virtuele ecovilla

Om te oefenen voor je eigen ontwerp, en gewoon omdat het een leuke game is, tref je hier de link naar de Ecovilla game: <http://www.gamesvooronderwijs.nl/games/ecovilla/ecovilla-game/>

Je leert veel over welke vormen van energiebesparing en energieopwekking mogelijk zijn, en over wat de opbrengsten en kosten ervan zijn.

Let op: deze game is een beetje oud, en werkt alleen op computers waar Adobe Flash is toegestaan. Helaas kan dat niet op Apple computers! Vraag zonedig iemand erbij om je hiermee te helpen.

Maak notities over welke technieken jij gaat gebruiken in jouw eigen ontwerp. Zet deze notities op de elo.



*ecovilla*

## ***Creatieve opdracht: Ontwerp je eigen nulwoning.***

- Maak eerst een programma van eisen waaraan jouw nulwoning moet voldoen.

In een programma van eisen (PvE) staan ten minste de volgende zaken zo exact mogelijk omschreven:

1. functie van het gebouw
2. grootte van de functie (capaciteit van de functie waarvoor het gebouw de juiste grootte moet krijgen)
3. ruimtes
4. relatie tussen ruimtes
5. logistiek die bij de functie en de ruimtes hoort
6. wettelijke voorschriften die bij de functie horen en van invloed zijn op het (functioneren van het) gebouw
7. faciliteiten
8. comfort
9. uitstraling
10. vormgeving (wensen)

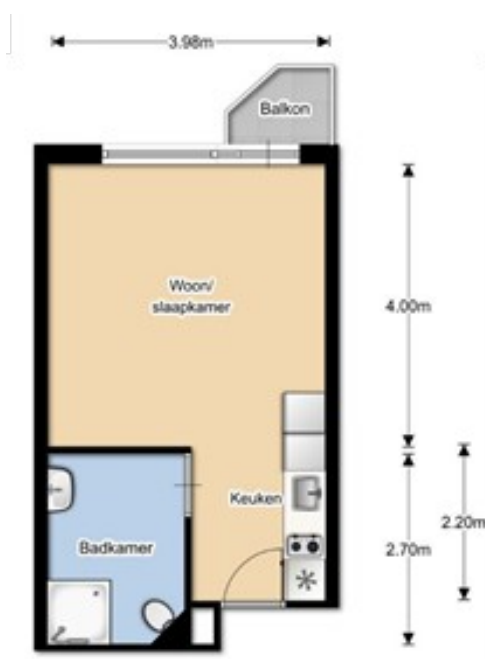
Beschrijf elk punt in meerdere zinnen. Wees zo exact mogelijk. Lever je PvE in op de elo.

- Maak vervolgens op A3-formaat een aantal schets-ontwerpen van jouw ideale woning.

Plaats van elke schets een foto of scan op de elo.

- Maak vervolgens op A3-formaat een technische bouwtekening op schaal van jouw ideale woning. Kies een geschikte schaal. Zorg ten minste voor buitenaanzichten van alle kanten, voor een verticale doorsnede en voor een plattegrond van elke verdieping.

Plaats van elke technische tekening een foto of scan op de elo.



Tip: zoek op in je science-bundel in blok 2 hoe je moet werken op schaal.



### Verwerkingsvragen bij blok 4: Energie

Let goed op **alle schuin- en dikgedrukte termen** in de tekst. Hierover kun je een vraag verwachten op de toets. De onderstaande verwerkingsvragen helpen je om alle belangrijke begrippen uit de tekst te begrijpen. *Schrijf zonodig verder op de laatste pagina.*

• bij pag.4:

1. Wat is energie? \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
2. Noem vijf verschillende vormen van energie en geef van elk een voorbeeld.  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
3. Geef drie voorbeelden van een energie-omzetting. \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
4. Wat is vermogen? \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
5. Wat verstaan we onder kinetische energie? \_\_\_\_\_
6. Wat is potentiële energie? \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
7. Wat is een perpetuum mobile? \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
8. Waarom kan een perpetuum mobile niet bestaan? \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

• bij pag.5+6:

9. Noem drie manieren om zonnestraling om te zetten in een andere energievorm.  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
10. Wat is een fossiele brandstof? \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
11. Welke drie problemen leiden tot het "energievraagstuk"? \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
12. Geef zes alternatieven voor fossiele energiebronnen, noem van elk een voor- en een nadeel. \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
13. Wat zijn het verschil en de overeenkomst tussen duurzame en hernieuwbare energiebronnen? \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

14. Wat is biomassa? \_\_\_\_\_

• *bij pag.7+8:*

15. Waaruit bestaat de klimaatverandering van de laatste anderhalve eeuw? \_\_\_\_\_

16. Welke drie oorzaken heeft deze klimaatverandering? \_\_\_\_\_

17. Welke drie gevolgen kunnen er door deze klimaatverandering optreden? \_\_\_\_\_

18. Hoe kan klimaatverandering worden beperkt? \_\_\_\_\_

19. Hoe zouden we ons kunnen aanpassen aan klimaatverandering? \_\_\_\_\_

20. Wat is er gevaarlijk aan geo-engineering? \_\_\_\_\_

• *bij pag.9+10:*

21. Geef een definitie van "duurzame ontwikkeling". \_\_\_\_\_

22. Wanneer is een gebouw duurzaam gebouwd volgens de Nederlandse overheid?

23. Hoe bouw je een passiefhuis? \_\_\_\_\_

24. Wanneer is een huis een nulwoning? \_\_\_\_\_

25. Wat kun je doen om te zorgen dat je huis een nulwoning wordt? \_\_\_\_\_

