

## Autarkisch huis

|   |   |
|---|---|
| <b>Vak</b>                                  | Natuurkunde   |
| <b>Schooltype / afdeling</b>                | onderbouw havo-vwo  |
| <b>Leerjaar</b>                             | leerjaar 3  |
| <b>Tijdsinvestering</b>                     | 3 lessen  |
| <b>Domein</b>                               | Energie   |
| <b>Denkwijze</b>                            | Duurzaamheid, Schaal en verhouding  |
| <b>Natuurwetenschappelijke vaardigheden</b> | Ontwerpen, Onderzoeken, Informatievaardigheden, Rekervaardigheden   |
| <b>Bron</b>                                 | <a href="http://nwvaardigheden.slo.nl/ontwerpen/energie/">http://nwvaardigheden.slo.nl/ontwerpen/energie/</a> |

### 1. Inleiding

Met zon- en windenergie binnen handbereik waren de mogelijkheden nog nooit zo groot als vandaag om onafhankelijk te zijn van energie. Dus bouw je eigen windmolen, leg je dak vol zonnepanelen en zorg voor een volledig geïsoleerd huis. Van oudsher wordt al gebruik gemaakt van hemelwater en grondwater, dus de watervoorziening kan ook geregeld worden. In deze opdracht worden leerlingen uitgedaagd om een zelfvoorzienende woning te ontwerpen en om daarvan een model te maken. Met welke factoren moet rekening worden gehouden? Is de plaats en de hoeveelheid beschikbare ruimte van belang? Hoe kan kou het beste buiten worden gehouden en warmte binnen? Met welk rendement kan groene energie omgezet worden in warmte en elektriciteit? Hoe kan dat berekend worden? Dat zijn vragen waarop leerlingen in deze opdracht een antwoord proberen te vinden.

### 2. Opdracht

#### Energiedroomhuis

##### Inleiding

Het energieverbruik loopt steeds verder op. Hoe lang kan dat nog doorgaan? Hoe lang hebben we genoeg energie voor iedereen? We gaan al wel zuiniger met energie om, maar we zijn er nog lang niet. We kunnen nog veel meer besparen op het verbruik.

##### Situatie

Marcel (13 jaar) gaat met zijn vader, moeder en zusje van 10 verhuizen. Ze kunnen een groot stuk grond kopen in de buurt van Winterswijk, met een stukje bos. Er mag op gebouwd worden, maar het probleem is dat er geen voorzieningen zijn. Er kan geen riolering, kabel, elektriciteitsaansluiting en waterleiding aangelegd worden.

Marcel vindt het geen probleem en hij wil er dolgraag gaan wonen. Het mag echter geen kamperen worden! Dat betekent dat hij voor de uitdaging staat een zogenaamd 'zelfvoorzienend huis' te ontwerpen. Zo'n huis heeft geen aansluitingen voor gas, water, elektriciteit en riolering nodig. Zo'n huis wordt ook wel een 'autarkisch huis' genoemd. Is het bouwen van een autarkisch huis eigenlijk wel haalbaar?

## Opdracht

Je gaat in een groepje van drie Marcel helpen bij zijn ontwerp. Daarvoor volg je onderstaande stappen.

- Lees met je groepje de situatie goed door.  
Schrijf in eigen woorden op, welke functionele eisen aan het ontwerp gesteld worden.
- Wijs een voorzitter, een tijdbewaker en een notulist aan.
- Oriënteer je op internet op het ontwerpen van een autarkisch huis. Gebruik als trefwoorden bijvoorbeeld autarkisch wonen, nulwoning, duurzaam leven en dergelijke. Kijk ook op de site <http://www.nulwoning.nl>. Daar lees je hoe een inwoner van Groenlo een energieneutraal huis bouwt (het wekt evenveel energie op, als het nodig heeft). Het huis zal waarschijnlijk zelfs meer energie opwekken dan het nodig heeft!
- Brainstorm over mogelijke oplossingen voor de vier onderdelen: elektriciteitsvoorziening, de verwarming, de schoon- en vuilwatervoorziening en het gft-afval. Schrijf de gevonden oplossingen in een ideeëntabel. Kijk of ideeën die met elkaar verband houden wellicht samengevoegd kunnen worden. Controleer of de gevonden oplossingen aan de eerder gestelde eisen voldoen.
- Bespreek met elkaar wat je al weet van de gekozen oplossingen en wat je eerst nog meer moet bestuderen. Vraag eventueel je docent te helpen om dit goed op een rij te zetten.
- Maak een ontwerpvoorstel met detailtekeningen en noteer mogelijke knelpunten.
- Maak een afspraak met je leraar om de uitwerking te bespreken. Laat hem/haar jullie plannen beoordelen voor je verder gaat met de opdracht.
- Maak een model van een autarkisch huis. Laat zien hoe de vier onderdelen in het huis een plek krijgen. Maak een voorbeeldberekening van de grootheden die hierbij een rol spelen. Geef aan in hoeverre de gekozen oplossingen rendabel zijn. Geef antwoord op de vraag of het op dit moment wenselijk en haalbaar is om een volledig zelfvoorzienend huis te bouwen. Maak hierover een kort verslag.  
Voor de vorm van het model kunnen jullie kiezen voor de volgende varianten: (3D-)tekeningen op papier of digitaal, maquette, pc-animatie of een combinatie daarvan. **Let op:** kijk goed naar je planning en de beschikbare tijd.
- Bereid de presentatie voor. Geef uitleg over het ontwerp, de gekozen voorzieningen en materialen en laat zien met berekeningen in hoeverre het huis energieneutraal en duurzaam is. Spreek je uit of op dit moment op grond van jullie resultaten het bouwen van een autarkisch huis wenselijk en haalbaar is en of de regering op korte termijn stimuleringsmaatregelen in haar beleid moet opnemen.
- Een deskundige op het gebied van bouwen en milieu gaat jullie ontwerp beoordelen. Je groepje krijgt 15 minuten 'showtijd' om het ontwerp te presenteren: de eerste 10 minuten licht je je ontwerp toe, daarna heeft de expert nog ongeveer 5 minuten om jullie vragen te stellen.

## 3. Toelichting voor de docent

In deze ontwerp-opdracht wordt leerlingen gevraagd om op basis van een analyse een creatieve oplossing te vinden voor een probleem, daarvoor een ontwerp te maken en dit te presenteren in de vorm van een model. Ook wordt de leerlingen gevraagd om een uitspraak te doen over de wenselijkheid en haalbaarheid van de geboden oplossing.

De opdracht gaat over het ontwerpen van een zelfvoorzienend huis, een autarkisch huis. Dit houdt in dat de woning op geen enkel stroom-, gas-, of waternetwerk wordt aangesloten. Door het toepassen van duurzame technieken moet het woonhuis zeer energiezuinig worden. Te denken valt aan zonnecollectoren en een warmtepomp voor de warmwatervoorziening en zonnepanelen voor de

elektriciteit, volledige isolatie van muren en dak, water van regen- en putwater. De zelfvoorzienende woning moet voldoende energie opwekken voor het eigen gebruik. Maar is het op dit moment al mogelijk een volledig zelfvoorzienend huis te bouwen of blijft er een zekere afhankelijkheid van nutsvoorzieningen aanwezig?

### **Vakspecifieke kennis**

Voor deze opdracht is kennis vereist over energie, verbranding, warmtetransport, isolatie(materialen), opwekken en transporteren van (duurzame) elektriciteit, milieuvervuiling waaronder broeikaseffect en verzuring van de zee door CO<sub>2</sub>.

### **Vakspecifieke vaardigheden**

Deze opdracht vereist ontwerp-, instrumentele en technische vaardigheden, zoals technisch tekenen. Maar ook worden wis- en rekenkundige vaardigheden gevraagd, zoals het rekenen met grootheden in formules en het werken met verhoudingen, in het bijzonder met schaal.

### **Suggesties**

De opdracht kan gegeven worden als een praktische opdracht bij een thema als 'Energie en milieu'.

Als inspiratie voor een mogelijke presentatievorm kunnen leerlingen gaan naar:

<https://prezi.com/uqfzveqixzwx/autarkisch-huis/>

## **4. Antwoordmodel**

Het meest duurzaam is als door middel van zonne-energie of windenergie en goede isolatie de woning kan worden voorzien van warmte en elektriciteit.

Van leerlingen wordt gevraagd om de haalbaarheid aan te tonen van het bouwen van een autarkisch huis. Dat kunnen zij doen door oplossingen te bieden en te beargumenteren waarom voor deze oplossingen is gekozen.

Zij beantwoorden daarmee vragen als:

Waarom deze:

- watervoorziening?
- warmtebron en warmtetoestel?
- elektriciteitsvoorziening
- isolatiematerialen?
- .....?

Vervolgens geven zij per onderdeel weer welke afwegingen er zijn gemaakt en waarom zij voor welke oplossingen hebben gekozen. Hieronder staan een aantal voorbeelden van mogelijke uitwerkingen. De uitwerkingen van de leerlingen zullen anders zijn, maar van belang is dat per onderdeel de afwegingen duidelijk zijn.

### **Watervoorziening**

Mogelijkheden zijn:

- grondwater

*Als leerlingen kiezen voor grondwater, dan spelen de volgende overwegingen een rol:*

**Kwantiteit:**

Doorgaans is er voldoende grondwater aanwezig. De diepte waar zich het grondwater bevindt, verschilt per geografisch locatie.

**Kwaliteit:**

Er is nooit zekerheid of het grondwater zuiver genoeg is om als drinkwater gebruikt te worden. Wel kan het water gebruikt worden als *grijs* water door het op te nemen in een apart watercircuit voor toiletspoeling, woningonderhoud en de wasmachine.

- regenwater

*Als leerlingen kiezen voor regenwater, dan spelen onderstaande overwegingen een rol:*

Kwantiteit: Kun je voldoende regenwater opvangen?

Voorbeeldaanpak:

het aanbod = regenhoeveelheid \* dakoppervlakte

Voor de geografische locatie kan de jaarlijkse regenhoeveelheid opgezocht worden.

Weegt dit aanbod op tegen het actuele watergebruik per jaar van het gezin?

Het gemiddelde watergebruik voor een gezin kan opgezocht worden en vervolgens vergeleken worden met het aanbod. Kan worden volstaan met regenwater?

**Kwaliteit:** Hoe kun je het regenwater drinkbaar maken ?

Regenwater is het beste water als men het op de juiste wijze opvangt en zuivert:

- een goed voorfilter om vervuiling van de tank te voorkomen
- een betonnen tank in de grond om verzuring en algen te voorkomen
- een nazuivering met een actief koolfilter.

Conclusie voor de haalbaarheid van een autonome watervoorziening kan zo iets zijn als:

Indien men een betrouwbare en comfortabele watervoorziening wil, kan regenwater in deze streken gebruikt worden, maar is een bijvulstelsel met grondwater aan te raden.

## Verwarming

- zonneboiler

Voor een deel kan zonneboiler zorgdragen voor de verwarming van het huis en van het drinkwater. De opbrengst van een zonneboiler kan berekend worden.

Zie bijvoorbeeld: <http://www.milieucentraal.nl/thema's/thema-1/energie-besparen/>, en dan navigeren naar zonneboiler.

- pelletkachel

Voor het andere deel kan gebruik worden gemaakt van biomassa als brandstof, bijvoorbeeld in de vorm van pellets, die als brandstof dienen voor een hydraulische pelletkachel.

Zie: <http://www.duurzaamthuis.nl/energie/verwarming/pelletkachel>

Conclusie kan zijn dat door het gebruik van een combi-boiler, die warmte levert door maximaal zonne-energie te benutten en ook kan werken met biomassa als brandstof, het verwarmen van het huis haalbaar maakt.

## Elektriciteit

- zonnecellen

In de zomer kunnen zonnecellen zorgen voor meer dan voldoende elektriciteit. In de meeste gevallen zou zelfs elektriciteit kunnen worden gegeven aan het elektriciteitsnet. Tot op heden is het nog niet zo goed mogelijk om elektriciteit op te slaan, hoewel de ontwikkelingen op dit gebied erg snel gaan. Berekend kan worden hoeveel elektriciteit er nodig is en hoeveel er opgewekt kan worden.

Zie ook <http://www.eco-housing.be/nieuwsbrief8.pdf>

- windmolen

Is mogelijk, maar is wel afhankelijk van geografische plaats en ruimte. De opbrengst kan berekend worden.

Zie bijvoorbeeld: <http://houhetwarm.nl/laatste-nieuws-kleine-windmolen/>

Conclusie kan zijn dat een combinatie van zonnecellen, windmolen en accu's als opslag net niet voldoende opleverd om te voldoen aan de elektriciteitsvraag op elk moment van het jaar. Zonnepanelen zijn vanuit een praktisch oogpunt meestal een betere keuze dan een windmolen. Voor windenergie kan men beter deelnemen aan een windmolenpark(je) in de buurt.

Zie ook:

<http://www.milieucentraal.nl/themas/bronnen-van-energie/duurzame-energiebronnen/windenergie/kleine-windmolens>

### **Isolatie**

- muren en dak volledig isoleren

Zie voor mogelijke natuurlijke materialen en vormen van isolatie <http://www.duurzaamthuis.nl>, en dan navigeren naar duurzaam wonen. De isolatiewaarden van materialen en manieren van van isoleren kunnen berekend worden. Isoleren betekent ook goed ventileren!

- drie-dubbel of drievoudige glazen ramen

Wat is beter dan dubbel glas? Drievoudig glas inderdaad. In nieuwbouw is het op weg de norm te worden. Belangrijk om te weten is dus dat de investering in driedubbel glas pas loont als de rest van het huis ook energiezuinig is ingericht. De isolatiewinst ten opzicht van dubbelglas kan berekend worden.

Conclusie is dat goed isoleren een grote bijdrage levert aan het in stand houden van een autarkische woning, maar daarbij moet er altijd een goed ventilatiesysteem geïnstalleerd zijn.

Tot slot geven leerlingen hun mening over de haalbaarheid en wenselijkheid van autarkische huizen. Zij geven aan welke afwegingen bij hun meningsvorming een belangrijke rol spelen, besteden aandacht aan het rendements- en duurzaamheidsvraagstuk en spreken zich uit over in hoeverre de overheid, eventueel in samenwerking met het bedrijfsleven, moet spelen bij de verdere ontwikkeling van zelfvoorzienende huizen en in hoeverre moet daarbij de gedachte aan een duurzame toekomst een rol spelen.

Bron: Heel veel informatie kan gevonden in de nieuwsbrieven van 'Het autonome huis', <http://www.hetautonomiehuis.be/>