

Duurzame Energie

Lessenserie voor de bovenbouw havo/vwo.

Leer-
ingmateriaal



Verdiepende lessenserie over duurzame energie. Je gaat je oriënteren op duurzame energie, zelf een zonnecel bouwen en een eigen onderzoek uitvoeren.

Ben Groenen
Martijn van Harreveld
Peter Kersten
Petra Schuurman

Inhoud

Les 1: oriëntatie op duurzame energie	2
A) Voor- en nadelen van duurzame energie	3
B) Energie-opwekking in Europa	5
C) Energie-eenheden	9
Les 2: Het bouwen van een zonnecel	12
A) Ter voorbereiding: werking van de Grätzel zonnecel	12
B) Practicum: het bouwen van een zonnecel	14
Les 3: Verdiepend onderzoek	18
A) Fotosynthese	19
B) Verdieping op de zonnecel	23
C) Verschillende typen zonnecellen	26
D) De zonnetoren	28
E) Windturbine	30
Les 4: Presentatie	36
Literatuurlijst	40

Les 1: oriëntatie op duurzame energie

In deze les ga je aan de volgende doelen werken:

- Het benoemen van verschillende duurzame manier om energie op te wekken
- Het benoemen van voor- en nadelen bij elke manier om duurzame energie op te wekken
- Kan je vertellen welke landen in Europa veel op een duurzame manier energie opwekken en hoe ze dat doen.
- Kan je vertellen hoe het in Nederland zit met het opwekken van duurzame energie, hoe doen we dat en hoeveel.
- Rekenen aan verschillende eenheden van energie en het berekenen van de energieproductie van zonnecellen.

A) Voor- en nadelen van duurzame energie

Gepubliceerd: 2 april 2014 19:33

Noorden wil meer duurzame energie opwekken

De noordelijke provincies Groningen, Friesland, Drenthe en Noord-Holland willen de komende jaren veel meer duurzame energie opwekken.

Het aandeel duurzame energie is er nu nog 8,4 procent, in 2020 moet dat 21 procent zijn. Het plan is woensdag aangeboden aan minister Henk Kamp van Economische Zaken.

Het Noorden is de eerste regio die een eigen plan neerlegt voor meer duurzame energie, zoals afgesproken in Nationaal Energieakkoord. Dat beoogt om in 2020 14 procent van het Nederlandse energiegebruik duurzaam op te wekken.

"Het Noorden is straks koploper", zei de Noord-Hollandse gedeputeerde Jaap Bond, ook voorzitter van het Bestuurlijk Overleg Noord-Nederland (BONN). Het aandeel duurzame energie loopt op tot 31 procent als ook de plannen voor windmolenparken voor de kust van Noord-Holland, Friesland en Groningen worden meegerekend.

De plannen betekenen onder meer dat de Eemshaven en de havens in Harlingen en Den Helder als uitvalsbasis gaan dienen voor de assemblage en de plaatsing en onderhoud van windturbines op zee, het verder ontwikkelen van de 'power to gas'-technologie (waarbij stroom wordt omgezet in gas) en allerlei energiebesparende maatregelen in woningen.

Werkgelegenheid

Volgens BONN betekent de omslag naar duurzame energie een flinke impuls voor de werkgelegenheid. De provincies kunnen rekenen op minstens 3.600 extra arbeidsplaatsen, zo is becijferd.

Minister Kamp juicht de noordelijke plannen toe. "Het combineren van het terugbrengen van CO2 uitstoot en het verzilveren van economische kansen is alleen mogelijk als verschillende regio's in Nederland meewerken aan het uitvoeren van het Energieakkoord. Het is heel goed dat de noordelijke provincies nu het voortouw nemen en vooroplopen bij het uitvoeren van het Energieakkoord."

Bron: ANP

B) Energie-opwekking in Europa

Gepubliceerd: 10 maart 2014 13:34

Nederland in achterhoede duurzame energie

Nederland behoort tot de Europese achterhoede wat betreft duurzame energie. Samen met drie andere landen was Nederland in 2012 binnen de Europese Unie het verst verwijderd van het streefpercentage duurzame energie per 2020.

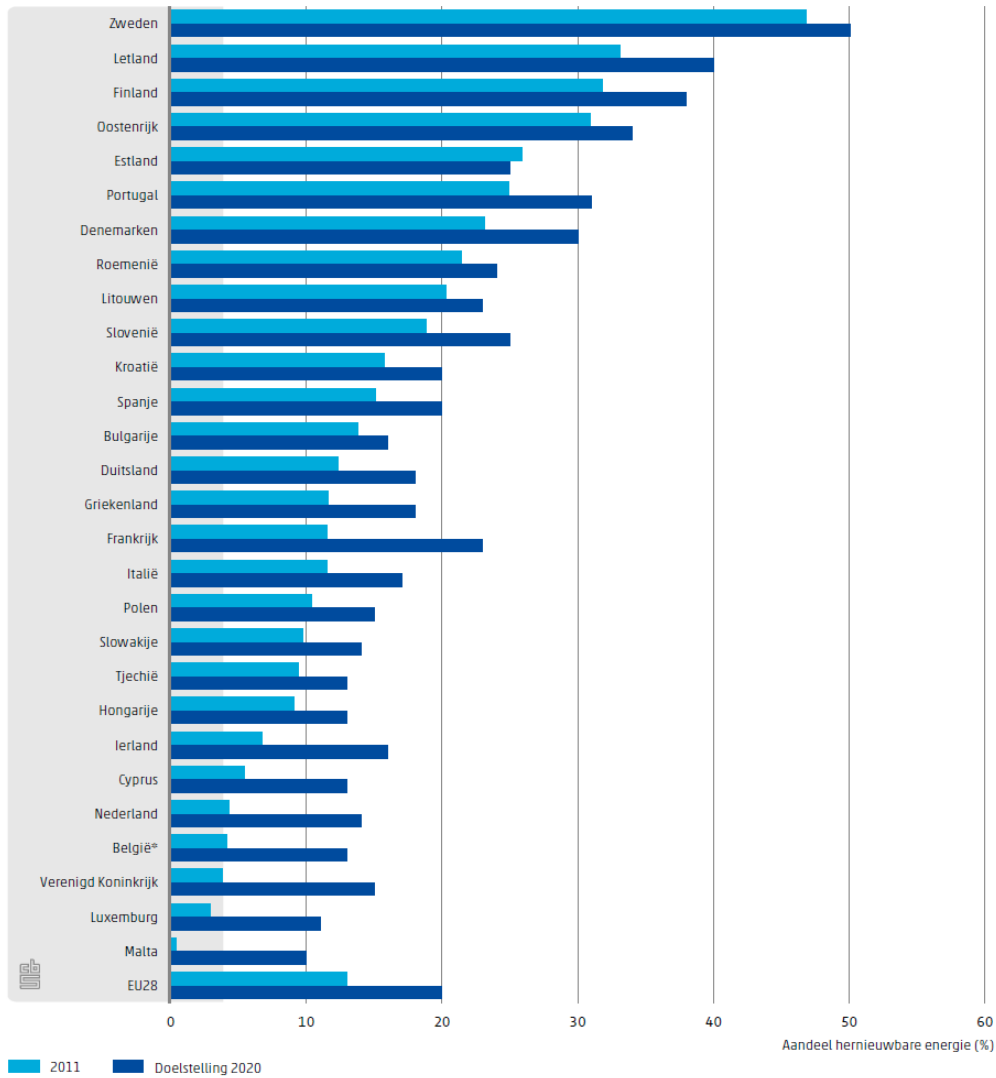
Dat blijkt uit maandag gepubliceerde cijfers van [Eurostat](#).

Van het totale energieverbruik in Nederland kwam in 2012 4,5 procent uit duurzame bronnen, zoals de zon, de wind of biomassa. Nederland heeft, ook in het energieakkoord, beloofd om dat in 2020 te hebben opgetrokken tot 14 procent.

Ook Groot-Brittannië, Frankrijk en Malta zijn nog verwijderd van hun doel.

Drie landen hebben hun doelstelling voor 2020 al bereikt. Estland was in 2011 de eerste. In 2012 zijn daar Zweden en Bulgarije bijgekomen.

2.5.1 Aandeel hernieuwbare energie in bruto energetisch eindverbruik



De gegevens zijn afkomstig van [CBS](#).

Vershil

Per land verschilt overigens het doel, afhankelijk van de mogelijkheden om energie op te wekken en de economische groei. Zweden had met 49 procent het hoogste gestelde percentage.

Luxemburg hoeft over zes jaar slechts elf procent van het energieverbruik duurzaam te hebben. Duitsland heeft zich 18 procent ten doel gesteld, en stond in 2012 op 12,4 procent.

Gemiddeld is in de Europese Unie 14,1 procent van de energieconsumptie duurzaam opgewerkt. In 2004 was dat 8,3 procent. Het doel is 20 procent in 2020.

Bron: ANP

- 5) Beschrijf in vier zinnen welke vorm van duurzame energieopwekking jou het meeste aanspreekt en leg uit waarom.

C) Energie-eenheden

Leerdoel

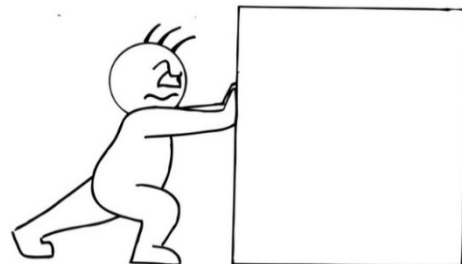
Door middel van een aantal vragen willen we je wegwijs maken met de verschillende eenheden die voor energie gebruikt worden. Ook leer je om de verschillende eenheden om te rekenen naar de standaardeenheid van energie. Je mag internet gebruiken om informatie te vergaren.

- 1) Wat is de internationale standaardeenheid (SI) van energie?
- 2) In onderstaand plaatje zie je een overzicht van de calorieën in 'Zaanse huisjes'. Reken het aantal kilocalorieën in één koekje om in de standaardeenheid van energie.

Voedingswaarde per 100 g	
energie	500 kcal
vetten	25 g
waarvan verzadigd	16 g
enkelvoudig onverzadigd	8,0 g
meervoudig onverzadigd	1,0 g
koolhydraten	61 g
waarvan suikers	34 g
vezels	5,0 g
eiwitten	7,0 g
zout	0,4 g

Deze verpakking bevat 9 koekjes. Een Zaanse huisje puur (14 g) bevat 70 kcal.

- 3) Met alles wat je doet verbruik je energie. Een vorm van energie die je eerder in de lessen natuurkunde bent tegengekomen, is arbeid. Als je bijvoorbeeld een kast 5 meter moet verplaatsen en je hebt daar een kracht van 200 Newton voor nodig. Hoeveel energie moet je leveren om dit voor elkaar te krijgen? Druk de hoeveelheid energie weer uit in de standaardeenheid van energie.



- 4) Hieronder zie je een energierekening. Je ziet dat de prijs wordt gegeven in kWh. Hoeveel is 1 kWh uitgedrukt in de standaardeenheid van energie?

Uw elektriciteitsverbruik in kWh

	Beginstand	Eindstand	Verbruik	
Enkel van 07-02-2013 t/m 30-01-2014	44.628	48.731	4.103 kWh	opgave klant

Uw elektriciteitskosten De vermelde prijzen zijn exclusief btw

Leveringskosten elektriciteit

€ 248,49

Vastrecht elektriciteit van 07-02-2013 t/m 30-01-2014	358 dagen x € 0,06331 = €	22,66
Elektriciteit Enkel van 07-02-2013 t/m 30-01-2014	4.103 kWh x € 0,05504 = €	225,83
Groene elektriciteit van 07-02-2013 t/m 30-01-2014	4.103 kWh x € 0 = €	

Netwerkkosten elektriciteit

€ 197,68

Capaciteitstarief elektriciteit van 07-02-2013 t/m 31-07-2013	175 dagen x € 0,51795 = €	90,64
Transportkosten 3x25A + 1x80A van 01-08-2013 t/m 31-12-2013	153 dagen x € 0,5178 = €	79,22
Transportkosten 3x25A + 1x80A van 01-01-2014 t/m 30-01-2014	30 dagen x € 0,4959 = €	14,88
Meterkosten Elektriciteit van 07-02-2013 t/m 31-07-2013	175 dagen x € 0,07392 = €	12,94

Belastingen elektriciteit

€ 171,31

Energiebelasting (0 tot 10.000 kWh) van 07-02-2013 t/m 31-12-2013	3.693 kWh x € 0,1165 = €	430,23
Energiebelasting (0 tot 10.000 kWh) van 01-01-2014 t/m 30-01-2014	410 kWh x € 0,1185 = €	48,59
Heffingskorting van 07-02-2013 t/m 30-01-2014	358 dagen x € -0,87293 = €	-312,51
Opslag duurzame energie (0 tot 10.000 kWh) van 07-02-2013 t/m 31-12-2013	3.693 kWh x € 0,0011 = €	4,06
Opslag duurzame energie (0 tot 10.000 kWh) van 01-01-2014	410 kWh x € 0,0023 = €	0,94

- 5) Neem aan dat je € 0,25 per kWh betaald. Hoeveel uur kun je een spaarlamp van 20 Watt laten branden voor € 0,50?

- 6) Een andere vorm van energie die wordt gebruikt is de elektronvolt (eV). Eén elektronvolt is gelijk aan $1 \text{ eV} = 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ J}$. Waar wordt deze eenheid gebruikt?

- 7) Soms geeft men er de voorkeur aan om een eenheid uit te drukken in zogenaamde basiseenheden.
- a) Wat zijn de 7 basiseenheden?
- b) De standaardeenheid van energie, de joule, is te schrijven als product van machten van deze basiseenheden. Geef aan hoe men dit doet.
- 8) Een gemiddelde zonnecel heeft een rendement van 10%. De gemiddelde energie die het zonnelicht bevat in Nederland is $1000 \frac{W}{m^2}$. Het energiegebruik in Nederland in 2012 was 3269 PJ. Gebruik dit en de bovenstaande gegevens om te berekenen hoe groot het oppervlak is dat nodig is om heel Nederland van zonne-energie te voorzien. Bereken hiervoor eerst hoeveel J, één vierkante meter zonnecellen per jaar produceert.

Les 2: Het bouwen van een zonnecel

A) Ter voorbereiding: werking van de Grätzel zonnecel

Als voorbereiding op het practicum 'zonnecellen bouwen', gaan jullie een filmpje bekijken over de werking van de Grätzel zonnecel (<http://vimeo.com/6237654>). Tijdens het bekijken van het filmpje beantwoord je onderstaande vragen: het filmpje mag tussendoor stil gezet worden.

- 1) Beschrijf in een paar zinnen hoe de versimpelde voorstelling van de werking van een zonnecel aan het begin van het filmpje wordt gegeven.

- 2) Uit welke lagen bestaat de zonnecel? Baseer je op het plaatje hiernaast. Vul bij nummers 2 t/m 6 een naam of omschrijving in.

1 – Doorzichtig glas (of plastic) dat de cel beschermt.

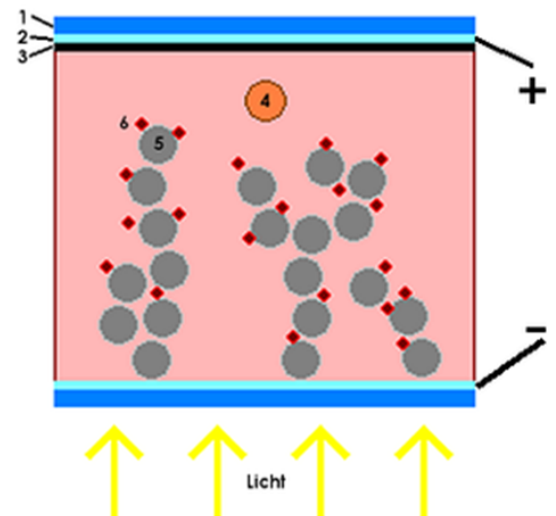
2 -

3 -

4 -

5 -

6 -



- 3) Waarom wordt er hibiscusthee gebruikt?

- 4) Wat gebeurt er als de laag titaandioxide wordt verwarmd?

- 5) In het glas zit een zogenaamde TCO-laag, wat is de functie van die laag?

- 6) Hoe wordt in het filmpje de werking van de elektrolyt oplossing beschreven.

- 7) Welke kant van de zonnecel moet naar de zon gedraaid worden?

- 8) Dit type zonnecel werd (pas) in 1991 uitgevonden door de Zwitserse professor Michael Grätzel. Noem het belangrijkste voordeel van de Grätzel zonnecel, t.o.v. andere type zonnecellen. Noem ook een nadeel van dit type zonnecel. Dit wordt niet in het filmpje verteld, maar je kunt dit op internet opzoeken.

B) Practicum: het bouwen van een zonnecel

In dit practicum wordt een Grätzel-zonnecel gebouwd, een kleurstof gesensibiliseerde zonnecel (in het Engels: dye sensitized solar cell, DSSC).

Dagelijks zien we in de natuur de meest fantastische zonnecellen, bijvoorbeeld groene groenten zoals spinazie, peterselie, de groene bladeren aan de bomen en algen. Met behulp van fotosynthese, zetten ze allemaal zonne-energie om in voor het leven zo belangrijke grond- en voedingsstoffen. Waarom zouden we dan niet spinazie met wat zonlicht gebruiken om elektrische stroom op te wekken? Dit gebeurt met de 'nanokristallijne kleurstof zonnecel', ook wel 'organische' of Grätzel-cel genoemd, naar de ontdekker professor Michael Grätzel. Dit nieuwe type zonnecel zet het zonlicht om in stroom. Dit wordt het fotovoltaïsch proces genoemd.

Het hart van deze zonnecel bestaat, net zoals bij het bladgroen van planten, uit kleurstofmoleculen. De beste tot nu toe bekende natuurlijke kleurstoffen zijn anthocyanen. Deze vind je bijvoorbeeld in bramen, frambozen, kersen en hibiscusbloemen. Om een efficiënte omzetting van zonlicht in stroom te krijgen is het echter beter een synthetische kleurstof te gebruiken. Deze synthetische kleurstof wordt gebruikt bij de commerciële ontwikkeling van dit nieuwe type zonnecel zoals je hebt kunnen zien in het filmpje over de Grätzel-cel bij de voorbereiding op het practicum in de vorige les.

Benodigheden

- Met je groepje ga je twee zonnecellen maken. Daarbij heb je voor de eerste zonnecel nodig:
 - Hibiscusthee uit de Man Solar set
- Voor de andere zonnecel maak je met je groep een keuze uit één van de volgende kleurstoffen:
 - 1 kopje sterke koffie
 - 1 glas (rode)vruchtensap
 - 1 glas rode wijn
- Verder heb je per groepje nodig:
 - 1 educatieve set Man Solar
 - 1 petrischaaltje
 - 1 waterkoker
 - 1 multimeter
 - 4 kabels met krokodillenbekjes
 - Plakband
 - 1 pipet
 - 1 föhn (of een alternatief voor het drogen van de aangebrachte laag op de zonnecel)
 - Aluminiumfolie
 - 1 bunsenbrander
 - 1 driepoot
 - 1 gaasje
 - 1 grijs potlood
 - 1 muziekaart

Stap 1: Bereiden van hibiscusthee en het kiezen van een kleurstof

Je gaat met je groepje twee zonnecellen maken. Eentje met hibiscusthee en eentje met een andere natuurlijke kleurstof. Uiteindelijk ga je de energieopbrengst van de twee zonnecellen met elkaar vergelijken.

Hibiscusthee

Doe wat theeblaadjes in een petrischaaltje en giet er heet water op. Laat de thee staan.

Maak met je groepje vervolgens een keuze uit één van de volgende drie kleurstoffen die je gaat gebruiken om de tweede Grätzel-zonnecel te maken.

1. Wijn

Schenk een glas rode wijn in.

2. Koffie

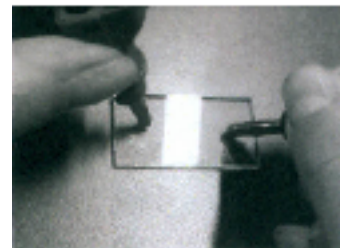
Zet een kop sterke koffie.

3. (Rode)vruchtensap

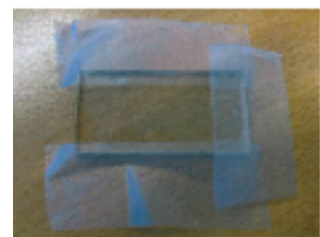
Schenk een glas (rode)vruchtensap in.

Stap 2: Meten van de elektrische weerstand van de glasplaatjes

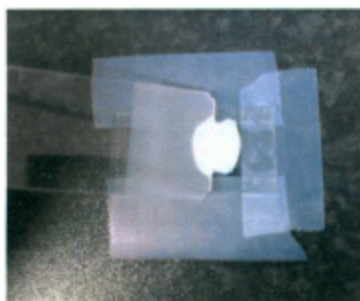
De glasplaatjes zijn aan één zijde voorzien van een elektrisch geleidende laag. Hiervoor zorgt een heel dun laagje opgedampt tinoxide. Deze zijde moet voor de bouw van de zonnecel worden gebruikt. Neem vier glasplaatjes en controleer of de geleidende kant van het glasplaatje boven ligt. Dit doe je als volgt: zet de multimeter in stand 200 Ω en houd de meetpennen op het glas (zie foto hiernaast). Als de geleidende kant boven zit, dan meet je een waarde. Als je de verkeerde kant boven hebt, krijg je foutmelding omdat de weerstand buiten het meetbereik valt.

**Stap 3: Afplakken van de glasplaatjes**

Plak drie randen van de elektrisch geleidende kant van de glasplaat af met plakband. Plak 2 mm over de rand aan de lange zijde van de glasplaat en 6 mm over de rand aan de korte zijde van de glasplaat. Doe dit bij alle vier de glasplaatjes.

**Stap 4: Maken van de min-elektrodes**

Je gaat twee min-elektrodes maken. Druppel met een pipet twee druppels titaan-dioxide (witte vloeistof) op een glasplaat. Strijk de twee druppels uit met het platte stukje plastic. Er moet een dunne gelijkmatige laag ontstaan. Föhn de laag in ongeveer drie minuten droog, 10 cm afstand houden. Haal het plakband er daarna af. Breng op deze manier een laagje titaan-dioxide aan op twee van de vier glasplaatjes.

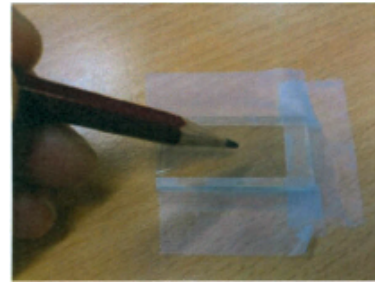


Stap 5: Sinteren (bakken) van de min-elektrodes

Leg het glasplaatje met de witte laag boven op een twee maal dubbel gevouwen stukje aluminiumfolie (dus vier lagen totaal). Leg deze op het gaasje in het hoekje. Maak een kleine, niet ruisende blauwe vlam met de bunsenbrander. Houd het gaasje net boven de top van de vlam. De witte laag wordt eerst bruin en dan weer wit. Dit duurt ongeveer een minuut. Leg het gaasje met het glasplaatje op een driepoot en laat rustig afkoelen. Als het te snel afkoelt, bestaat de kans dat het glasplaatje scheurt. Sinter op deze manier de de titaan-dioxide laag van de twee glasplaatjes.

**Stap 6: Het maken van de plus-elektrodes**

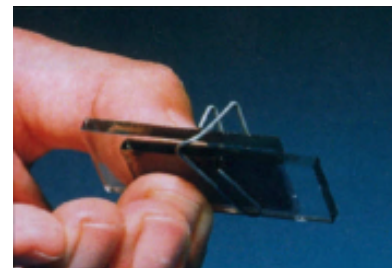
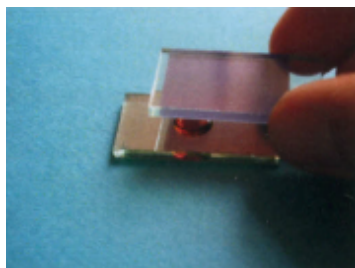
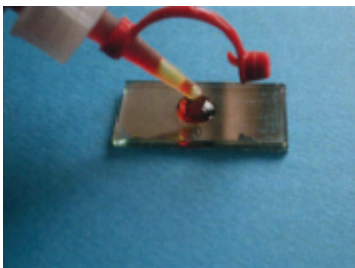
Je gaat twee plus-elektrodes maken. Kleur de andere twee glasplaatjes die je nog niet hebt behandeld met de titaan-dioxide zo volledig mogelijk met potlood. Blaas achtergebleven potloodpoeder eraf. Haal het plakband eraf. De plus-elektrodes zijn klaar.

**Stap 7: Afmaken min-elektrodes**

Zorg dat de glasplaatjes van de min-elektrode goed is afgekoeld. Leg het ene glasplaatje met de witte kant naar boven in de hibiscusthee. Leg het andere glasplaatje met de witte kant naar boven in de gekozen kleurstof (koffie, (rode)vruchtensap of rode wijn), zodat de glasplaatjes helemaal zijn ondergedompeld. Wacht 8 minuten, de witte laag is nu gekleurd. Haal de glasplaatjes er voorzichtig uit, spoel ze af onder de kraan en dep ze voorzichtig droog met een tissue (niet vegen of krassen).

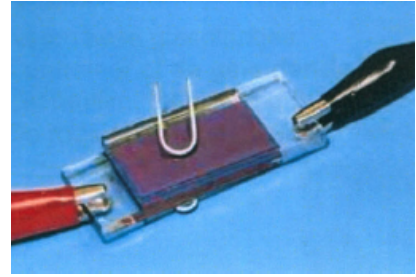
Stap 8: Elektrolyt aanbrengen

Leg het met potlood gekleurde glasplaatje met de potloodkant omhoog op tafel. Breng één druppel elektrolyt (jodium) op het glasplaatje. Leg hier bovenop voorzichtig het gekleurde glasplaatje met de gekleurde laag naar beneden. Aan beide zijden moet een stukje glas uitsteken. Bevestig het klemmetje uit de Man Solar kit gemaakt van een paperclip met de gebogen kant naar boven. Breng op deze manier ook het elektrolyt aan tussen de andere twee glasplaatjes.

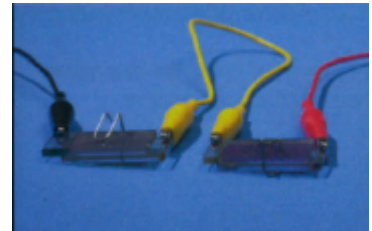


Stap 9: De zonnecel komt tot leven

Sluit de multimeter met de krokodillenbekjes op de kabels aan op de zonnecel. De zwarte draad op de min elektrode, de rode draad op de plus elektrode. Meet hoeveel stroom en spanning de zonnecel afgeeft als je hem onder een lamp legt of in de felle zon houdt. Doe dit voor beide zonnecellen.

**Stap 10: Geluid creëren met zonne-energie**

Haal de geluidsmodule uit de kaart. Sluit de zonnecel aan op de geluidsmodule en probeer met voldoende zonlicht de geluidsmodule te laten spelen. Als je te weinig spanning hebt met één zonnecel, kun je meerdere zonnecellen proberen te schakelen in serie.

**Stap 11: Welke kleurstof werkt het beste in de zonnecel?**

Vergelijk de waarde voor stroom en spanning die je hebt gemeten in stap 9 voor de twee zonnecellen die je met je groepje hebt gemaakt. Welke kleurstof geeft het beste resultaat? Welke zonnecel krijgt de geluidsmodule als beste werkend? Heb je een idee waarom de ene kleurstof beter werkt dan de andere?



Les 3: Verdiepend onderzoek

Introductie

Tijdens deze les ga je je verdiepen op een onderwerp naar je eigen keuze. Er zijn 5 onderwerpen waaruit je kan kiezen. Alle onderwerpen hebben te maken met duurzame energie. Afhankelijk van je keuze doe je een literatuuronderzoek (research op het web), of een praktisch onderzoek. Het laatste half uur van de les verwerk je je resultaten in een **presentatie**, die je tijdens les 4 gaat geven. Opdracht 5 is een korte opdracht, voor het geval er niet zoveel tijd beschikbaar is.

De *beoordelingscriteria* of *rubrics* voor je presentatie staan als bijlage toegevoegd na de opdrachten. Kijk hier dus naar bij het maken van je presentatie!

In het schema hieronder staan de 5 onderwerpen waaruit je kan kiezen.

Onderwerp	Omschrijving v/d opdracht	Type werkzaamheden / onderzoek en duur
Fotosynthese	Je leert meer over de biochemie van fotosynthese. Je zoekt online naar een onderzoeksproject over fotosynthese als energiebron	Literatuuronderzoek 90 min
Verdieping op de zonnecel	Je onderzoekt de invloed van de hoek van de zon op de zonnecel. Je onderzoekt welke plek het meest geschikt is voor zonnecellen	Praktisch onderzoek, klein gedeelte literatuuronderzoek 90 min
Verschillende typen zonnecellen	Je verdiept je in de werking van een silicium zonnecel. Je onderzoekt hoe de verschillende componenten van de zonnecel werken.	Literatuuronderzoek 90min
Zonnetoren	Je verdiept je in de werking van een zonnetoren. Je doet onderzoek naar de verschillende elementen(en hun functie) van een dergelijke energiecentrale.	Literatuuronderzoek 90 min
Windturbine	Korte opdracht: je bekijkt een filmpje over een windturbine en leert over de verschillende energie-omzettingen en onderdelen.	Geen presentatie 20-25min

A) Fotosynthese

Tijdens deze les leer je eerst meer over fotosynthese in planten. Daarna ga je een kort onderzoek doen naar mogelijkheden om deze techniek in de toekomst te gaan gebruiken als energievoorziening. Je maakt van je onderzoek een poster of presentatie die je dan in de volgende les gaat presenteren.

Fotosynthese is de manier van planten om zonne-energie te gebruiken. Planten halen energie uit zonlicht en zetten die via complexe mechanismen om in suikers, andere brandstoffen en bouwstoffen. Het is het belangrijkste proces voor vrijwel al het leven op aarde.

Opdracht 1

Waarom is fotosynthese ook van levensbelang voor mensen en dieren?

Fotosynthese is een ingewikkeld proces, bestaande uit meerdere chemische reacties. We onderscheiden 2 hoofdstadia: de lichtreactie en de donkerreactie.

Om een indruk te krijgen van de complexiteit van de lichtreactie bekijk je nu de animatie op <http://www.schooltv.nl/video/de-lichtreactie-het-eerste-deel-van-de-fotosynthese/> over de lichtreactie.

Opdracht 2

Schrijf hieronder de netto reactievergelijking (zoek op!) op voor de lichtreactie, waarin de stoffen ADP + P_i en NADP⁺ worden omgezet in de energierijke stoffen ATP en NADPH. Gebruik de afkortingen zoals in de biologie gebruikelijk zijn. (bijv. **ATP** en niet C₁₀H₁₆N₅O₁₃P₃)

Bekijk nu de animatie op <http://www.schooltv.nl/video/de-donkerreactie-het-tweede-deel-van-de-fotosynthese/> over de donkerreactie of Calvincyclus. De grondstof in deze reactie is CO₂. Bij deze cyclus ontstaat na drie omlopen *glyceraldehyde-3-fosfaat* (kortweg G3P). Dit is een suikermolecuul met drie koolstofatomen. Twee G3P-moleculen kunnen vervolgens worden omgezet in één molecuul glucose met zes koolstofatomen.

Opdracht 3

Geef hieronder de netto reactievergelijking (voor de vorming van 1 molecuul G3P) voor de donkerreactie. Gebruik de afkortingen zoals in de biologie gebruikelijk zijn.

Opdracht 4:

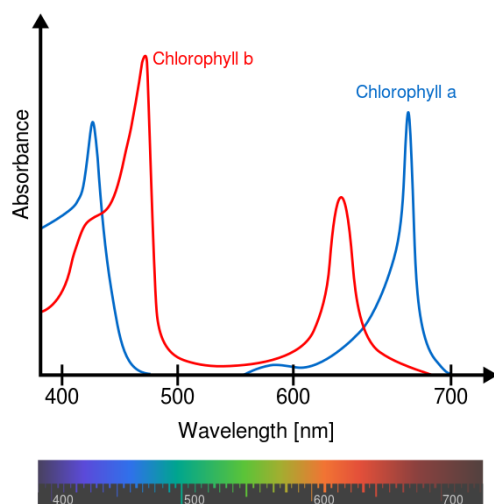
Zoals je hebt gezien is het belangrijkste eindproduct van de fotosynthese suiker. Hoe noemen we de energiesoort die daarin zit opgeslagen?

Opdracht 5

Geef een voordeel en een nadeel van deze energiesoort (vraag 4) ten opzichte van de elektrische energie uit zonnepanelen.

Opdracht 6

Hoe komt het dat de meeste planten groen zijn, en wat heeft dat te maken met fotosynthese? Geef hieronder uitleg. *Hint: onderstaand plaatje heeft hier alles mee te maken.*



Natuurlijke fotosynthese is een geweldig complex en mooi systeem dat aan de basis staat van alles wat leeft. Helaas gebruiken planten maar zo'n 0.5% tot 1% van de zonne-energie effectief. Geïnspireerd door de natuur proberen onderzoekers fotosynthese na te bootsen en efficiënter te maken om zo uiteindelijk schone alternatieve energiebronnen te ontwikkelen.

Twee veelbelovende onderzoeksgebieden hierin zijn:

- kunstmatige bladeren
- algen en bacteriën als brandstof

Kunstmatige bladeren zijn nog in een vroege ontwikkelingsfase: laboratoria, universiteiten e.d.

Informatie hierover is beperkt, meestal Engelstalig, en behoorlijk ingewikkeld.

Voor duidelijke Nederlandstalige informatie kijk op

http://www.biosolarcells.nl/onderzoek/kunstmatige_bladeren/

en bekijk de eerste video vanaf 15m50!

Algen en bacteriën worden op sommige plaatsen al gebruikt als brandstof, op kleine schaal weliswaar.

Informatie en voorbeelden van *algen en bacteriën als brandstof* kun je vinden op

<http://www.biosolarcells.nl/onderzoek/algen/>

<http://www.biosolarcells.nl/onderzoek/algen/verwante-onderzoeksprojecten-algen.html>

Opdracht 7

Kies een voorbeeld van een onderzoek of project m.b.t. algen of kunstmatige bladeren en beschrijf in je eigen woorden (in minimaal 10 regels) hoe dit werkt. Hou er rekening ermee dat je hierover een presentatie gaat maken.

Opdracht 8

Verwerk de resultaten van het onderzoek in een korte presentatie. De vorm van de presentatie is vrij, je mag hier zelf iets voor verzinnen. Voorbeelden zijn een poster, een prezi maar een animatie of een minicollege op het bord kunnen natuurlijk ook. Overleg even met je docent over de gekozen presentatievorm.

De volgende onderdelen moeten terug komen in de presentatie:

- Waarom hebben jullie voor dit onderzoek gekozen?

- Waarom is dit onderzoek relevant voor de rest van de leerlingen? Wat kunnen zij hiervan leren?
- Hoe hebben jullie onderzoek gedaan?
- Wat waren de resultaten?
- Wat hebben jullie hiervan geleerd? Wat moeten de toehoorders onthouden van deze presentatie?

Deze presentatie moet 10 minuten duren dus let daar op bij de voorbereiding. Vraag de docent naar de bijlage met het beoordelingsformulier zoals dat ook bij de uitvoering wordt gebruikt.

Voor een overzicht van het onderzoek in Nederland naar zonnecellen en andere toepassingen om zonne-energie te gebruiken, geïnspireerd op de natuur, kijk op deze website:

<http://www.biosolarcells.nl/>

Kunstmatige bladeren



"De beste plant is nep", kopte dagblad De Pers op 3 mei 2011. Daarmee doelde de krant op 'kunstmatige bladeren' die in BioSolar Cells worden ontwikkeld. Hierin wordt energie uit zonlicht direct omgezet in brandstof. Theoretisch is het met dit soort systemen mogelijk om tot meer dan veertig procent van de zonne-energie te benutten. In 2016 moeten er twee kunstmatige

bron: <http://www.biosolarcells.nl/>

B) Verdieping op de zonnecel

Subsidieregeling Zonnepanelen gesloten



Vragen over Zonnepanelen?

Bel: 088 042 42 42

U kunt geen aanvraag meer indienen Gesloten!

Het budget voor de Subsidieregeling Zonnepanelen is op 8 augustus 2013 uitgeput. Voor de regeling stelde het ministerie van Economische Zaken eerder dit jaar een budget beschikbaar voor 2012 en 2013. Dit budget bedroeg in totaal € 50.882.000,-.

Op 7 augustus 2013 waren er meer aanvragen ontvangen dan het beschikbare subsidiebudget. Na beoordeling van de ontvangen aanvragen was het mogelijk om subsidie te verlenen voor alle aanvragen die op of voor 7 augustus 2013 zijn ontvangen en aan de voorwaarden voldeden.

Onder de aanvragen die op 8 augustus 2013 ontvangen zijn, is inmiddels geloot door een notaris. Er kon nog subsidie verleend worden voor één aanvraag die op 8 augustus 2013 is ontvangen en aan de voorwaarden voldeed. Daarmee is de subsidieregeling Zonnepanelen definitief gesloten. Aanvragen is ook niet meer mogelijk.

Er zijn voorsnog geen voornemens om een soortgelijke regeling te openen.

Opdrachtgever(s)

De Rijksdienst voor Ondernemend Nederland voert de subsidieregeling Zonnepanelen uit in opdracht van het ministerie van Economische Zaken.

Bron: <http://www.rvo.nl/subsidies-regelingen/subsidieregeling-zonnepanelen-gesloten>

In het bovenstaande nieuwsbericht is te lezen dat de subsidie op zonnepanelen in 2013 een totaal budget had van 50.882.000 euro. Veel mensen hebben hiervoor een aanvraag ingediend en hebben het geld gebruikt om zonnepanelen op hun huis of bedrijfspand te installeren.

Hoe belangrijk is het waar die panelen geïnstalleerd worden? Wat is de ideale positie en locatie voor deze panelen? Wat zou je ongeveer op kunnen wekken aan elektriciteit in een jaar?

Dit zijn vragen waarop antwoord wordt gezocht in deze onderzoeksopdracht. De onderzoeksopdracht bevat een praktisch deel waarbij er metingen worden gedaan aan zonnecellen en een gedeelte waarbij er literatuur onderzoek wordt gedaan

Eindproduct:

Verwerk de resultaten van het onderzoek in een korte presentatie. De vorm van de presentatie is vrij, je mag hier zelf iets voor verzinnen. Voorbeelden zijn een poster, een prezi maar een animatie of een minicollege op het bord kunnen natuurlijk ook. Overleg even met je docent over de gekozen presentatievorm.

De volgende onderdelen moeten terug komen in de presentatie:

- Waarom hebben jullie voor dit onderzoek gekozen?
- Waarom is dit onderzoek relevant voor de rest van de leerlingen? Wat kunnen zij hiervan leren?
- Hoe hebben jullie onderzoek gedaan?
- Wat waren de resultaten?
- Wat hebben jullie hiervan geleerd? Wat moeten de toehoorders onthouden van deze presentatie?

Deze presentatie moet 10 minuten duren dus let daar op bij de voorbereiding. Vraag de docent naar de bijlage met het beoordelingsformulier zoals dat ook bij de uitvoering wordt gebruikt.

Opdrachten

Voor de praktische opdrachten kan er het beste buiten worden gemeten om de betrouwbare resultaten te behalen. Werk een aantal van de deelopdrachten uit met een kort meetrapport waarin beschreven wordt wat de opstelling was, welke apparatuur gebruikt wordt, wat de meetresultaten zijn en welke conclusie daaruit getrokken kan worden.

- 1) Onderzoek hoe de hellingshoek van de zonnecel ten opzichte van het invallende zonlicht van invloed is op het vermogen dat geproduceerd wordt. Formuleer eerst een bijpassende onderzoeksvraag. Maak aan de hand van je onderzoeksvraag een stappenplan. Ontwerp hiervoor een meetopstelling en laat dit alles controleren door de docent.
- 2) Onderzoek hoe de oriëntatie ten opzichte van de zon van invloed is op het vermogen dat geproduceerd wordt. Gebruik hiervoor eventueel een kompas. Controleer ook opnieuw wat de invloed is van het veranderen van de hellingshoek van de cel. Formuleer weer eerst een passende onderzoeksvraag en een stappenplan.
- 3) Onderzoek wat de gemiddelde zonlichtinval in Nederland is en welke manier dat varieert door het jaar heen (gebruik hiervoor bronnen zoals een atlas of statistieken van het KNMI). Bereken hiermee op vier momenten binnen een jaar wat de zonnecel op dat moment zou produceren. Bereken ook wat de zonnecel gedurende een heel jaar kan produceren.
- 4) Bekijk ook welke land een betere locatie zou zijn voor zonnecellen dan Nederland. Noteer eerst wat jouw eigen idee hierover is. Onderzoek of jouw idee klopt. Bedenk twee voordelen voor jouw land en twee nadelen. Onderzoek welke land optimale resultaten zou kunnen leveren.

C) Verschillende typen zonnecellen

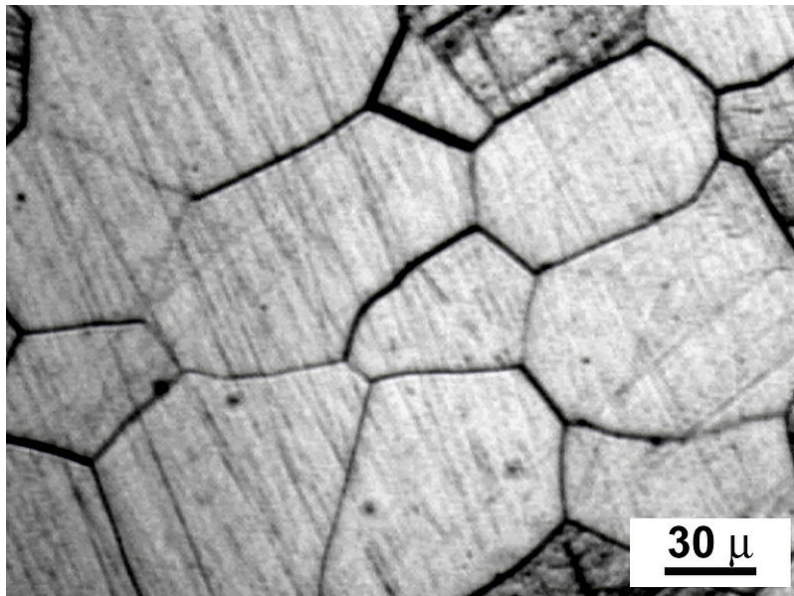
In de voorgaande lessen heb je kennisgemaakt met de Grätzel zonnecel of DSSC zonnecel. Dit type zonnecel is relatief nieuw en wordt op dit moment nog niet veel gebruikt in commerciële toepassingen. De meeste zonnecellen die je ziet op bijvoorbeeld daken van huizen zijn *silicium zonnecellen*.

Binnen de groep van silicium zonnecellen maken we ook weer onderscheid tussen '*monokristallijn silicium*' en '*polykristallijn silicium*'.

Monokristallijn silicium bestaat uit een ononderbroken kristalrooster van silicium. Het is dus eigenlijk één groot kristal, met niet of slechts heel weinig onzuiverheden. Vandaar ook de naam. Deze hoogwaardige vorm van silicium wordt ook gebruikt voor hoogwaardige elektronica zoals chips.

Monokristallijn silicium zonnecellen hebben het hoogste rendement van ca. 15-20%, maar zijn ook het duurste om te fabriceren.

Polykristallijn silicium bevat meerdere kristallen die tegen elkaar aanzitten. Tussen de verschillende kristallen zit de zogenaamde korrelgrens. Onder de microscoop kun je deze korrelgrens goed zien. (Zie afbeelding)



Polycrystalline crystal: bron: wikipedia

Zonnecellen van dit materiaal hebben een rendement tot ongeveer 10%, maar zijn goedkoper om te maken.

Een vorm van zonnecellen die de laatste jaren in opkomt is, is de zogenaamde '*thin film*' zonnecel. (TFSC) Deze vorm van zonnecel bestaat uit een of meerdere dunne laagjes lichtgevoelig materiaal op een substraat. Dat is de dikkere laag die eronder zit. De Grätzel zonnecel is ook een *thin film* zonnecel, met een organische (koolstofverbinding) kleurstof die het licht opvangt. Er bestaan ook vele andere typen *thin film* zonnecellen, met silicium, maar ook met andere anorganische (niet-koolstofverbinding) materialen.

Meer informatie is te vinden onder de onderstaande links:

<http://energyinformative.org/best-solar-panel-monocrystalline-polycrystalline-thin-film/>

http://en.wikipedia.org/wiki/Solar_cell#Practical_materials

Opdracht 1

Onderzoek hoe de kristallijne zonnecel met silicium werkt. Je moet kunnen uitleggen wat n-type en p-type silicium is, en hoe deze verschillende typen worden gemaakt. Wat zijn de verschillen en overeenkomsten met de Grätzel zonnecel? Denk aan de verschillende componenten die jullie zelfgebouwde cel had en vind je deze ook terug in de silicium zonnecel.

Opdracht 2

Verwerk de resultaten van het onderzoek in een korte presentatie. De vorm van de presentatie is vrij, je mag hier zelf iets voor verzinnen. Voorbeelden zijn een poster, een prezi maar een animatie of een minicollege op het bord kunnen natuurlijk ook. Overleg even met je docent over de gekozen presentatievorm.

De volgende onderdelen moeten terug komen in de presentatie:

- Waarom hebben jullie voor dit onderzoek gekozen?
- Waarom is dit onderzoek relevant voor de rest van de leerlingen? Wat kunnen zij hiervan leren?
- Hoe hebben jullie onderzoek gedaan?
- Wat waren de resultaten?
- Wat hebben jullie hiervan geleerd? Wat moeten de toehoorders onthouden van deze presentatie?

Deze presentatie moet 10 minuten duren dus let daar op bij de voorbereiding. Vraag de docent naar de bijlage met het beoordelingsformulier zoals dat ook bij de uitvoering wordt gebruikt.

D) De zonnetoren

Een nieuwe vorm van zonne-energie die in ontwikkeling is, is de zonnetoren. De eerste energiecentrale met deze techniek is gebouwd in Spanje bij Sevilla in 2006 (zie afbeelding). Inmiddels zijn er meerdere zonnetorens gebouwd in verschillende landen. Door gebruik te maken van parabolisch gevormde spiegels die met de zon meedraaien wordt al het zonlicht gereflecteerd naar een collector bovenin de toren.



De zonnecentrale PS10 (Planta Solar 10) bij het Spaanse Sevilla

bron: <http://kitskinny.files.wordpress.com/2013/09/tour5.jpg>

De zonne-energie wordt in de collector opgevangen. Er zijn verschillende manieren waarop deze energie wordt omgezet naar elektriciteit. Dit verschilt per centrale.

Opdracht 1

Onderzoek wat deze manieren zijn en waarin ze verschillen. Denk hierbij aan de volgende dingen:

- welke energie-omzettingen vinden er plaats, en welke apparaten en stoffen/materialen worden daarbij gebruikt. Wat is het rendement van de verschillende omzettingen?
- kan de centrale ook stroom leveren als de zon niet schijnt? ('s nachts of bij bewolking)
- Wat zijn de overeenkomsten met een "ouderwetse" kolencentrale?

Opdracht 2

In totaal zijn er 624 spiegels bij deze centrale, elk met een oppervlakte van 120m^2 . Bereken het *theoretisch* maximaal vermogen dat deze centrale kan opwekken in MW. Onderzoek daarvoor eerst wat het vermogen van de zon is op het aardoppervlak.

In werkelijkheid levert deze centrale 11MW.
Geef een verklaring voor dit verschil.

Opdracht 3

Verwerk de resultaten van je onderzoek in een korte presentatie. De vorm van de presentatie is vrij, je mag hier zelf iets voor verzinnen. Voorbeelden zijn een poster, een prezi, maar een animatie of een minicollege op het bord kunnen natuurlijk ook. Overleg even met je docent over de gekozen presentatievorm.

De volgende onderdelen moeten terug komen in de presentatie:

- Waarom hebben jullie voor dit onderzoek gekozen?
- Waarom is dit onderzoek relevant voor de rest van de leerlingen? Wat kunnen zij hiervan leren?
- Hoe hebben jullie onderzoek gedaan?
- Wat waren de resultaten?

Wat hebben jullie hiervan geleerd? Wat moeten de toehoorders onthouden van deze presentatie. Deze presentatie moet 10 minuten duren dus let daar op bij de voorbereiding. Vraag de docent naar de bijlage met het beoordelingsformulier zoals dat ook bij de uitvoering wordt gebruikt.

E) Werking van een windturbine

Voor de rest van deze opdrachten wordt er verder gekeken naar twee manieren van energieopwekking die veel om jou heen voorkomen. De volgende opdrachten gaan over een windmolen en de manier waarop bij zo'n molen energie opgewekt wordt. Daarna komen er een aantal opdrachten ter voorbereiding op het practicum in de volgende les.

- 1) Maak een schets van een windmolen en de manier waarop je denkt dat hierbij energie opgewekt wordt.

2) Bekijk eerst het volgende filmpje https://www.youtube.com/watch?v=YCpGQ_aMb7I.

Beantwoord daarbij de volgende vragen.

- In het begin wordt er gezegd dat de meeste windmolens een horizontale as hebben. Schets hoe een windmolen met een verticale as eruit zou zien. Zoek deze daarna op.

- Er wordt gezegd dat de meeste molens drie bladen hebben, zouden er ook molens met twee of een blad bestaan? Leg uit waarom je denkt dat dit wel of niet kan.

- Waarom kunnen zowel de turbine zelf, als de bladen roteren om verschillende assen? Denk je dat deze onderdelen 360 graden kunnen draaien of zijn er beperkingen? Leg uit waarom je denkt dat er wel of geen beperkingen zijn.

- Waarom zijn er transformatoren nodig onderin de windmolen?

3) Een windmolen wordt gebruikt om elektrische energie op te wekken, het principe waarop dit gebaseerd is lijkt erg veel op een dynamo zoals deze op een fiets zit. Beschrijf in je eigen woorden het energie omzettings-proces dat bij de molen plaats moet vinden. Gebruik de volgende begrippen: wind, bewegingsenergie, kracht, arm, arbeid, dynamo, elektrische energie.

Bijlage Les 3: Beoordelingscriteria

Het onderstaande schema wordt gebruikt tijdens het beoordelen van de presentatie. Gebruik dit ook in het voorbereiden van de presentatie.

	Onvoldoende	Voldoende	Goed	Uitmuntend
Opening	De leerling geeft niet aan waarom hij of zij voor dit onderwerp gekozen heeft.		De leerling geeft duidelijk aan waarom hij of zij dit onderwerp een nuttig onderwerp vinden	
Opmaak, indeling	De indeling van de presentatie is onduidelijk, de opmaak is slordig en/of slecht leesbaar.	De indeling van de presentatie is onduidelijk, de opmaak is net en duidelijk leesbaar.	De presentatie heeft een duidelijke indeling, de opmaak zet er netjes uit en is goed leesbaar.	
Relevantie	Er is geen koppeling naar het dagelijkse leven en er worden geen argumenten benoemt voor het uitdiepen van dit onderwerp	Er is geen koppeling gemaakt naar het dagelijkse leven of de beargumentering voor het uitdiepen van dit onderwerp is niet duidelijk.	De koppeling naar het dagelijkse leven is aanwezig, er wordt beargumenteerd waarom dit onderwerp uitgediept moest worden.	De koppeling naar het dagelijkse leven is duidelijk aanwezig, er wordt goed beargumenteerd waarom dit onderwerp uitgediept moest worden.
Onderzoeksstappen	De stappen in het onderzoeksproces worden niet benoemd, het is onduidelijk waarom het onderzoek op deze manier is uitgevoerd.	De stappen in het onderzoeksproces worden neergezet, er wordt redelijk toegelicht waar elke stap voor dient.	De stappen in het onderzoeksproces worden duidelijk neergezet, er wordt toegelicht waar elke stap voor dient.	
Presentatie resultaten	De resultaten zijn onoverzichtelijk weergegeven. Er wordt niet of nauwelijks		De resultaten zijn overzichtelijk weergegeven. Opvallende zaken	De resultaten zijn overzichtelijk weergegeven. Opvallende zaken worden

	ingegaan op wat die resultaten nu betekenen. (wat er te zien is)		worden benoemd.	toegelicht. Logische vervolgstappen voor het huidige onderzoek of toekomstig onderzoek worden benoemd.
Conclusie	Er wordt geen antwoord gegeven op de onderzoeksvragen. Onduidelijk is wat we nu allemaal mee moeten nemen uit dit onderzoek	Er wordt antwoord gegeven op de onderzoeksvraag. Onduidelijk is wat we nu allemaal mee moeten nemen uit dit onderzoek		Er wordt antwoord gegeven op de onderzoeksvraag. Vervolgens wordt de conclusie uit de resultaten benoemd. Er wordt een verband gelegd met de relevantie van het onderwerp. (wat is voor ons allemaal nu relevant aan de conclusie?)
Afsluiting	De groep als geheel kan vragen niet beantwoorden		Leerling speelt goed in op vragen, groepsleden vallen bij om te helpen indien de presentator er niet volledig uitkomt.	
Bronnen	Er is niet duidelijk verwezen naar de gebruikte bronnen, de betrouwbaarheid		Er wordt verwezen naar de bronnen. Daarnaast is de betrouwbaarheid	Er wordt veelvuldig en duidelijk verwezen naar de bronnen. Het is

	<p>van de bronnen is onduidelijk.</p>		<p>van de bronnen duidelijk.</p>	<p>duidelijk wat de relevantie van de bronnen is. Daarnaast is de betrouwbaarheid van de bronnen duidelijk.</p>
--	---------------------------------------	--	----------------------------------	---

Les 4: Presentatie

Feedbackformulier

Dit formulier is bedoeld om kort te noteren wat je vindt van de presentaties van de andere groepen.

Onderwerp	
Pluim	
Vraag	
Tip	
Wat neem ik hiervan mee? (wat heb ik hiervan geleerd, wat was interessant om te horen)	

Onderwerp	
Pluim	
Vraag	
Tip	
Wat neem ik hiervan mee? (wat heb ik hiervan geleerd, wat was interessant om te horen)	
Onderwerp	
Pluim	

Vraag	
Tip	
Wat neem ik hiervan mee? (wat heb ik hiervan geleerd, wat was interessant om te horen)	
Onderwerp	
Pluim	

Vraag	
Tip	
Wat neem ik hiervan mee? (wat heb ik hiervan geleerd, wat was interessant om te horen)	

Literatuurlijst

ANP, "Noorden wil meer duurzame energie opwekken.",

<http://www.nu.nl/economie/3742452/noorden-wil-meer-duurzame-energie-opwekken.html>

ANP, "Nederland in achterhoede duurzame energie.",

<http://www.nu.nl/economie/3722387/nederland-in-achterhoede-duurzame-energie.html>

Biosolarcells, "De kennis van nu: energie uit kunstmatige blaadjes.",

http://www.biosolarcells.nl/onderzoek/kunstmatige_bladeren/

Biosolarcells, "Gerelateerde onderzoeksprojecten algen en bacteriën.",

<http://www.biosolarcells.nl/onderzoek/algen/verwante-onderzoeksprojecten-algen.html>

CBS, "Share of renewables in energy consumption up to 14% in 2012.",

http://epp.eurostat.ec.europa.eu/cache/ITY_PUBLIC/8-10032014-AP/EN/8-10032014-AP-EN.PDF

CBS, "Hernieuwbare energie; eindverbruik en vermeden verbruik fossiele energie.",

<http://statline.cbs.nl/StatWeb/publication/?DM=SLNL&PA=7516&D1=a&D2=0-2,5,14,22,25,26-30,34,35,38,43&D3=a&D4=20-21&VW=T>

Educatieve kit van Man Solar, artikel 1000 kit. <http://www.mansolar.nl/products/article-1000-kit-1.html>

Energy Informative, "Which Solar Panel Type is Best? Mono- vs. Polycrystalline vs. Thin Film",

<http://energyinformative.org/best-solar-panel-monocrystalline-polycrystalline-thin-film/>

Klug, J., "De werking van een Grätzel zonnecel.", <http://vimeo.com/6237654>

Rijksvoorlichtingsdienst voor ondernemend Nederland, "Subsidieregeling zonnepanelen gesloten.",

<http://www.rvo.nl/subsidies-regelingen/subsidieregeling-zonnepanelen-gesloten>

School-tv, "De lichtreactie", <http://www.schooltv.nl/video/de-lichtreactie-het-eerste-deel-van-de-fotosynthese/>

School-tv, "De donkerreactie", <http://www.schooltv.nl/video/de-donkerreactie-het-tweede-deel-van-de-fotosynthese/>

Wikipedia, "Solar Cell", http://en.wikipedia.org/wiki/Solar_cell#Practical_materials

Youtube, "Wind turbine: how does it work?", https://www.youtube.com/watch?v=YCpGQ_aMb7I