



Les in het kort

Naar aanleiding van een demonstratieproef rond opstijgende lucht worden de onderwerpen wind, windkracht en windenergie behandeld, waarbij de leerlingen stellingen over deze onderwerpen van commentaar moeten voorzien en/of verklaren. Tevens moeten ze vragen beantwoorden en opdrachten uitvoeren.

Doel

De leerlingen leren hoe windenergie ontstaat en hoe windstilte daarbij opgevangen kan worden.

Materialen

Voor de demonstratieproef:

- Papieren theezakje
- Schaaltje of bord
- Lucifers
- Kan met water

Per tweetal:

- Opdrachtkaarten - Groep B t/m D
- Werkblad - Groep A
- Schrijfpapier
- Schaar

Digibord

Eventueel:

- Filmpje van demonstratieproef

Tijd

Totaal 55 minuten.

Plaats

Het klaslokaal.

Vorbereiding

- ◆ Lees de tekst over onderzoekend leren en ontwerpnd leren in de Handleiding.
- ◆ Lees de Achtergrondinformatie en voer een testproef uit.
- ◆ Print of kopieer de opdrachtkaarten - Groep B t/m D enkelzijdig en het werkblad - Groep A en verdeel deze over de klas. Er kunnen meerdere tweetallen aan één opdracht werken.
- ◆ Leg het materiaal klaar.
- ◆ Stel tweetallen samen.
- ◆ Denk om het brandalarm: zet deze uit of doe de proef ergens anders. Als alternatief kan het filmpje met uitleg van de proef op het digibord getoond worden.

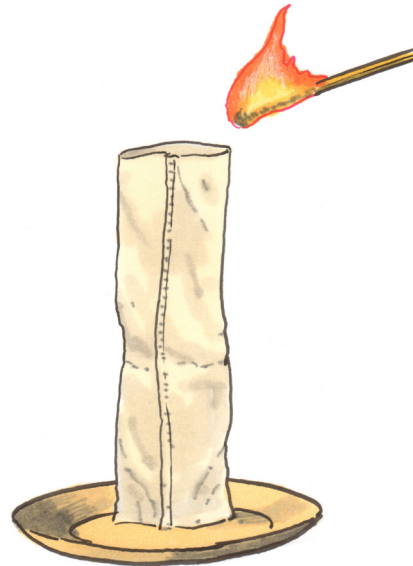


| Tijd | Lesinhoud |
|---------|--|
| 2 min. | Terugblik Blik terug op de vorige les. Benadruk het verschil tussen grijze en groene energie. |
| 10 min. | Introductie Demonstratieproef: knip de bovenkant van het theezakje los. Schud de thee eruit. Maak van het zakje een kokertje, zet het rechtop op een schoteltje. Meld dat het zakje van boven aangestoken zal worden. Wijs op het aspect van veiligheid bij dit onderzoek. Houd het theezakje uit de buurt van brandbare stoffen. Zorg voor een kan water om eventueel te kunnen blussen. "Wat denken jullie dat er zal gebeuren? Waarom denk je dat?" Herhaal de antwoorden van de leerlingen. Laat andere leerlingen daarop reageren. "Dan gaan we nu kijken of jullie verwachtingen kloppen." Steek het theezakje boven aan. Vraag om een beschrijving van wat er gebeurde. "Gebeurde er wat we als een verwachting hadden uitgesproken?" "Waardoor denken jullie dat dit gebeurt?" "Keken jullie anders omdat jullie iets verwachtten? Waar lette je op?" Leg uit waardoor het theezakje omhoog ging. Haak daarbij aan op wat de leerlingen zelf inbrachten. |
| 5 min. | Instructie Vertel de leerlingen dat ze in tweetallen stellingen over wind en windenergie gaan bespreken. Verwijs naar de opdrachtkaarten en het werkblad. Ze moeten later verslag uitbrengen over hun bevindingen. Leg uit wat een stelling is (een mening die je bespreekt). Geef een voorbeeld, laat de leerlingen met een reactie op de stelling komen, voor- en tegenargumenten bedenken. Een manier zou kunnen zijn dat de leerlingen elkaar interviewen over de stellingen. Ook moeten ze vragen beantwoorden en opdrachten maken. Dit gebeurt mondeling, met uitzondering van het werkblad, daar worden de antwoorden geknipt en in de juiste volgorde gelegd. Geef de tijd aan. Deel de leerlingen in tweetallen in. |
| 30 min. | Uitvoering <ol style="list-style-type: none">1. In tweetallen buigen de leerlingen zich over stellingen, vragen en opdrachten die windenergie betreffen.2. De tweetallen worden aan andere tweetallen gekoppeld en bespreken uitkomsten van hun gesprekken over de stellingen, vragen en opdrachten.3. De groepen brengen verslag uit aan de gehele klas. |
| 8 min. | Nabespreking Vat het leerverhaal samen: het ontstaan van wind en windenergie. Hoe lossen we de vraag naar energie op bij windstiltes? Vertel dat er veel molens nodig zijn voor onze gehele energievoorziening en dat die hoeveelheid ook een probleem is. Waar moeten we de molens plaatsen? |



Achtergrondinformatie

- ◆ Demonstratieproef theezakje:
Knip de bovenkant (het nietje) van het theezakje los en schud de thee eruit. Maak van het zakje een kokertje, zet het rechtop op een schoteltje. Houd het theezakje uit de buurt van brandbare stoffen. Zorg voor een kan water om eventueel te kunnen blussen. Steek het zakje van boven aan.



- ◆ Het theezakje brandt, blijft op het schoteltje staan en als het bijna opgebrand is, stijgen de resten op. Het vuur warmt de lucht op. Hete lucht stijgt op. Als het theezakje bijna is opgebrand is de lucht eromheen opgewarmd en tilt de luchtstroom het theezakje mee op dat ondertussen ook lichter is geworden.
- ◆ Het is niet per definitie zo dat warme lucht stijgt en koude lucht daalt. Lucht die warmer is dan de lucht eromheen stijgt, lucht die kouder is dan de lucht eromheen daalt. Als de lucht opwarmt, zet deze uit. De lucht neemt dan meer ruimte in voor hetzelfde gewicht aan lucht. Dus is het per volume-eenheid lichter dan eerst. De koudere lucht is dan zwaarder per volume-eenheid. Koude lucht neemt de plaats in van de opgestegen warme lucht (waaien). Zie ook de uitleg van de proef op het filmpje op de site. De warme lucht stijgt dus op door het verschil in gewicht per volume-eenheid.
- ◆ Er zijn drie opdrachtkaarten en een werkblad. Meerdere tweetallen werken aan dezelfde opdrachtkaart of werkblad. Bepaalde stellingen op de opdrachtkaart komen ook op andere kaarten voor. Let daar op bij de nabespreking.
A1 (stelling 1 van groep A) en C1 komen overeen
A2 en D2
B1 en D1
B2 en D3
B3 en C3
- ◆ Als de leerlingen elkaar interviewen, wijs ze er dan op goede vragen te stellen. Geen vragen waarop met ja of nee geantwoord kan worden. Worden die antwoorden wel gegeven, laat ze dan doorvragen en de gegeven ja/nee-antwoorden laten uitleggen.
- ◆ De leerlingen kunnen hun hand uitsteken alsof ze een microfoon vasthebben, waarin gesproken moet worden.
- ◆ Wind ontstaat door de ongelijke verwarming van de aarde. Er ontstaan hoge en lage drukgebieden. Wind waait van gebieden met hoge luchtdruk naar die met lage luchtdruk. Dit gebeurt door de draaiing van de aarde niet rechtstreeks.
- ◆ Windmolens kunnen voor energie zorgen. De wind zet de wieken in beweging en de draaiende beweging zorgt voor elektriciteit. Probleem rond de windenergie is dat er niet altijd wind is en dat er niet snel op een energiebehoefte ingespeeld kan worden. Voor pieken in de energievraag en



voor tijden van windstilte moet er een beroep worden gedaan op andere energiebronnen. Om genoeg elektriciteit te kunnen opwekken zijn veel windmolens nodig.

- ◆ Bij molens gaat het vermogen op en neer met het windaanbod. Als het niet waait staan windmolens stil en leveren geen stroom. Hoe harder het waait hoe groter het vermogen en hoe meer energie er wordt geleverd per tijdseenheid. Aan de kust waait het gemiddeld veel harder dan in het binnenland waardoor een turbine in Den Helder wel vier maal zo veel produceert als diezelfde turbine in Enschede. De nieuwste turbines draaien zo goed als altijd door. Alleen vanaf 25 m/s gaan ze wat langzamer draaien (en iets minder produceren). Zelfs aan de kust is de windsnelheid de helft van de tijd lager dan 3 meter per seconde (windkracht 2). Kleine windmolens werken dan niet. Die draaien vanaf windkracht 2/3. Bij windkracht 6 kunnen de windmolens op vol vermogen draaien.
- ◆ Het verbruik in Nederland is ongeveer 120 TWh per jaar. Een windmolen van 5 MW (de gemiddelde maat die nu wordt gebouwd) produceert ongeveer 12.000 MWh per jaar. We zouden dus 10.000 windmolens nodig hebben om in alle vraag te voorzien. De opslag van de opgewekte energie is een probleem. Een TWh of terawattuur is een eenheid voor energie. Ze is gelijk aan 1 biljoen wattuur, 1 miljard KWh, 1 miljoen megaWh of 1000 gigaWh.
- ◆ Meer achtergrondinformatie en filmpjes zijn te vinden op de site.

Antwoorden

A1. (stelling 1 van werkblad - Groep A) en C1.

Als hete lucht opstijgt, is er geen lucht meer.

- ◆ Warme, hete lucht stijgt. Koude lucht neemt daar de plaats van in.

A2. en D2.

Windmolens en vogels zijn vijanden.

- ◆ Vogels kunnen in botsing komen met windmolens. Windmolens worden geplaatst in gebieden waar vogels leven en broeden, zo verdrijven ze dus deze vogels.
- ◆ Het aantal vogels dat gedood wordt door windmolens is op dit moment aanzienlijk kleiner dan het aantal dat sterft door het verkeer, jacht, katten, pesticiden, hoogspanningskabels of ramen.

A3.

Door windmolens te plaatsen is er genoeg energie voor heel Nederland.

- ◆ Je hebt dan erg veel windmolens nodig. Waar plaats je die? Wat doe je bij windstilte?

A4. (opdracht 4 van werkblad - Groep A)

De opdracht rond de indeling van Beaufort:

- ◆ Windkracht 3 - Opwaaiend stof, vlaggen wapperen, bladeren bewegen steeds.
- ◆ Windkracht 1 - Windrichting is goed af te leiden uit rookpluimen.
- ◆ Windkracht 4 - Papier waait op, takken bewegen, haar raakt in de war, kleding flappert, geen last van muggen meer.
- ◆ Windkracht 5 - Bladeren van bomen ruisen, kleine bomen bewegen, golven op meren en kanalen, opwaaiend stof hinderlijk voor de ogen.
- ◆ Windkracht 8 - Twijgen breken van bomen, voortbewegen is zeer moeilijk.
- ◆ Windkracht 0 - Rook stijgt recht of bijna recht omhoog.
- ◆ Windkracht 12 - Verwoestingen, schuttingen waaien om, veel dakpannen waaien van het dak, wegen liggen vol met takken en bladeren.
- ◆ Windkracht 10 - Grote schade aan gebouwen, volwassenen hebben veel moeite om te blijven staan, bomen raken ontworteld, vogels blijven aan de grond.
- ◆ Windkracht 2 - Wind is voelbaar in het gezicht, weerhanen tonen nu juiste richting, blad ritselt, vlag beweegt.



- ♦ Windkracht 7 - Hele bomen bewegen, vlaggen staan strak, het is lastig tegen de wind in te lopen of te fietsen.
- ♦ Windkracht 9 - Dakpannen waaien weg, kinderen moeten moeite doen om te blijven staan, takken breken af, alleen zwaluwen en eenden vliegen nog.
- ♦ Windkracht 11 - Enorme schade aan bossen.
- ♦ Windkracht 6 - Dikke takken bewegen, paraplu's zijn met moeite vast te houden, hoeden waaien af.

De juiste volgorde is dus:

- ♦ Windkracht 0 - Rook stijgt recht of bijna recht omhoog.
- ♦ Windkracht 1 - Windrichting is goed af te leiden uit rookpluimen.
- ♦ Windkracht 2 - Wind is voelbaar in het gezicht, weerhanen tonen nu juiste richting, blad ritselt, vlag beweegt.
- ♦ Windkracht 3 - Opwaaiend stof, vlaggen wapperen, bladeren bewegen steeds.
- ♦ Windkracht 4 - Papier waait op, takken bewegen, haar raakt in de war, kleding flappert, geen last van muggen meer.
- ♦ Windkracht 5 - Bladeren van bomen ruisen, kleine bomen bewegen, golven op meren en kanalen, opwaaiend stof hinderlijk voor de ogen.
- ♦ Windkracht 6 - Dikke takken bewegen, paraplu's zijn met moeite vast te houden, hoeden waaien af.
- ♦ Windkracht 7 - Hele bomen bewegen, vlaggen staan strak, het is lastig tegen de wind in te lopen of te fietsen.
- ♦ Windkracht 8 - Twijgen breken van bomen, voortbewegen is zeer moeilijk.
- ♦ Windkracht 9 - Dakpannen waaien weg, kinderen moeten moeite doen om te blijven staan, takken breken af, alleen zwaluwen en eenden vliegen nog.
- ♦ Windkracht 10 - Grote schade aan gebouwen, volwassenen hebben veel moeite om te blijven staan, bomen raken ontworteld, vogels blijven aan de grond.
- ♦ Windkracht 11 - Enorme schade aan bossen.
- ♦ Windkracht 12 - Verwoestingen, schuttingen waaien om, veel dakpannen waaien van het dak, wegen liggen vol met takken en bladeren.

B1. en D1.

Aan de kust en op open zee is de opbrengst van een windmolen hoger dan diep in het binnenland.

- ♦ Ja. Er bevinden zich minder obstakels die de wind kunnen tegenhouden.

B2. en D3.

De herfst is een zegen voor de energie.

- ♦ De herfst brengt vaak perioden met harde wind. Dat kan meer energie opleveren. Maar in de herfst wordt het ook kouder en moeten gebouwen verwarmd worden, dat kost weer energie.

B3. en C3.

Met groene energie is grijze energie overbodig.

- ♦ Grijze energie kan zorgen dat op piekmomenten snel extra energie geleverd kan worden. Nadeel van bijvoorbeeld zonne- en windenergie is dat er periodes zijn dat er geen zon en wind is. Een ander nadeel is, dat in periodes van grote productie van wind- en zonne-energie, deze energie niet goed opgeslagen kan worden voor tijden met bijvoorbeeld windstiltes.

B4.

Wat zou er kunnen gebeuren als we helemaal afhankelijk zijn van windenergie?

- ♦ Dan hebben we een probleem als er geen wind is.

B5.

Op hoeveel manieren kun je wind maken?

- ♦ Diverse mogelijkheden. Stimuleer eigen vondsten.

**B6.**

Waarom is windenergie eigenlijk ook zonne-energie?

- ♦ Wind ontstaat door verschil in gebieden met hoge en lage luchtdruk. Dit luchtdrukverschil ontstaat door ongelijke verwarming van de aarde (land, zee bijvoorbeeld). Voor die verwarming zorgt de zon. Land verwarmt sneller dan zee, op het land stijgt de warme lucht op. Vanaf de zee komt koelere lucht de plaats innemen. Land koelt sneller af dan zee, de zee houdt de warmte langer vast.

C2.

Windmolens zorgen voor horizonvervuiling.

- ♦ Dit is subjectief. Er zijn mensen die het geen mooi beeld vinden, dat het hun uitzicht verstoort. Er wordt geklaagd over het lawaai dat de wieken maken.

C4.

Hoe kan een windmolen voor energie zorgen?

- ♦ Diverse mogelijkheden. Wieken maken een draaiende beweging. De draaiende beweging zorgt voor elektriciteit (vergelijk met een dynamo, dit komt aan bod in de les elektromagnetisme). De traditionele windmolen zorgt voor het malen van graan, water oppompen, papier maken, lijnolie persen en hout zagen.

C5.

Bedenk nadelen van windenergie. Bedenk manieren om de nadelen op te heffen.

- ♦ Diverse mogelijkheden. Stimuleer de eigen vondsten van de leerlingen met betrekking tot het opheffen van de nadelen van windenergie. Lawaai, horizonvervuiling, vogels vliegen zich dood tegen de wieken. Je kunt de energie niet opslaan. Bij windstilte kun je geen energie opwekken.

C6.

Maak deze stelling aannemelijk: windmolens op een auto plaatsen is de oplossing voor het energieprobleem. Probeer daarna dezelfde stelling onderuit te halen.

- ♦ Diverse mogelijkheden: zijwind, windstilte. Een auto met een windmolen zou een gevaar op de weg kunnen zijn. Je kunt in principe wél bij tegenwind rijden, net als bij een speelgoedauto met een windmolen.

D4.

Geef zo veel mogelijk namen voor soorten wind.

- ♦ Diverse mogelijkheden: briesje, orkaan, storm, tyfoon, föhn, mistral, moesson, passaat, zuchtje, zuidwestenwind (en dergelijke), sirocco.

D5.

Hoe kun je windenergie krijgen zonder windmolen?

- ♦ Laat de leerlingen mogelijkheden bedenken en presenteren. Pompen, wapperen, blazen. Een turbine waarin schoepen draaien. Een heen en weer gaande beweging die omgezet kan worden in een draaiende beweging.

D6.

Het antwoord is windkracht; bedenk hierbij drie vragen.

- ♦ Diverse mogelijkheden, bijvoorbeeld: Waarvan is de windmolen afhankelijk? Wat geeft Beaufort aan?