

ENERGIE voor MORGEN



Hoe windturbines onze toekomst aandrijven

3^{de} graad
lager
onderwijs

LEERLINGENBUNDEL

Dit educatieve project is het resultaat van een samenwerking tussen Plantyn Studio en Luminus. Als energieproducent neemt Luminus zijn verantwoordelijkheid door fors in te zetten op duurzame energie. Met dit lesmateriaal willen ze kinderen en jongeren informeren over windturbines als duurzame energiebron voor de toekomst en hen inspireren om zelf een steentje bij te dragen aan een duurzamere wereld.

Verantwoordelijke uitgever: Plantyn, Posthofbrug 6-8 bus 3, 2600 Berchem

Tekst: Cindy Albert

Vormgeving: Els Vandervoort

Tekeningen: Studio Monk

Illustraties: Adobe Stock, Luminus, Wikipedia/Algont, Wikipedia/Carl von Canstein,

Wikipedia/Rodeleeuw

P00026621

© 2025 Plantyn nv, België

Tekst- en datamining niet toegestaan.

Alle rechten voorbehouden. Behoudens de uitdrukkelijk bij wet bepaalde uitzonderingen mag niets uit deze uitgave worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand of openbaar gemaakt, op welke wijze dan ook, zonder de uitdrukkelijke voorafgaande en schriftelijke toestemming van de uitgever.

Module 1

Van windmolens tot windwonderen

1. Van molen tot turbine

1. Lees de tekst over de geschiedenis van de windturbine.
2. Vul de tijdlijn aan met vier soorten windmolens.
3. Noteer over elke soort één weetje dat je uit de tekst haalt.

De allereerste windmolens werden al heel lang geleden uitgevonden. In China had men al windmolens rond het jaar 200 na Christus. Deze oude Chinese molens draaiden op een bijzondere manier: ze hadden een staande as in plaats van een liggende, zoals we die nu vaak zien. Dit was een slimme manier om de wind optimaal te benutten!

In Perzië, het gebied dat nu Iran is, bestonden er ook al windmolens in de 7de eeuw (dat is ongeveer 1400 jaar geleden). Deze molens waren bijzonder omdat ze vaak gebouwd werden in de vorm van een toren, met wieken die de wind konden vangen. De oudste Perzische windmolen die we kennen, is bijna 1400 jaar oud en deze draaide ook met een staande as.

In Europa duurde het wat langer voordat windmolens populair werden. De allereerste Nederlandse windmolen die we kennen, stond in Zeeuws-Vlaanderen in het jaar 1221. Deze molen werd gebruikt om water uit de polders te pompen, zodat land dat vroeger onder water stond, droog kon worden. In de middeleeuwen werden windmolens steeds vaker gebruikt om graan te malen. Een windmolen kon in één dag net zoveel graan malen als een boer in een week met de hand zou kunnen! In de 19de eeuw werden windmolens steeds groter en efficiënter. Windmolens waren overal belangrijk voor de economie en het dagelijks leven van de mensen.

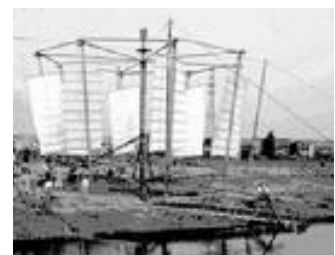
Tegenwoordig zien we steeds vaker moderne windmolens, die we windturbines noemen. Deze grote molens met hun lange wieken worden gebruikt om elektriciteit op te wekken. Ze zijn heel belangrijk geworden voor het maken van schone energie, die we nodig hebben om de aarde te beschermen tegen vervuiling. Wist je dat sommige windturbines wel 200 meter hoog kunnen zijn?



PERZISCHE WINDMOLEN



WINDMOLEN IN NEDERLAND



CHINESE WINDMOLEN

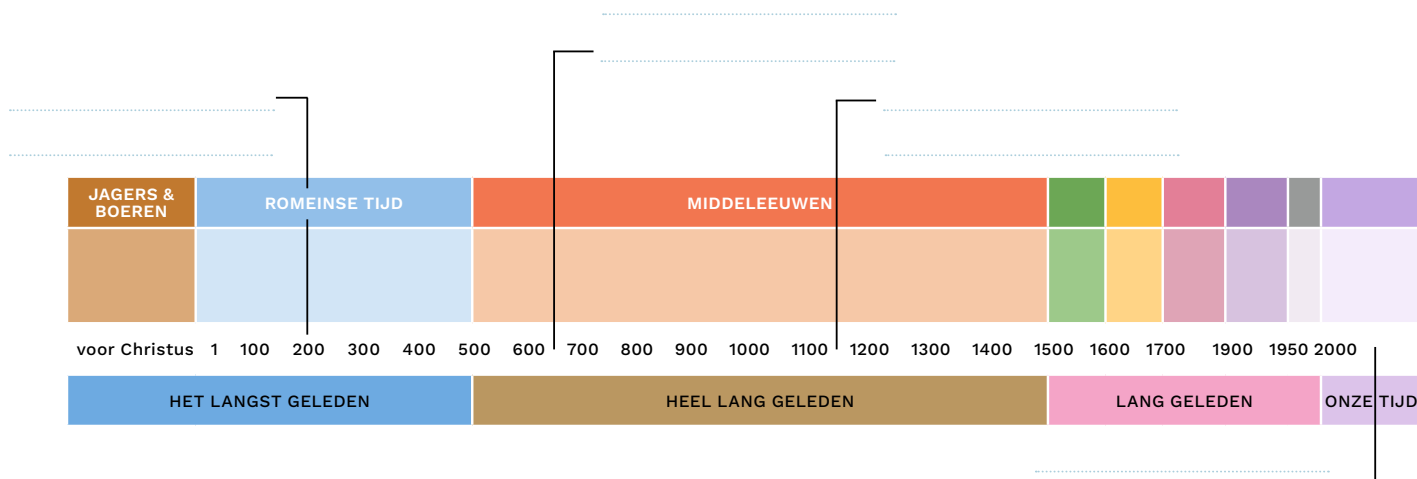


WINDTURBINE



Plaats deze windmolens op de tijdlijn:

1. Hedendaagse windturbine
2. Chinese windmolen
3. Eerste windmolen in Nederland
4. Perzische windmolen



Een weetje over de hedendaagse windturbine:

Een weetje over de Chinese windmolen:

Een weetje over de windmolen in Nederland:

Een weetje over de Perzische windmolen:

2. Een kijkje binnenin de windturbine

Je gaat zo meteen op onderzoek binnenin een windturbine. Spannend!
Scan de code of klik op deze [link](#). Los daarna de vragen op.



Als je een VR-bril hebt in de klas, kun je deze [link](#) gebruiken.



1. Waar is de windturbine gelegen die je virtueel kunt bekijken?

2. Hoeveel gezinnen kan deze turbine gedurende een jaar van stroom voorzien?

.....

3. Een windturbine voorkomt de aanmaak van CO₂. In de rondleiding wordt de hoeveelheid CO₂ vergeleken met de CO₂-uitstoot van een vliegtuig tussen Brussel en New York. Met hoeveel heen-en-weervluchten wordt de uitgespaarde CO₂-uitstoot vergeleken?

.....

4. Wat is de diameter van de mast van deze windturbine?

.....

5. Zet de nummers van de onderdelen op de juiste plaats op de afbeelding.

- | | |
|--------------------------|------------------|
| 1. Wieken of rotorbladen | 4. Generator |
| 2. Rotor | 5. Transformator |
| 3. Gondel | 6. Mast |

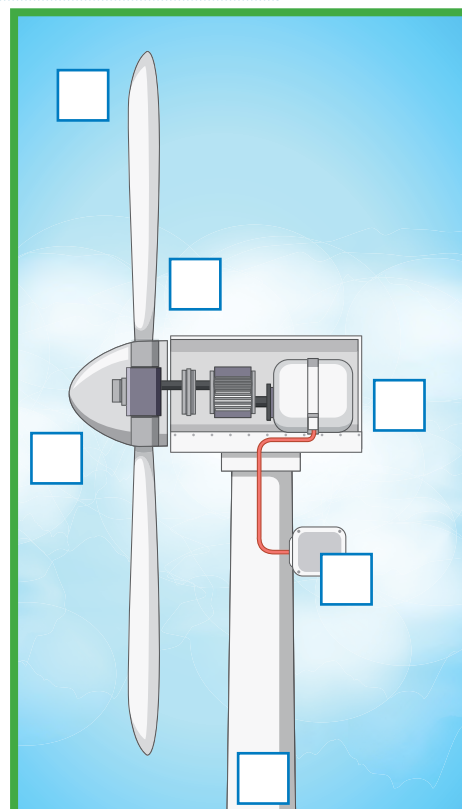
6. Welke sensoren/meters zitten bovenaan de gondel gemonteerd?

.....

.....

.....

.....



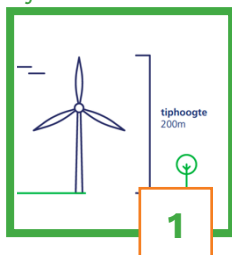
7. Op welk dier is het ontwerp van de rotorbladen gebaseerd?

.....

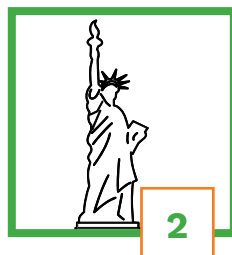
3. De windturbine in cijfers

1. Welk gebouw of monument is hoger, volgens jou?
Rangschik van groot naar klein. Zet de cijfers in de juiste volgorde.

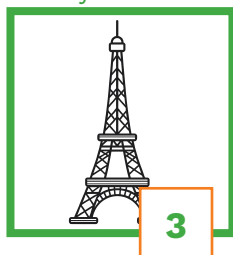
Een windturbine
bij ons



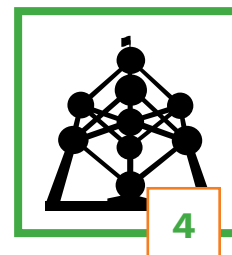
Het vrijheidsbeeld
in New York



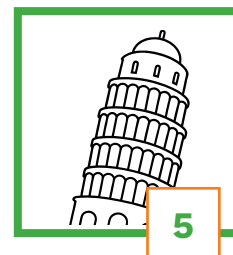
De Eiffeltoren
in Parijs



Het Atomium
in Brussel



De Toren
van Pisa



Mijn schatting: > > > >

Controleer nu je schatting. Je mag gebruikmaken van het internet.

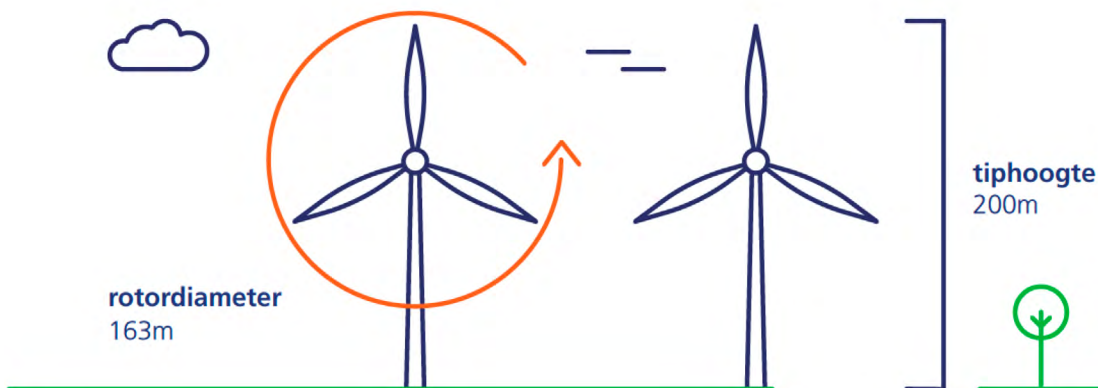
Mijn antwoord: > > > >

2. Op een tekening is een windturbine 4 cm hoog. In het echt is de turbine 100 m hoog. Wat is de verhouding (= de schaal) van de tekening?

4 cm	1 cm
100 m	

De verhouding (schaal) is

3. Bekijk de figuur goed en maak de volgende berekeningen.



Wat is de straal van de rotor?

.....

Stel: een rotorblad staat helemaal naar onderen gericht. Wat is de afstand tussen de punt van het rotorblad en de grond?

.....

4. In een windturbine park staan 12 windturbines. Een windturbine heeft 3 wieken. Hoeveel wieken zijn er in totaal in het windturbinepark?

.....

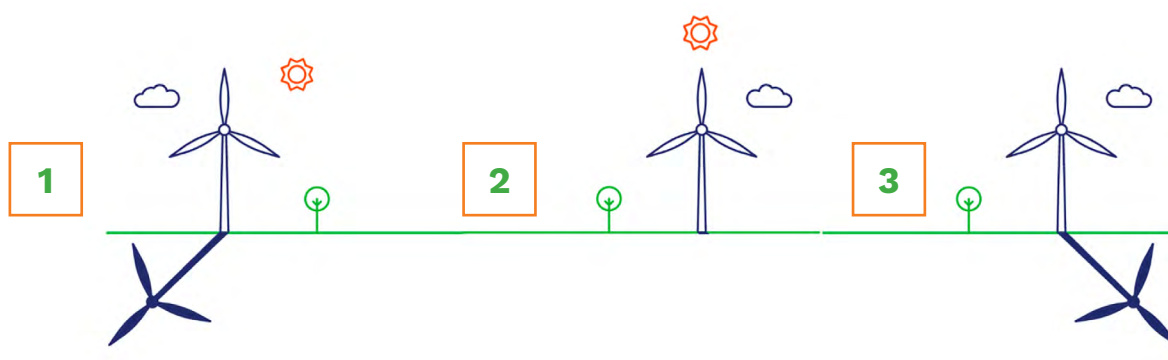
5. Een windturbine werkt 70% van de maand op volle kracht. Een hele maand is (gemiddeld) gelijk aan 30 dagen.

Hoeveel dagen in een maand werkt de windturbine op volle kracht?

Hoeveel dagen werkt dezelfde windturbine op volle kracht in één jaar?

6. Slagschaduw is de schaduw die ontstaat als de zon schijnt door de draaiende wieken. Op tekening 1 vind je één voorbeeld van slagschaduw uitgetekend.

Teken bij **tekening 2 de slagschaduw** en bij **tekening 3 de zon**.

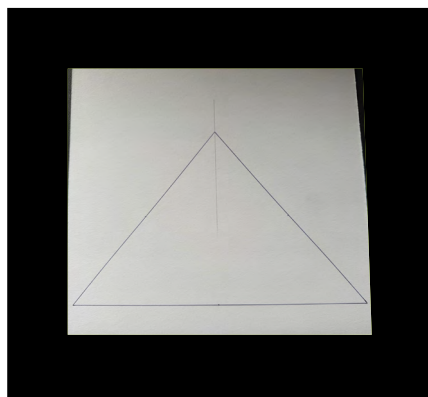


7. Op een zonnige dag is de schaduw van een windturbine 60 m lang. De turbine zelf is 90 m hoog. Hoeveel keer past de schaduw in de hoogte van de windturbine?

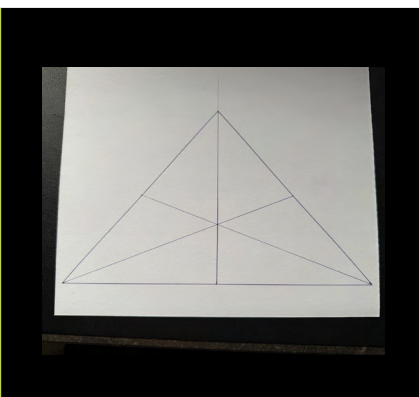
Wist je dat ... de grootste van de hedendaagse bomen wel 100 m hoog kunnen groeien (sequoia, douglasspar, eucalyptus)? Het record zou op naam staan van een eucalyptus van 133 m hoog ... Dat is **10 m hoger** dan de gondel van de gemiddelde windturbines.

Wist je dat ... **hoe hoger** de windturbine is, **hoe meer groene energie** kan hij produceren.

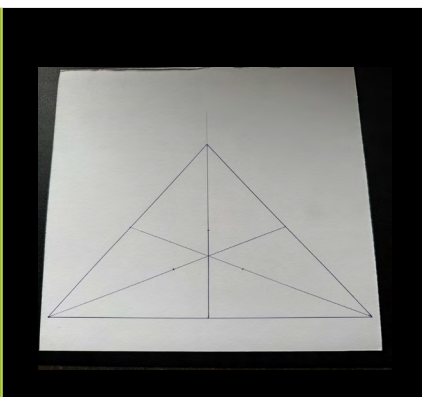
4. Zelf een windmolen maken



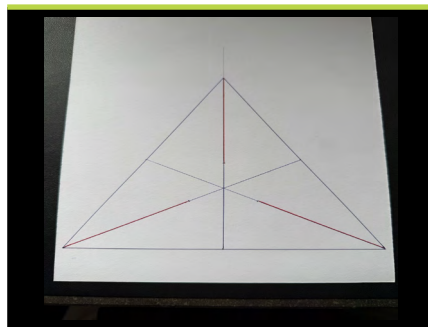
1. Teken een gelijkzijdige driehoek met een zijde van 20 cm.



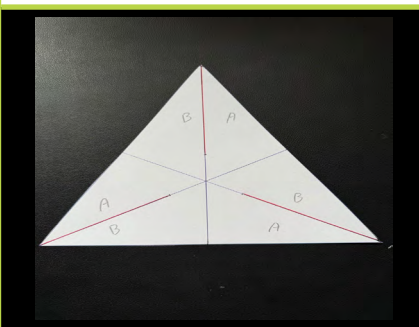
2. Duid op elke zijde het midden aan.
3. Verbind het midden met de overstaande hoek.



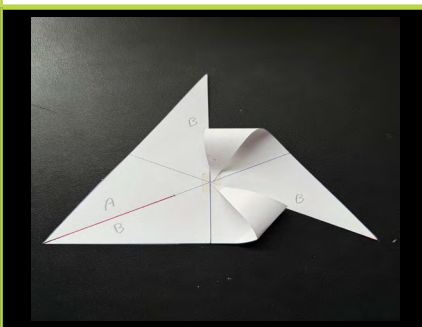
4. Duid op de middelloodlijn (de lijn die je net hebt getekend) vanuit de hoek 9 cm aan.



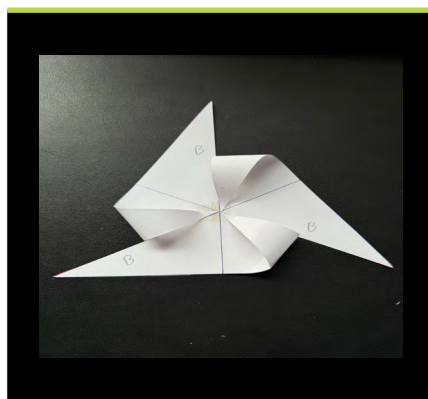
5. Knip de gelijkzijdige driehoek uit.
6. Knip ook op de rode lijnen.



7. Breng in het midden van de driehoek een beetje lijm aan met het lijmpistool.



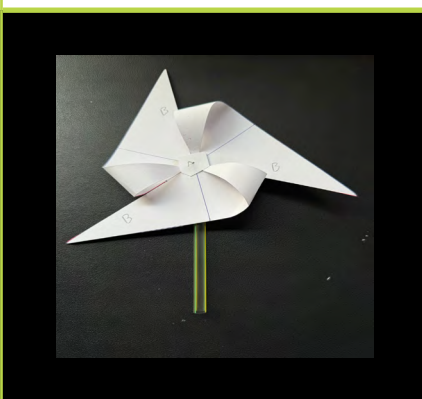
8. Breng de buitenhoek van driehoek A naar het midden en kleef die vast.



9. Herhaal dit twee keer.
10. Neem een passerpunt en prik een gaatje in het midden van je driehoek.



11. Prik een gaatje door je strootje, ongeveer 2 cm van de bovenkant.



12. Neem de duimspijker en bevestig je driehoek aan het strootje.
13. En nu ... blazen maar!

Module 2

Van weer tot wind: de kracht van de natuur

1. Het verschil tussen weer en klimaat

1. Bekijk de weerkaart die je leerkracht toont en vul de gegevens aan.

- Vul de datum van vandaag in:
- Wat is vandaag het weerbeeld in je gemeente?
- Wat is de minimumtemperatuur vandaag?
- Wat is de maximumtemperatuur vandaag?
- Uit welke richting waait de wind?
- Wat is de windsnelheid?
- Zijn er waarschuwingen vandaag?
- Wat is de kleur van de uv-index?
- Kan ik vandaag verbranden door de zon?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. Lees het weerbericht en markeer de weerselementen in de tekst.

In de namiddag passeren er een aantal zeer actieve onweerscellen over ons land. De hoogste windstoten worden gemeten in West-Vlaanderen met 104 km/h, in het centrum van het land zijn er windstoten gemeten met 97 km/h en in de Ardennen 94 km/h. Deze onweercellen zorgen voor felle onweersbuien over het hele land met veel regen. De minima schommelen tussen -2 en +2 graden aan de kust en -5 en -1 graden in het binnenland en de Ardennen. Door de noordwestenwind ligt de gevoelstemperatuur lager.



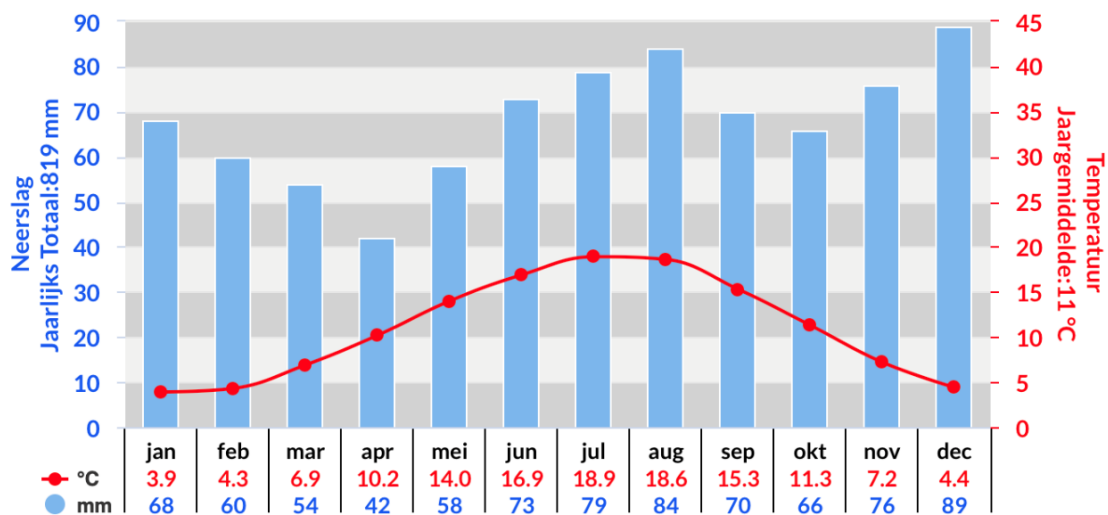
3. Zet de weersymbolen van de tekst op p. 9 op de kaart met de juiste symbolen. Bv. een regen- of donderwolk, een zonnetje ... Noteer ook de minimum- en maximumtemperatuur.



4. Bekijk het klimatogram en beantwoord de vragen op de volgende pagina.

● Temperatuur in °C
● Neerslag in mm

Antwerpen - Deurne (België) - 6450
Lat : 51° 12' N Long: 4° 27' E Hoogte: 14 m
Klimatologische gemiddelden 1991 - 2020



meteo.be

Bron: <https://www.meteo.be/nl/klimaat/klimaat-in-de-wereld/klimatogrammen-wereldwijd-1991-2020>

- Wat is de gemiddelde neerslag in de maand november?
- In welke maand valt er gemiddeld de meeste neerslag?
- Hoeveel millimeter?
- Wat is de gemiddelde temperatuur in de maand maart?
- Wat is gemiddeld de koudste maand van het jaar?
- Hoeveel graden is het dan gemiddeld?
- Wat is gemiddeld de warmste maand van het jaar?
- Hoeveel graden is het dan gemiddeld?
- Wat is het verschil tussen de warmste en de koudste maand?

5. Gaat de stelling over het weer of over het klimaat? Plaats een kruisje in de juiste tabel.

STELLING	HET WEER	HET KLIMAAT
De winters worden steeds kouder.	☐	☐
Vandaag gaat het enorm hard regenen met bliksem en donder.	☐	☐
Het wordt morgen vrij fris, tussen -1 en 3 °C.	☐	☐
Heb jij al gehoord over de opwarming van de aarde?	☐	☐

2. Hoekenwerk over luchtdruk en windkracht

HOEK 1

LUCHTDRUK: PROEF 1 BALLON

MATERIAAL

- Lege petfles
- Ballon
- Kraan met warm water
- Plakband

STAPPENPLAN

1. Blaas de ballon op en laat hem terug af. Zo is de ballon al een beetje uitgerekt. Dit zorgt ervoor dat je opdracht beter zal lukken!
2. Trek de ballon over het tuitje van de fles.
3. Kleef de ballon met plakband vast op de fles.
4. Laat warm water uit de kraan stromen.
5. Houd de fles aan de bovenkant vast en houd de fles een beetje schuin. Laat het warme water over de fles lopen.

LOS DE VRAGEN OP.

1. Wat gebeurt er met de ballon nadat het warme water over de fles gestroomd is?

2. Hoe komt dit? Markeer het juiste woord.

Het warme water verdampt/warmt de lucht op en warme lucht zet uit/krimpt en neemt dus meer/minder plaats in. Hierdoor blaast de ballon op.

Een windturbine heeft maar een zacht briesje van **10 km/h** nodig om **energie** op te wekken.

De ideale windsnelheid is ongeveer **40 km/h**.

HOEK 2

LUCHTDRUK: PROEF 2 BALLON

MATERIAAL

- Lege petfles
- Ballon
- Plakband

STAPPENPLAN

1. Duw de ballon in de fles, maar laat het tuitje nog uit de fles.
2. Trek het tuitje over de rand van de fles.
3. Kleef de ballon vast op de fles.
4. Blaas nu de ballon op. Blaas zéér hard!

LOS NU DE VOLGENDE VRAGEN OP.

1. Kun je de ballon volledig opblazen?

.....

2. Hoe komt dit? Markeer het juiste woord.

Je vult de ballon met water/lucht. In de fles zit ook lucht/water en deze lucht/dit water kan niet weg. De lucht in de fles wordt samengedrukt als je de ballon opblaast. De luchtdruk in de fles neemt af/toe. Deze luchtdruk is groter/kleiner dan jouw blaaskracht.

Om **veiligheidsredenen** stoppen de wieken van de windturbine automatisch bij windsnelheden **boven 90 km/h**.

HOEK 3

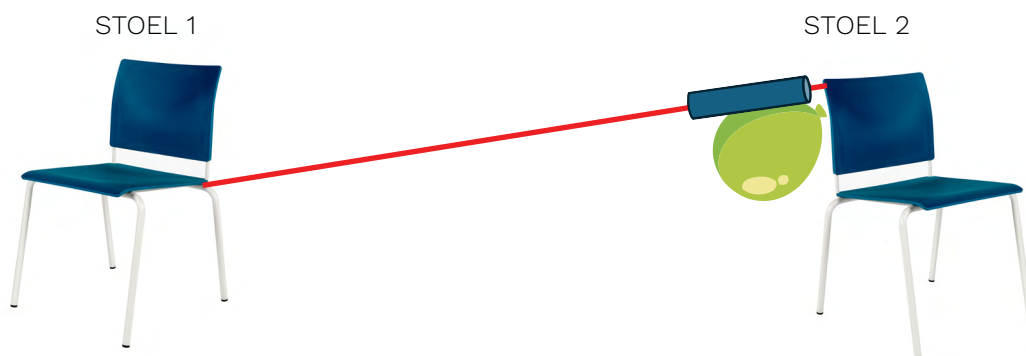
WINDKRACHT: BALLONRAKET

MATERIAAL

- Ballon
- Touw (ongeveer 3 m)
- Rietje
- Plakband
- Wasknijper
- 2 stoelen

STAPPENPLAN

1. Bind één kant van het touw aan de onderkant van het zitvlak van stoel 1.
(Of kleef het touwtje vast met plakband.)
2. Steek de andere kant van het touw door het rietje.
3. Bind deze kant van het touw aan de bovenzijde van de leuning van stoel 2.
(Of kleef het touwtje vast met plakband.)
4. Zorg ervoor dat het touw strak gespannen staat.
5. Blaas de ballon op en sluit het tuitje af met de wasknijper.
6. Kleef de ballon vast aan het rietje met plakband. Zorg ervoor dat het tuitje naar stoel 2 wijst.
7. Breng de ballon zo dicht mogelijk bij stoel 2 en neem de wasknijper van het tuitje.



LOS NU DE VOLGENDE VRAGEN OP.

1. Wat gebeurt er?

2. Hoe komt dit? Markeer het juiste woord.

Door de wasknijper van het tuitje te nemen, wil de lucht niet/zo snel mogelijk uit de ballon ontsnappen. Dit gebeurt zonder/met veel kracht en hierdoor wordt de ballon van stoel 2 naar stoel 1 geduwd.

Windenergie maakt gebruik van windkracht om **elektriciteit** op te wekken. Windturbines kunnen zowel op het land (**onshore**) als op zee (**offshore**) worden geïnstalleerd.

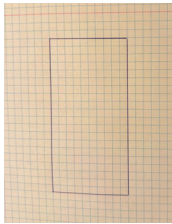
HOEK 4

BLAASINSTRUMENT: TOETER

MATERIAAL

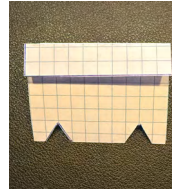
- Papier
- Meetlat
- Potlood
- Schaar

STAPPENPLAN

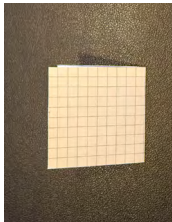


1. Teken op het papier een rechthoek met een basis van 10 cm en een hoogte van 5 cm.

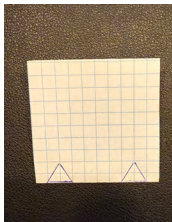
2. Knip de rechthoek uit met een schaar.



3. Vouw de rechthoek dubbel, zodat je een vierkant krijgt met vier zijden van 5 cm.



4. Teken op de vouwzijde twee gelijkzijdige driehoeken van 1 cm.



5. Vouw aan de overzijde van de driehoeken flapjes van 1 cm naar de buitenkant.

6. Plaats je wijsvingers op de plaats van de groene stippen, aan de achterzijde plaats je je duimen. Klem het papiertje goed vast. Plaats je mond op de plaats van de rode stip en blaas tussen het papier.

VUL DE VRAGEN IN.

1. Wat gebeurt er nadat je op het papiertje hebt geblazen?

.....

2. Hoe komt dit?

.....

.....

3. Wat gebeurt er als je je vingers verplaatst?

.....

Een windturbine maakt niet zoveel lawaai. Hij produceert **40 à 50 dB**. Dit kun je vergelijken met het geluid van je ijskast of van gewone regenval.

HOEK 5

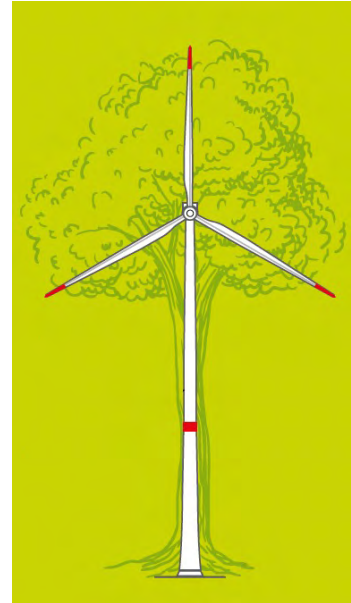
BLAASKUNST: SCHILDEREN MET LUCHT

MATERIAAL

- Tekenpapier
- Waterverf of ecoline
- Rietje
- Wasco
- Geodriehoek

STAPPENPLAN

1. Neem een vel tekenpapier en teken met grijze wasco een windturbine over je hele blad.
2. Zorg ervoor dat je de wieken netjes onder de juiste hoeken hebt getekend (tussen twee wieken is 120°).
3. Neem een beetje waterverf (kleur naar keuze) voor de stam en laat enkele druppels aan de voet van de windturbine vallen.
4. Blaas met het rietje de verf in de juiste richting, zodat de stam van je boom vorm krijgt.
5. Herhaal stap 3 en 4 voor de kruin van de boom.
6. Wees creatief in je ontwerp!



Windturbines gaan perfect samen met de natuurlijke omgeving en menselijke activiteiten. Ze werken op 100% natuurlijke, hernieuwbare en **duurzame energie**: de wind. Ze hebben **geen vervuilende uitstoot** in de atmosfeer.

Elke windturbine is een deel van de **oplossing** in de strijd tegen de klimaatverandering.

HOEK 6

WINDSPELLING

Windspelling is een Afrikaans woord en betekent 'windspreuk'.

MATERIAAL

- Tablet of pc

1. Zoek een ander woord voor ...

Darmgas

Surfen met een zeil op het water

Tornado

Beaufort

Noord, oost, zuid en west

Energiecentrale die werkt op wind (drie verschillende woorden)

2. Vind de woorden met 'wind' in de woordzoeker.

Q	D	L	Y	C	B	B	U	H	Y	U	V	A	B	F	O	V	F
I	A	D	D	C	C	G	D	T	H	U	T	C	H	M	H	P	N
Z	O	W	N	C	I	E	C	R	U	G	H	O	Q	P	P	P	N
H	K	X	W	V	E	N	I	B	R	U	T	D	N	I	W	C	W
B	P	W	I	N	D	J	E	E	Q	I	V	M	W	I	G	A	S
R	Y	B	Y	L	Z	C	Q	W	P	F	U	G	N	Y	P	A	H
P	N	E	F	R	U	S	D	N	I	W	P	L	Q	X	I	D	Q
S	H	Q	X	O	K	R	A	P	N	E	L	O	M	D	N	I	W
Z	R	W	S	O	N	I	E	T	K	R	E	T	S	D	N	I	W
W	M	Q	G	P	F	Y	D	X	S	D	S	O	I	F	R	O	K
W	I	N	D	K	R	A	C	H	T	C	E	N	T	R	A	L	E
C	P	B	J	M	O	E	S	O	O	H	D	N	I	W	B	G	T
Y	P	A	S	K	Q	R	E	W	N	C	N	D	W	F	F	K	K
Z	V	G	J	H	N	M	A	S	T	H	U	U	G	E	H	M	K
I	J	D	D	P	Z	U	B	P	Z	K	Z	K	W	H	B	Z	R
G	N	I	T	H	C	I	R	D	N	I	W	X	A	J	C	R	R
O	L	B	T	N	M	E	V	J	K	Y	B	B	W	N	I	U	L
J	Y	T	X	X	J	G	C	Q	D	W	T	B	Q	S	B	P	E

HOEK 6 (vervolg)

3. Verklaar de spreekwoorden met 'wind'. Je mag gebruikmaken van het internet.

- De wind in de zeilen hebben.

.....

- Er geen doekjes om winden.

.....

- Iemand de wind uit de zeilen nemen

.....

- Iets in de wind slaan.

.....

- Tegen windmolens vechten.

.....

- Weten uit welke hoek de wind waait.

.....

Windturbines zijn **uitgerust met slimme technologieën** om de natuur en de buurtbewoners te beschermen. Ze kunnen bijvoorbeeld hun slagschaduw berekenen aan de hand van de stand van de zon om te vermijden dat buurtbewoners hinder ondervinden.

Ze kunnen ook **geprogrammeerd worden** om te stoppen met draaien wanneer trekvogels overvliegen of wanneer vleermuizen terugkeren naar hun slaappleatsen.

HOEK 7

DE NATUUR ALS BRANDSTOF

1. Verbind de afbeelding met de juiste vorm van energie.

steenkool

•

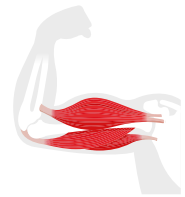
•



zonne-energie

•

•



windenergie

•

•



spierkracht

•

•



aardgas

•

•



geothermische energie
(= aardwarmte)

•

•



kernenergie

•

•



hydraulische energie
(= waterkracht)

•

•



aardolie

•

•



2. Markeer de hernieuwbare energie **groen** en de niet-hernieuwbare energie **oranje**.

Module 3

Windturbines onder de loep

1. Stellingen onderzoeken

Zijn de volgende stellingen over windturbines een feit of een fabel?
Zet een kruisje in de juiste tabel.

Maak gebruik van [deze website](#) voor je onderzoek via de link of QR-code.



STELLING	FEIT	FABEL
Een windturbine kan voor meer dan 2000 gezinnen elektriciteit voorzien.	☐	☐
Een windturbine op zee plaatsen is goedkoper dan op land.	☐	☐
Windturbines zorgen voor uren slagschaduw per dag.	☐	☐
Een grotere windturbine produceert meer groene stroom dan een kleine windturbine.	☐	☐
Een windturbine is voor 85 tot 90% recycleerbaar.	☐	☐

2. Onderzoeksoopdracht: geluid

MATERIAAL

- Tablet
- Decibelmeter-app (zoals dBMeter)

ONDERZOEKSVRAAG

Je gaat op onderzoek in je school.

- Waar meten we het hoogste geluidsniveau op onze school?

HYPOTHESE (= VOORSPELLING, MAAR GEEN GOK)

- Formuleer een antwoord op de onderzoeksvraag.



ONDERZOEK EN WAARNEMINGEN

- Gebruik de tablet van de klas en meet het geluidsniveau op verschillende plaatsen in de school met de app.

OVERZICHT VAN GEHOORSCHADE		
Hoe hard?	Wanneer gehoorschade?	Waar?
120 dB	direct	dance-event, festival, disco, concert, hoofdtelefoon, oortjes
110 dB	direct	dance-event, festival, disco, concert, hoofdtelefoon, oortjes
100 dB	na 5 min.	dance-event, festival, concert, hoofdtelefoon, oortjes
95 dB	na 15 min.	disco, concert, hoofdtelefoon, oortjes
92 dB	na 30 min.	disco, concert, hoofdtelefoon, oortjes
89 dB	na 1 uur	een voorbijkomende zware vrachtwagen
86 dB	na 2 uur	een voorbijrazende trein
83 dB	na 4 uur	verkeerslawaai
80 dB	na 8 uur	stadslawaai
77 dB	geen	luidruchtige gesprekken

- Noteer je metingen in de onderstaande tabel.

PLAATS	DECIBEL
Speelplaats	
Leraarskamer	
Refter	
Secretariaat	
Turnzaal	
Klaslokaal	

BESLUIT

- Noteer de onderzoeksvraag.

.....

- Vul het antwoord op de onderzoeksvraag aan.

Het hoogste geluidsniveau vind ik terug in

REFLECTIE

- Was je hypothese juist?
Ja/neen
- Kun je gehoorschade oplopen in dit lokaal? Verklaar je antwoord.

.....

.....

- Is het geluid van een windturbine schadelijk?
Verklaar je antwoord.

.....

.....

.....

ZELFEVALUATIE

- Lees en kruis aan wat voor jou van toepassing is.

	IN ORDE	NIET IN ORDE
Ik heb de onderzoeksvraag aangeduid.	☐	☐
Ik heb de hypothese genoteerd.	☐	☐
Ik heb het onderzoek uitgevoerd.	☐	☐
Ik heb mijn waarnemingen genoteerd.	☐	☐
Ik heb het besluit genoteerd.	☐	☐

Als je even naar boven kijkt (met een goede verrekijker), zul je zien dat de windturbines ook toepassingen hebben vanuit de **dierenwereld**. De wieken zijn voorzien van zaagtandjes die de **vleugels** nabootsen van een **uil**, een nachtroofvogel die geruisloos te werk gaat ... net als de windturbines!