



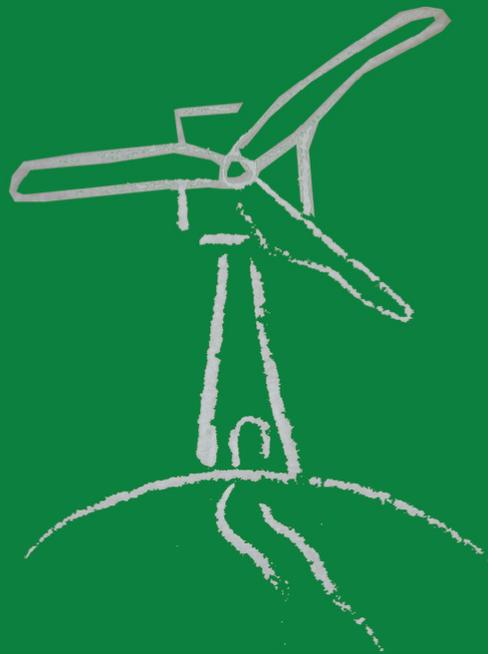
# Stundenbild: Windräder

Dauer: 1 Schulstunde und Hausübung

## ABLAUF:

- 1) Video "Die WindmüllerInnen" (DVD am Beginn der Mappe)
- 2) Lückentext zum Video (Seite 162)
- 3) A, B oder C - das Ratespiel zum Wind mit den Fragen (Seite 132):
  - \*) Wie trifft der Wind auf ein Windrad, damit es sich dreht?
  - \*) Wie viele Stunden kannst du mit dem Strom, den ein Windrad in einer Stunde erzeugt, fernsehen?
- 4) Windradbau Knobelspiel (Seite 136)

Hausübung: Bildgeschichte (Seite 152)





# Windräder damals und heute

## LERNZIELE:

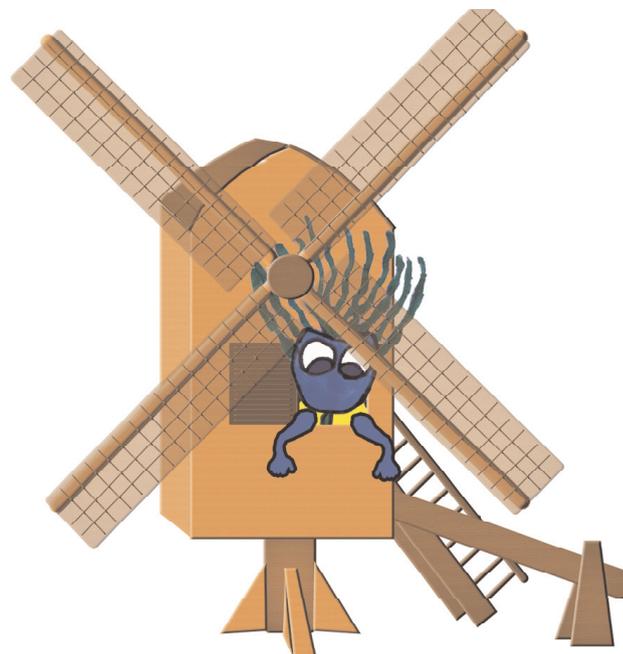
### Die Kinder wissen, dass ...

- ... die ersten Windmühlen zum Getreide mahlen vor rund 1500 Jahren gebaut wurden.
- ... es ganz verschiedene Windmühlen gegeben hat.
- ... vor 150 Jahren noch 200.000 Windräder in Europa gestanden sind.
- ... die modernen Windräder Strom erzeugen.
- ... ein durchschnittliches Windrad heute Strom für 1250 Familien erzeugt.

## METHODEN:

### Arbeitsunterlagen

- Entwicklung der Windräder (Seite 149)
- Windige Reizwortgeschichten (Seite 151)
- Bildgeschichte (Seite 152)
- Stürmische Rechenrätsel (Seite 153)





Die Menschen nutzen die Energie des Windes schon sehr lange, wie zum Beispiel für Segelschiffe. Auch die Windräder haben bereits eine sehr lange Geschichte. Früher wurden sie unter anderem zum Mahlen von Mehl oder zum Schöpfen von Wasser genutzt. In der heutigen Zeit werden die Windräder vor allem zur Stromerzeugung verwendet.

Die Energie des Windes nutzen die Menschen schon sehr lange.

## Geschichte der modernen Windenergie in Österreich



Weißt du, wann das erste moderne Windrad zur Stromerzeugung in Österreich gebaut wurde?

In Österreich begann die Geschichte der modernen Windenergie in den 90er Jahren mit einigen BastlerInnen. Sie wollten ihren eigenen Strom erzeugen und meinten, dass die Windenergie ideal dafür wäre.

Das war allerdings anfangs nicht ganz so einfach. Noch 1993 haben MeteorologInnen behauptet, dass in Österreich zu wenig Wind weht, um Strom daraus zu machen. Und MeteorologInnen kennen sich mit Wind und Wetter meistens sehr gut aus.

Einige Begeisterte ließen sich aber nicht aufhalten. Sie haben dennoch Windräder gebaut. Das erste moderne Windrad wurde 1994 in Wagram an der Donau in Niederösterreich aufgestellt.

Heute wissen wir, dass in Österreich durchaus genug Wind weht, um Strom daraus zu erzeugen. In Ostösterreich weht sogar fast so viel Wind wie knapp hinter der Nordseeküste.

Ein durchschnittliches Windrad erzeugt Strom für 1250 Haushalte.



Im Internet unter [www.igwindkraft.at](http://www.igwindkraft.at) findest du heraus, wie viele große Windräder es in Österreich gerade gibt und wie viel Strom sie erzeugen.

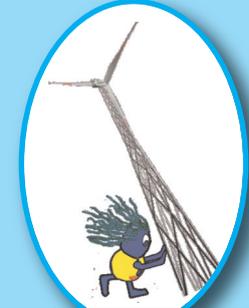
Windräder sind oft Eigentum von Ortsgemeinschaften. Die Menschen, die neben den Windrädern wohnen, sind dann auch stolz darauf, selbst „saubere“ Energie zu produzieren.

## Wie viel Strom kann in Österreich aus Windkraft erzeugt werden?

2020 könnte bereits die Hälfte aller Haushalte Österreichs mit Strom aus Windenergie versorgt werden.



Willi beim Versuch ein Windrad zu basteln.



Willi stellt ein Windrad auf.



Erstes modernes Windrad in Österreich in Wagram.



Windräder sind faszinierend!



## Wenn du mehr zur Geschichte der Windräder wissen willst:



### Die allerersten Windräder



Weißt du, seit wann es Windräder gibt?

Der Ausgangspunkt der Nutzung des Windes durch den Menschen ist nicht leicht festzustellen. Die zeitlichen Angaben über den Bau der ersten Windräder schwanken zwischen 6000 vor bis 700 nach Christi Geburt.

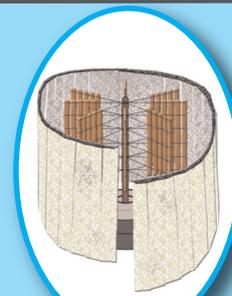
Die Menschen haben sich jedenfalls schon vor vielen hundert Jahren die unendliche Kraft des Windes zunutze gemacht. Damals wurde natürlich noch kein Strom erzeugt. Die ersten Windräder wurden vermutlich zum Schöpfen von Wasser eingesetzt.

Vor etwa 1500 Jahren wurden die ersten Windräder zum Mahlen von Mehl gebaut. Diese Windräder werden Windmühlen genannt. Gebaut wurden sie zuerst im persisch-arabischen Raum. Dort ist ein besonders gutes Gebiet zur Nutzung der Windenergie, weil es starke Nordwestwinde mit bis zu 200km/h gibt.

### Die ersten Windmühlen drehten sich um 500 nach Christi Geburt.

In Europa gab es zu dieser Zeit noch keine Windräder. Dafür gibt es zwei Hauptgründe. Der Wind weht in Europa nicht so stark wie in Persien. Und: Zu dieser Zeit gab es noch viele Sklaven und Zugtiere. Sie arbeiteten ohne Lohn und immer, wenn ihre "Besitzer" das wollten. Das war für die Herrschaften recht bequem, weil sie keine Rücksicht auf die Launen des Windes nehmen mussten.

Die ersten europäischen Windmühlen tauchten dann vor etwa 1100 Jahren im Mittelmeerraum auf. Es waren steinerne Turmwindmühlen. Der Wind wurde mit Flügelkreuzen eingefangen, die mit Segeltuch bespannt waren. In Griechenland kannst du noch die Ruinen solcher Windmühlen finden.



Persische Windmühle.



In Persien standen die ersten Windmühlen.



Die Willisklaven beim Mehl mahlen.



Turmwindmühle



## Die Blütezeit der Windräder

Weißt du das englische Wort für Fabrik?  
Was hat das nun wieder mit Mühlen zu tun?

In Nordeuropa wurden die Windmühlen erst im 11. Jahrhundert durch Kreuzfahrer und Händler eingeführt. Ab dieser Zeit waren Windräder und Wasserräder besonders wichtige Energielieferanten. Aus diesem Grund lautet heute noch der englische Name für Fabriken "mills".

1200 nach Christus wurden die ersten Bockwindmühlen gebaut. Diese hatten einen entscheidenden Vorteil. Sie konnten in den Wind gedreht werden. Die Mühlenbesitzer mussten den gesamten hölzernen Turm, der aufbockt war, in den Wind drehen. So konnte er bei jeder Windrichtung arbeiten.

Ende des 16. Jahrhunderts wurde die Hollandwindmühle erfunden. Jetzt musste nur mehr die Haube mit den Flügeln in den Wind gedreht werden. Das war natürlich eine Erleichterung. Dieser Mühlentyp breitete sich rasch von Holland ausgehend über ganz Europa aus.

Im 19. Jahrhundert war die Blütezeit der Windräder. Die Mühlen gehörten zu dieser Zeit zum Bild einer Landschaft. Auf engstem Raum standen in Amsterdam 500 Mühlen. In ganz Europa drehten sich rund 200.000 Anlagen. Weltweit waren sogar mehrere Millionen Windräder in Betrieb. Die Anwendungsbereiche waren sehr vielfältig. Sie wurden zum Beispiel zum Mahlen, zum Pumpen, zum Bohren, zum Sägen, zum Schleifen, zum Hämmern, zum Pressen und zum Walzen eingesetzt.

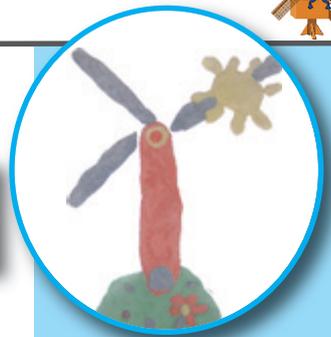
**Im 19. Jahrhundert drehten sich in Europa  
200.000 Windräder.**

In Retz in Niederösterreich kannst du so eine Windmühle besichtigen.

## Das große Mühlensterben

Anfang des 20. Jahrhunderts wurden die Windmühlen durch Dampfmaschinen abgelöst. Es begann das große Mühlensterben. Das Verschwinden der Windmühlen veränderte die Landschaft. In einer Mühlenzeitschrift aus dem Jahr 1913 beklagt sich ein Mann: „Es schwindet die Romantik immer mehr, die Gegend wird kahl.“ In seiner Gegend standen von einst 10 Windmühlen nur mehr vier.

Die beiden Weltkriege haben den Rückgang der Windräder noch etwas aufgehalten. Zu dieser Zeit wurden fossile Brennstoffe knapp. Da wurde dann doch wieder auf die Kraft des Windes zurückgegriffen, aber nach dem 2. Weltkrieg wurde der Betrieb der Windmühlen beinahe völlig eingestellt. Um 1950 herum wurde in Deutschland sogar der Beruf des Windmüllers abgeschafft.



Kreuzritter bringt  
Windmühle nach  
Nordeuropa.



Bockwindmühle



Windmühle in Retz



Mühlensterben



Gesetz streicht  
Beruf des  
Windmüllers.



## Windräder zur Stromerzeugung

Die Zeit der Windräder zum Mahlen von Mehl, zum Walken, Stampfen und dergleichen war tatsächlich vorbei, aber dafür ist bald eine neue Ära angebrochen. Der Wind konnte für etwas Neues genutzt werden. Ahnst du schon wofür? Richtig! Für die Erzeugung von Strom.



In welchem Land stand Europas erstes Windrad zur Stromerzeugung?

Das erste Windrad zur Stromerzeugung wurde bereits 1891 in Dänemark aufgestellt. So drehten sich in Dänemark und später auch in den USA schon vor über 100 Jahren Windräder, die Strom erzeugten. Auch in Österreich gab es in der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts Windräder zur Stromerzeugung.

Doch dann gab es wieder einen Rückschritt für die Windenergie. Erdöl und Kohle wurden immer billiger und so waren um 1950 herum die Windräder wieder verschwunden. Maschinen, die mit Kohle und Erdöl angetrieben wurden, hatten die Stromerzeugung zur Gänze übernommen.

Doch bald merkten die Menschen, dass es Erdöl nicht unendlich geben wird. Die Atomkraft sollte die Lösung bringen. Ein dänischer Tischler, er hieß Christian, war von dieser Idee gar nicht begeistert. Er dachte: "Die Politiker haben gesagt, sie bauen jetzt nur mehr Atomkraftwerke. Da kann ich nicht viel dagegen tun. Aber für den Strom, den ich und meine Familie brauchen, dafür baue ich uns ein Windrad."

Und so hat der dänische Tischler 1976 ein kleines Windrad gebaut mit dem er den Strombedarf seiner Familie decken konnte.

Die Leute, die gesehen haben, wie der Tischler Christian seinen eigenen Strom erzeugte, waren begeistert. So begann er auch für andere Leute Windräder zu bauen. Verglichen mit den heute modernen Windrädern waren diese Anlagen miniklein. Aber seitdem spielen die Windräder zur Stromerzeugung eine immer wichtigere Rolle.

## Strom aus Windrädern

Heute stehen in vielen Ländern Windkraftwerke zur Stromerzeugung. Zu den führenden Ländern der Windenergienutzung gehören heute Deutschland, die USA und China.



Im Internet unter [www.igwindkraft.at](http://www.igwindkraft.at) unter "Wind in Zahlen" findest du heraus wie viel die Windräder weltweit leisten.



In Dänemark gab es das erste Windrad zur Stromerzeugung.



Willi demonstriert gegen Atomenergie.



Ob Willi damit Strom erzeugen kann?



# Die Entstehung eines Windkraftwerkes

## LERNZIELE:

### Die Kinder wissen, ...

- ... wie ein Windrad aufgebaut wird.
- ... aus welchen Teilen ein Windrad zusammengebaut wird.
- ... über die Dimensionen eines Windrades Bescheid.

## METHODEN:

### Spiele

A, B oder C - das Ratespiel zum Wind (Seite 132)

Windradbau - Knobelspiel (Seite 136)

Windrad darstellen (Seite 137)

### Arbeitsunterlagen

Ein Windrad wird gebaut (Seite 155)

Bau dein eigenes Windrad (Seite 156)

Aus welchen Teilen besteht ein Windrad? (Seite 157)

### Video

Die WindmüllerInnen





## Vor dem Baubeginn

Bevor ein Windrad gebaut werden kann, muss lange geplant werden. Dafür wird die meiste Zeit benötigt. Es wird eine Menge Papierkram erledigt und zu den Behörden gebracht. Außerdem werden die Menschen, welche in der Gegend wohnen, informiert und befragt. Es ist wichtig, dass sie mit dem Bau des Windrades einverstanden sind.

**Die meiste Zeit wird für die Planung benötigt.**

Sind die Vorarbeiten schließlich abgeschlossen und alle Genehmigungen erteilt, kann der Bau beginnen.

## Das Fundament und das Stromkabel



**Weißt du, wie tief das Fundament eines Windrades ist?**

Zuerst wird mit dem Bagger ein Loch gegraben. Ist es ein stabiler Untergrund, dann genügt meistens eine Tiefe von 2m. Das Loch hat dann ungefähr die Größe eines Klassenzimmers.

Zu diesem Loch wird ein dickes Stromkabel in die Erde gelegt, damit der Strom später dann auch in das Stromnetz eingespeist werden kann.

Ist das Kabel verlegt, wird der Beton mit einem großen Lastwagen antransportiert. So einen Betonmischwagen hast du sicher schon gesehen. Er trägt ein riesiges eiförmiges Ding, das sich dreht und in dem sich der Beton befindet.

In das große Loch wird nun Beton gegossen. Dann passiert einmal zwei Wochen lang nichts, denn in dieser Zeit muss er trocknen.

Den fertigen Betonblock nennen die WindradtechnikerInnen „das Fundament“. Auf das Fundament wird später das Windrad aufgeschraubt. Es sorgt dafür, dass das Windrad fest im Boden verankert ist und nicht umfällt.

Ist das Fundament einmal fertig, dauert es nur mehr zwei Tage bis das Windrad aufgebaut ist und Strom erzeugen kann.

**Bis das Fundament fertig ist dauert es zwei Wochen.**



Willi auf dem Weg zu den Behörden.



Zu Beginn wird ein Loch für das Fundament gegraben.



Große Maschinen legen das Stromkabel tief in die Erde.



Betonmischwagen



Das Fundament wird gegossen.



Auf das fertige Fundament kann nun der Turm geschraubt werden.



## Der Turm



Weißt du, wie hoch der Turm eines Windrades ist?

Der Turm eines Windkraftwerkes ist sehr hoch. Deshalb kann er nicht in einem Stück transportiert werden. Er wird mit Schwertransportern in ungefähr 5 Teilen angeliefert.

Die Turmteile bestehen aus Stahl oder Beton.

Um den Turm aufzustellen, wird ein riesiger Kran benötigt. Zuerst wird der unterste Teil an das Fundament geschraubt. Dann werden die restlichen Teile übereinander geschraubt. Dazu werden riesige Schrauben verwendet.

Der fertige Turm eines modernen Windrades ist so hoch wie der Stephansdom in Wien (über 130 m).

**Der Turm eines modernen Windrades ist so hoch wie der Stephansdom in Wien.**



Der erste Turmteil wird angeliefert.



Willi als Stahlarbeiter



Schrauben für ein Windrad.



Der Turmteil wird zum Heben bereitgemacht.



Der Bauarbeiter ist bereit für das Zusammenschrauben der Turmteile.



Am Ende des ersten Tages sind die Windradtürme aufgestellt.



## Die Gondel



Weißt du, wie schwer die Gondel eines Windrades ist?

Die Gondel ist so schwer wie zwei voll beladene LKW's mit Anhänger. Manche Gondeln sind sogar noch schwerer. Die komplette Gondel wird mit dem Kran auf den Turm gehoben und dort befestigt.

Die Gondel ist das Maschinenhaus der Windkraftanlage. In der Gondel befindet sich der Generator, das Herz des Windrades. Der Generator erzeugt den Strom wie ein Fahrraddynamo. Durch die Drehbewegung werden Kabel an Magneten vorbei bewegt und schon fließt der Strom. Der Strom wird in dicken Kabeln durch den Turm nach unten geleitet.



Die Gondel wird mit einem Sattelschlepper angeliefert.

### Die Gondel ist das Maschinenhaus des Windrades.

In der Gondel befinden sich auch noch andere wichtige Teile:

- \*) Ein Computer, der das Windrad steuert
- \*) Motoren, die das Windrad drehen
- \*) Eine Bremse, damit das Windrad bei Reparaturen festgestellt werden kann.



In der Gondel befindet sich der Generator.

Auf der Gondel oben drauf sind zwei Messgeräte angebracht:

- \*) Die Windfahne, welche die Windrichtung anzeigt.
- \*) Das Anemometer, das die Windgeschwindigkeit misst.



Die Windfahne



Das Anemometer



Die Gondel wird am Turm befestigt.



Die Gondel wird auf den Turm gehoben.



## Der Rotor



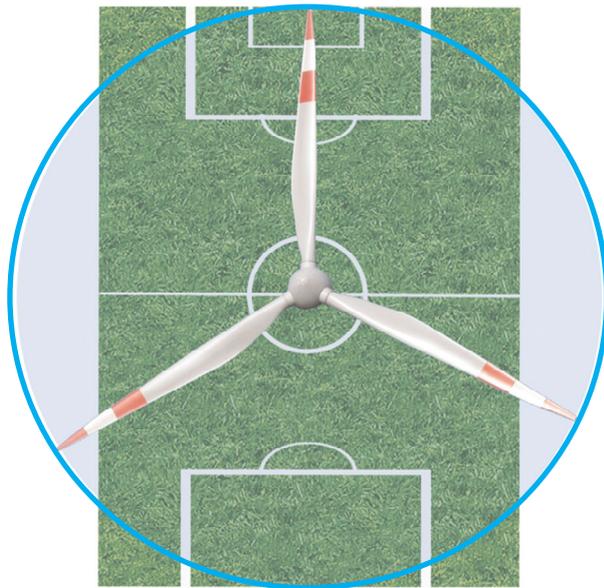
Weißt du, wie lang ein Flügel eines Windrades ist?

Das Windrad ist nun beinahe fertig. Aber ein sehr wichtiger Teil fehlt noch, der Rotor.

Der Rotor eines Windrades besteht aus der Nabe in der Mitte und meistens drei Flügeln. Die Flügel werden auch Rotorblätter genannt.

Die Rotorblätter haben die Form von Flugzeugflügeln. Durch diese Form bringt der sogenannte Auftrieb das Windrad zum Drehen. So kann aus dem Wind besonders viel Energie heraus geholt werden.

Die Flügel eines Windrades können so lang sein wie ein halbes Fußballfeld. Das sind zwischen 50 und 65 Meter.



Ein Rotor auf einem Fußballfeld.



Ein Flügel ist so groß, dass du dich sogar hinein stellen kannst.



Die Flügel sind die längsten Einzelteile eines Windrades.

Noch am Boden werden die Flügel sternförmig an die Nabe geschraubt.

Der fertige Rotor wird dann mit einem ganz hohen Kran an die Gondel gehoben und dort montiert.



Das Windrad kurz vor der Fertigstellung.



Der Rotor wird auf den Turm gehoben.



## Das fertige Windrad



Weißt du, wie schnell die Flügelspitzen durch die Luft flitzen?

Die Gondel mit dem Rotor sitzt auf einem über 130 Meter hohen Stahl- oder Betonturm. Die drei Flügel sind jeweils mehr als 60 Meter lang und drehen sich 10 bis 20 Mal in der Minute im Kreis.

Anders gesagt ist ein modernes Windrad so hoch wie der Millenium Tower in Wien oder die Europabrücke in Tirol. Der Turm ist so hoch wie der Stephansdom und der Durchmesser des Rotors ist so groß wie ein Fußballfeld.



Wie groß sind die Windräder, die sich in Österreich drehen?

Ein solches Windrad erzeugt eine Menge Strom. Ein durchschnittliches Windrad in Österreich erzeugt Strom für 1250 Familien. Das größte Windrad in Österreich erzeugt sogar Strom für 4500 Familien.



Schau doch mal ins Internet auf [www.igwindkraft.at](http://www.igwindkraft.at). Dort kannst du herausfinden wie viele Windräder aktuell in Österreich stehen und wie viele Familien sie mit Strom versorgen können.



Das Riesenrad ist so groß wie ein Rotorblatt.



Die Flügelspitzen drehen sich so schnell wie Formel-1 Autos fahren. Das sind zwischen 200 und 300 km/h.





# Wie funktioniert ein Windkraftwerk?

## LERNZIELE:

### Die Kinder wissen, ...

... welche Teile sich in einem Windrad befinden.

... wie aus Wind Strom erzeugt werden kann.

## METHODEN:

### Spiele

Singspiele rund um den Wind (Seite 133)

A, B oder C - das Ratespiel zum Wind (Seite 132)

### Arbeitsunterlagen

Aus welchen Teilen besteht ein Windrad? (Seite 157)

Welche Teile sind in der Gondel zu finden? (Seite 158)

Windrad - Lückentext (Seite 159)

Windrad Buchstabengewirr (Seite 161)

### Video

Die WindmüllerInnen





### Mit Willi ein Windrad besichtigen

Willi ist als Windkobold ein wahrer Windradexperte. Er kennt sich ziemlich gut aus. Er kann dir genau erklären, welche Teile es in so einem Windrad gibt und wie sie funktionieren. Na dann komm doch gleich mit und begleite Willi ins Windrad.

### Die Leiter

Unten am Turm des Windrades gibt es eine Tür. Willi hat den Schlüssel und du kannst mit ihm hineingehen. Drinnen im Turm fällt dir zuerst die lange Leiter auf, die bis zur Gondel hinauf führt. Ansonsten befindet sich am Fuss des Turmes nur ein Kasten mit digitalen Anzeigen, die dir zeigen, wie viel Strom gerade erzeugt wird und wie stark der Wind weht. Daneben hängen zwei Klettergurte. Ja, so einen Klettergurt musst du anlegen, damit du sicher die Leiter hinauf klettern kannst. Und schon gehts los, die Leiter rauf! Aber Vorsicht, teile dir deine Kräfte gut ein, weil der Turm dieses Windrades ist 70 Meter hoch. Du hast Glück, denn der Turm könnte bis zu 140 Meter hoch sein.

**Die Leiter im Turm führt hinauf in die Gondel.**

### Oben auf der Gondel

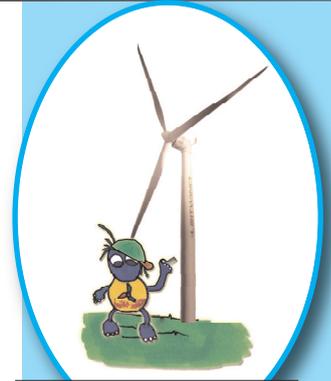
Nach der langen Klettertour seid ihr schließlich in der Gondel des Windrades angekommen. Hier befinden sich viele wichtige Teile. Aber zuerst wollt ihr doch bestimmt ganz hinauf. Eine kleine Leiter gibt es noch. Sie führt auf das Dach der Gondel. Bist du eh schwindelfrei? Ja, dann befestige deinen Klettergurt gut und mach die Klappe am Dach der Gondel auf. Wow, die Aussicht von hier oben ist wirklich umwerfend.

**In der Gondel befinden sich die wichtigsten Teile des Windrades.**

### Der Rotor

Vor dir saust der Rotor vorbei. Der Rotor besteht aus drei Rotorblättern. Er fängt die Energie des Windes ein. Der Wind lässt den Rotor drehen.

**Der Rotor fängt die Energie des Windes ein.**



Willi sperrt das Windrad auf.



Erst den Sicherheitsgurt anlegen ...



... und dann rauf auf die Leiter.



Von der Gondel siehst du ganz weit.





### Das Anemometer

Wenn du hinter dich schaust, dann siehst du auf der Gondel zwei Messgeräte. Eines davon heißt Anemometer. Das Wort ist griechisch und heißt nichts anderes als "Windmesser". Das Anemometer misst die Windstärke. Es besteht aus kleinen Schalen, die der Wind im Kreis dreht. Es wird durch den Druck des Windes angetrieben. Der Wind fängt sich in den Schalen des Anemometers und drückt diese zur Seite. Je schneller sich das Anemometer dreht, umso stärker weht der Wind. Die Windgeschwindigkeit wird anhand der Anzahl der Drehungen in einer bestimmten Zeit berechnet. Diese Daten von der Windstärke werden vom Anemometer zum Windradcomputer in der Gondel weitergeleitet.



Das Anemometer

**Das Anemometer misst die Windgeschwindigkeit.**

### Die Windfahne

Gleich neben dem Anemometer siehst du die Windfahne. Das ist eine dünne Metallplatte. Diese bewegt sich aus dem Wind, wenn dieser darauf drückt. Dadurch zeigt die Windfahne immer in jene Richtung, aus welcher der Wind weht.



Die Windfahne

**Die Windfahne zeigt die Windrichtung an.**

### Der Generator

Du kletterst nun wieder zurück in die Gondel. Das erste was dir hier auffallen wird ist der Generator direkt hinter dem Rotor. Die Drehbewegung, welche du draußen am Rotor gesehen hast, siehst du hier drinnen am Generator. Dieser Generator hat kein Getriebe und befindet sich deshalb direkt hinter dem Rotor. Der Generator funktioniert wie ein Fahrraddynamo. Durch die Drehbewegung werden Magnete an Kabeln vorbei bewegt. So entsteht der Strom. Der Generator ist sozusagen das Herz des Windrades.



So sieht ein Generator in manchen Windrädern aus.

**Der Generator macht aus dem Wind Strom.**

### Das Getriebe

Willi weiß, dass es auch einige Windräder mit Getriebe gibt. Das ist etwas mit vielen Zahnrädern. In solchen Windrädern ist dieses Getriebe zwischen dem Rotor und dem Generator angebracht. Es wandelt die langsame Drehbewegung des Rotors in eine ganz schnelle Drehbewegung um. Dadurch kann der Generator viel kleiner sein als in einem getriebelosen Windrad. Der Generator macht dann aus der Drehbewegung wieder den Strom.



Ein Windrad funktioniert wie ein Fahrraddynamo.



### Die Nachführmotoren

Wenn du dich umschaust, dann entdeckst du vier gleiche Teile am Boden der Gondel. Das sind vier Motoren. Erinnerst du dich an die Windfahne? Sie zeigt die Windrichtung an. Das ist wichtig, weil das Windrad dreht sich nämlich nur, wenn der Wind von vorne auf den Rotor bläst. Ändert der Wind seine Richtung, dann sorgen die Nachführmotoren dafür, dass die Gondel mit dem Rotor wieder in den Wind gedreht wird.



Ein Nachführmotor

**Die Nachführmotoren drehen das Windrad in den Wind.**

### Die Regelung

An der Wand der Gondel siehst du einen großen Computer. Das ist der Kopf des Windrades. Hier werden alle wichtigen Daten verarbeitet und das Windrad wird geregelt. Darum heißt dieser Computer auch Regelung. So gelangen unter anderem die Daten vom Anemometer zur Regelung. Wenn der Wind zu stark weht, dann sorgt die Regelung dafür, dass die Flügel aus dem Wind gedreht werden und das Windrad dadurch stehen bleibt. So wird das Windrad vor Schäden bewahrt. Die Daten von der Windfahne gelangen ebenso zur Regelung, welche bei Bedarf die Nachführmotoren aktiviert.



Die Regelung

**Die Regelung steuert das Windrad.**

### Die Kabel

Nach einem letzten Blick in die Gondel geht es nun wieder die Leiter hinunter. Jetzt fallen dir bestimmt die dicken Kabel auf, welche den Turm hinunter hängen. In ihnen wird der Strom transportiert, der oben im Generator erzeugt wird. Unten angelangt stellst du fest, dass die Kabel im Boden verschwinden. Unter der Erde wird der Strom in den Kabeln weiter zum nächsten Umspannwerk transportiert. Von dort wird er dann an die Haushalte verteilt. Dieses Windrad erzeugt den Strom für 1250 Familien.



Die Kabel neben der Leiter führen den Strom nach unten.

**Der Strom wird in Kabeln transportiert.**

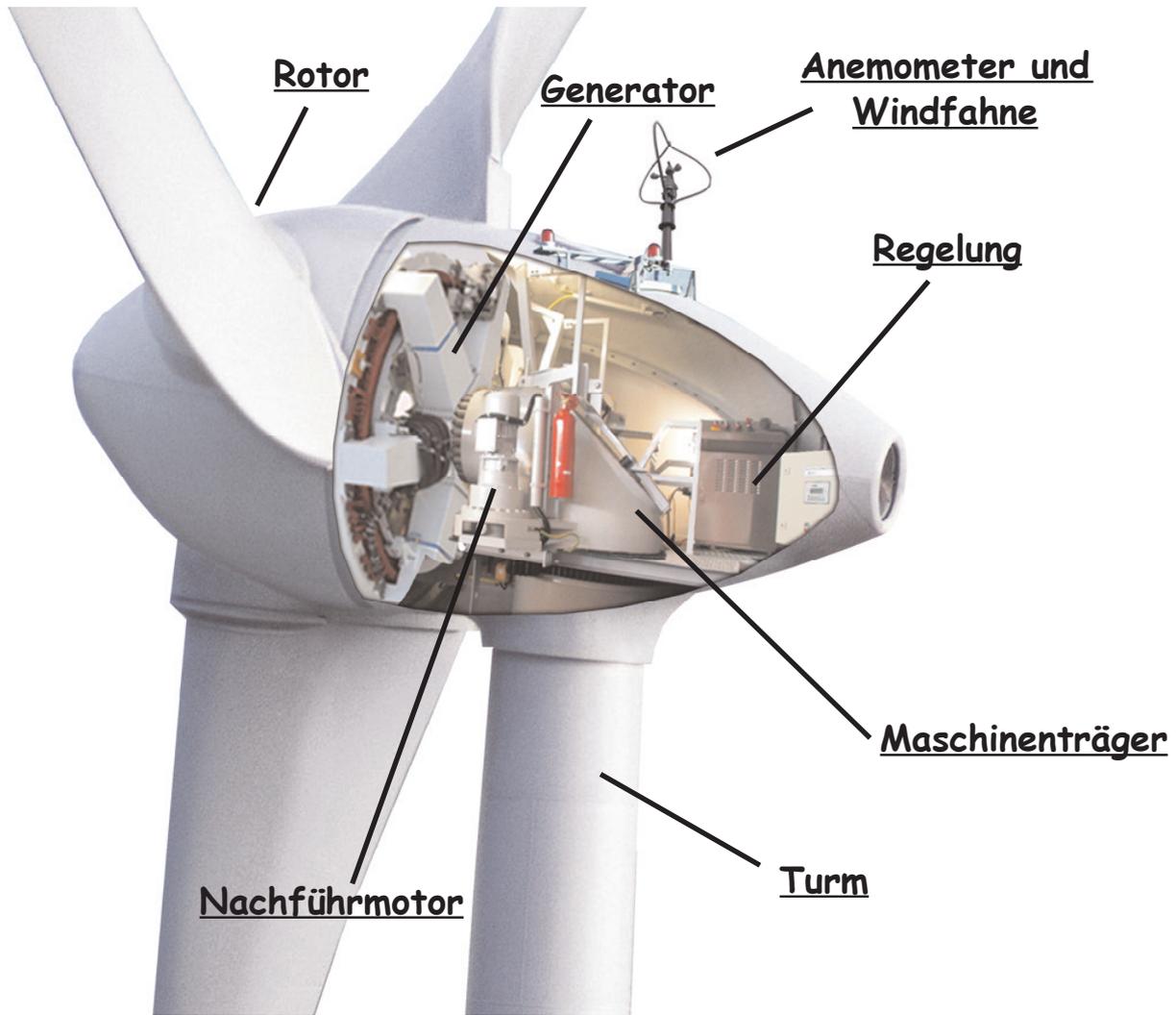
Du stehst jetzt wieder draußen vor dem Windrad. Wage noch einen letzten Blick nach oben. Da ganz oben auf der Gondel bist du gerade gewesen.



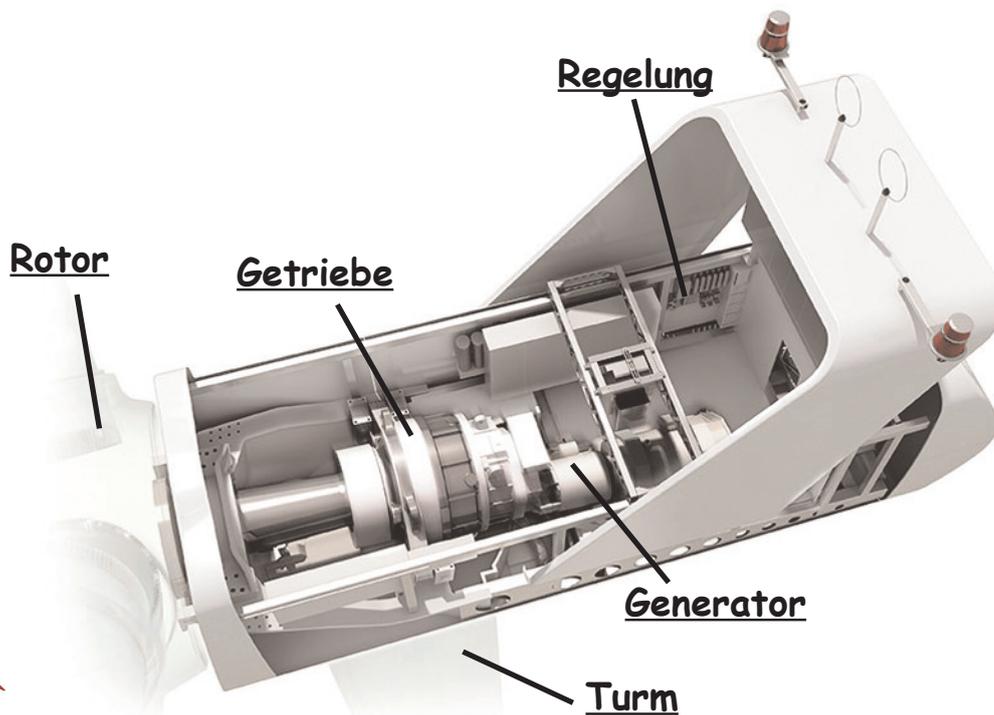
Ein letzter Blick nach oben.



### Das Innenleben der Gondel eines getriebelosen Windrades



### Das Innenleben einer Gondel mit Getriebe





# Oft gestellte Fragen zur Windenergie

## LERNZIELE:

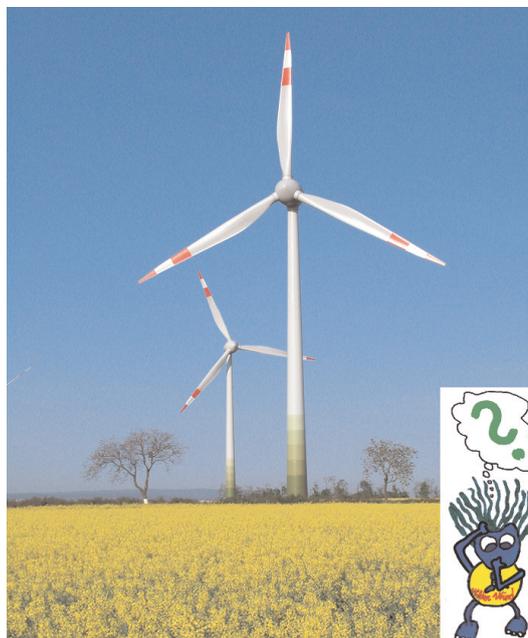
### Die Kinder wissen, ...

- ... dass in Österreich genug Wind für die Stromerzeugung weht.
- ... dass Windräder meist leiser als die Umgebungsgeräusche sind.
- ... dass sich Tiere rasch an die Windräder gewöhnen.
- ... dass Windräder ungefährlich sind.

## METHODEN:

### Video

Die WindmüllerInnen

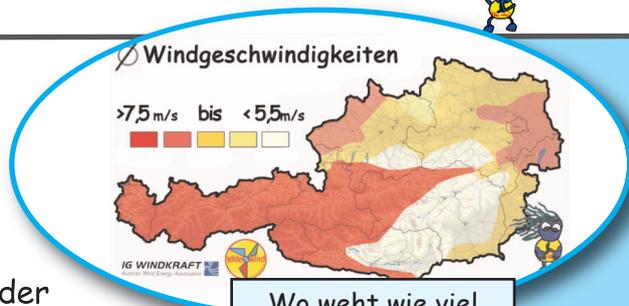




### Weht in Österreich genug Wind?

An einigen Standorten in Österreich weht so viel Wind wie knapp hinter der norddeutschen Küste. Im Schnitt ist die Windsituation in Österreich sogar besser als in Deutschland. Dort stehen im Moment die meisten Windräder der Welt.

2020 könnte bereits die Hälfte aller Haushalte Österreichs mit Strom aus Windenergie versorgt werden.



Wo weht wie viel Wind?

**In Österreich weht im Schnitt mehr Wind als in Deutschland.**

### Wie schön sind Windräder?

Windräder sind sehr hohe Bauwerke. Sie verändern daher das Bild einer Landschaft. Die Menschen haben schon immer die Landschaft verändert. Hochspannungsleitungen oder Ölpumpen sind ein Beispiel aus der jüngeren Vergangenheit.

Das Landschaftsbild hat sehr viel mit Gewohnheit zu tun. Was wir täglich sehen, ist oft das, was uns gefällt. Als 1913 das große Windmühlensterben einsetzte, klagte ein Zeitgenosse: „Es schwindet die Romantik, die Gegend wird kahl!“ In seiner Gegend war die Zahl der Windmühlen von zehn auf vier gesunken.

Natürlich beeinflussen die Windräder das Bild einer Landschaft. Jeder und jede muss selbst entscheiden, ob Windräder schön sind. Doch selbst wenn einem die Windräder nicht gefallen, stellt sich die Frage nach der Alternative zu einer umweltbewussten Stromerzeugung. Atomkraftwerke sind sicher keine!



Ein wunderschönes Windrad bei Sonnenuntergang.



1913 wurde eine Landschaft mit nur vier Windrädern als kahl bezeichnet.

**Windräder sind ein Symbol für umweltfreundliche Stromerzeugung.**



Ich find Windräder schön; und du?

### Wie laut sind Windräder?

Windkraftanlagen verursachen beim Betrieb Geräusche. Daher ist es gesetzlich geregelt, wie weit ein Windrad vom nächsten Gebäude entfernt sein muss, damit es nicht als störend wahrgenommen wird. Schon bei frischem Wind sind die Windgeräusche lauter als das Windrad.

**Die Geräusche der Umgebung sind meist lauter als das Windrad.**



Willi lauscht.



## Gefährden Windräder Tiere?



Wenn du einmal bei einem Windrad vorbei kommst, vielleicht siehst du ja ein Reh beim Äsen.

Der Einfluss, den Windräder auf Tiere ausüben, ist sehr genau untersucht worden. In fast allen Untersuchungen wurde festgestellt, dass sich die Tiere sehr rasch an das neue Bauwerk gewöhnen. Rehe und Hasen sind schon nach kurzer Zeit unbeeindruckt von den Windrädern an ihrem Lebensort. Vögel fliegen sehr selten in den Rotor einer Windkraftanlage, viel seltener als zum Beispiel in einen Sendemast.

Dennoch wird in Österreich vor jedem Windradbau eine Vogelstudie durchgeführt, um diese Tiere zu schützen.

**Tiere gewöhnen sich sehr rasch an die Windräder.**



Wildtiere gewöhnen sich sehr schnell an die Windräder.



Ein Vogel fliegt über einem Windrad hinweg.

## Sind Windräder gefährlich?

Wie bei jedem Gebäude besteht auch bei einer Windkraftanlage die minimale Gefahr des Umstürzens oder dass ein Teil herunterfällt. Die Anlagenbetreiber sind verpflichtet, jedes Jahr die Anlagen auf Herz und Nieren prüfen zu lassen. Sie haben ja auch ein Interesse daran, dass die Anlagen nicht kaputt gehen, denn nur dann können ihre Windkraftwerke Strom erzeugen. Sollte dennoch einmal ein Teil herabfallen, ist durch die großen Abstände zu Siedlungen eine Gefährdung von Menschen äußerst gering.

**Windkraftanlagen sind ungefährlich.**



Das gefährliche Windrad. Vorsicht!



# Windräder sind cool!

## LERNZIELE:

### Die Kinder wissen, dass ...

- ... Windenergie immer für uns da ist.
- ... Windenergie Strom liefert.
- ... Windenergie kostengünstig ist.
- ... Windenergie tausende Arbeitsplätze schafft.
- ... Windenergie Unabhängigkeit bringt.
- ... Windenergie klima- und umweltfreundlich ist.

## METHODEN:

### Arbeitsunterlagen

Lückentext zum Video "Die WindmüllerInnen" (Seite 162)

### Video

Die WindmüllerInnen

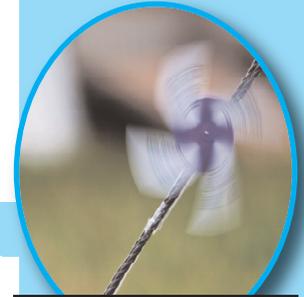




## Windenergie ist immer für uns da!

Der Wind ist eine erneuerbare Energie. Es wird immer Wind wehen. Wir Menschen werden ihn immer nutzen können.

**Der Wind ist eine unerschöpfliche Energie.**



Der Wind bewegt.

## Windenergie liefert Strom!

Für unser modernes Leben benötigen wir Strom. In Windrädern kann dieser Strom erzeugt werden. Ein durchschnittliches Windrad in Österreich liefert den Strom für 1250 Familien. Im Jahr 2020 könnte bereits die Hälfte aller Haushalte Österreichs mit Strom aus Windenergie versorgt werden.

**Windräder erzeugen Strom für unser tägliches Leben.**



Windenergie liefert auch den Strom für Willis Laptop.

## Windenergie ist eine günstige Energie!

Die Kosten für die Erzeugung einer kWh Windenergie in Österreich sind genauso hoch wie jene für eine kWh Energie aus einem modernen Gaskraftwerk.

Im Vergleich zur herkömmlichen Energieerzeugung fallen aber keine Umweltkosten an. Umweltkosten sind Kosten, die der Staat für Umweltschäden oder deren Vermeidung zahlen muss. Also zum Beispiel, wenn die Luft durch Abgase verschmutzt wird. Weltweit zahlen die Staaten für fossile Energien fünf Mal so viel an Förderungen wie für erneuerbare Energien.

**Die Windenergie ist genauso teuer wie die Energie aus modernen Gaskraftwerken.**



Windenergie ist eine der billigsten Formen der Stromproduktion.



### Windenergie schafft Arbeitsplätze

In Österreich haben bereits tausende Menschen durch die heimischen Windräder einen Job. Zusätzlich sind österreichische Unternehmen wichtige Zulieferer für die großen Windradfirmen. In Österreich sind sogar einige der wichtigsten Firmen weltweit zu Hause. Sie erzeugen Steuerungen, Flügelmaterial oder erfinden sogar ganze Windräder.

**Die Windenergie schafft tausende Arbeitsplätze.**



Ein Windradarbeiter in luftiger Höhe.

### Windenergie bringt Unabhängigkeit

Jede kWh Windstrom verringert den Verbrauch fossiler Energie in Österreich. Dadurch muss weniger Erdöl im Ausland eingekauft werden. Österreich ist mit den Windrädern weniger von hohen Erdölpreisen abhängig.

Es muss auch weniger Strom aus anderen Ländern eingekauft werden. Das heißt, wir kaufen auch weniger Atomstrom ein.

**In Österreich weht ganz schön viel Wind und der muss nicht gekauft werden.**



Windenergie macht unabhängig vom Erdöl.

### Windenergie ist klima- und umweltfreundlich

Im Gegensatz zu einem Öl-, Kohle- oder Gaskraftwerk erzeugt ein Windrad bei der Stromproduktion keine Abgase. Anders als bei einem Atomkraftwerk entstehen auch keine giftigen und strahlenden Abfälle. Windräder tragen auch nicht zum Treibhauseffekt bei.

Jede kWh Windstrom schützt das Klima, die Umwelt und somit auch dich.

**Ein Windrad produziert den Strom ohne Abgase.**



Die Umweltaktivistin freut sich über Windenergie.



Windräder sind im Einklang mit der Natur.

