Stundenbild

Das Wunder Wind

▶ Energie/Strahlung

Warum Strom aus Windkraft?
Wie ist eine Windkraftanlage aufgebaut?
Wie wird aus Wind Strom?
Was ist ein Savonius-Rotor?

Die „Erneuerbaren“ sind im Vormarsch, und das mit großen Schritten. Doch neben all den Vorteilen, die sie bringen, werden vor allem beim Thema Wind auch kritische und gegnerische Stimmen laut. Doch was steckt dahinter?

Die Grundlagen der Windkraft werden erarbeitet. Es wird gezeigt, wie eine Windkraftanlage aufgebaut ist, wie sie funktioniert und es wird der Frage auf den Grund gegangen, wie durch das Drehen der Rotorblätter Strom erzeugt werden kann.

Ort	Schulstufe
Klassenraum	5. bis 8. Schulstufe
Gruppengröße	**Zeitdauer**
Klassengröße	2 Schulstunden

Lernziele

- ▶ Bedeutung und Möglichkeiten der Windenergie erfahren
- ▶ Den Vor- und Nachteilen von Windkraftanlagen auf den Grund gehen
- ▶ Die Umwandlung von Bewegungsenergie in elektrische Energie verstehen
- ▶ Einen Savonius-Rotor selber bauen können

Sachinformation

Warum Strom aus Windkraft?

Wind zählt zu den erneuerbaren Energieträgern. Erneuerbar deshalb, weil Wind permanent vorhanden ist und nie ausgehen wird.

Seine Nutzung belastet die Umwelt nicht und bei der Energieumwandlung entstehen keine Treibhausgase. Nicht erneuerbare Energieträger, wie Erdöl oder Erdgas, stehen uns nur begrenzt zu Verfügung und es entstehen bei der Verbrennung Treibhausgase, die das Klima belasten.

Weitere Vorteile der Windenergie:

- Beim Wind gibt es keine Importabhängigkeit, er steht unmittelbar vor Ort zu Verfügung.
- Der Bau von Windkraftanlagen schafft Arbeitsplätze und stärkt die regionale Wirtschaft.
- Es gibt keine Gefahren für Mensch und Umwelt, wie es bei Erdöl- und Erdgastransporten der Fall ist.

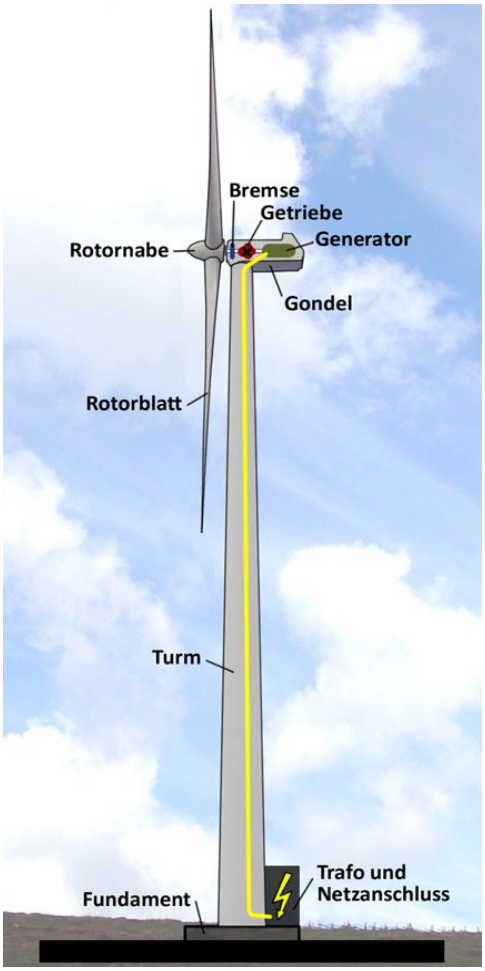


Abb. 1: Schema einer Windkraftanlage

Nachteile der Windenergie:

- Weht kein Wind, stehen die Rotorblätter der Windkraftanlage still und es fließt kein Strom ins Netz. Alternative Energiequellen müssen dann zu Verfügung stehen.
- Windkraftanlagen stehen bei uns in Almgebieten und beeinträchtigen das dortige Landschaftsbild („sehen nicht schön aus“).
- Zufahrtsstraßen, um die Windkraftanlagen auf den Almen und Bergen zu erreichen, müssen extra errichtet werden, so wird wieder unberührte Natur verbaut.
- Der Geräuschpegel der kreisenden Rotorblätter kann Wildtiere, Wanderer und Menschen, die in der Nähe wohnen, stören.
- Vögel können direkt in die Rotorblätter fliegen und dadurch umkommen.

Wie ist eine Windkraftanlage aufgebaut?

Fundament
Das besteht aus einem Betonsockel mit starker Stahlarmierung. Die Größe des Fundaments muss stets an die Anlage, welche darauf errichtet werden soll, an die zu erwartenden Betriebsverhältnisse und an die Bodengegebenheiten vor Ort angepasst werden.

Turm
Der Turm sorgt dafür, dass die Windenergienutzung in ausreichendem Abstand zum Boden stattfinden kann, da in großer Höhe ein viel stärkerer Wind weht als am Boden.

Der Turm besteht aus Stahl und Beton, wird in Einzelteilen von Schwertransportern angeliefert und direkt vor Ort zusammengesetzt. Die höchsten Windenergieanlagen Österreichs drehen sich derzeit im nördlichen Weinviertel (Nabenhöhe in 143 m Höhe).

Rotor
Mit dem Rotor wird die Kraft des Windes in eine Drehbewegung umgewandelt. Er besteht in der Regel aus drei Rotorblättern, welche über die Rotornabe miteinander verbunden sind. Je schneller sich die Rotorblätter drehen, desto höher ist die Energieumwandlung der Anlage.

Gondel
Die Gondel befindet sich an der Spitze des Turmes. An ihr ist der Rotor befestig. Sie ist drehbar und kann den Rotor immer optimal in den Wind drehen. Die optimale Position für den Rotor wird mit der Windfahne bestimmt, die sich außerhalb der Gondel befindet. Weiters befindet sich auf der Gondel das Annenometer, welches die Windgeschwindigkeit misst.

In der Gondel befindet sich die Rotorwelle, die die Bewegungsenergie des Windes überträgt, ein Getriebe, der Generator und die Steuer- und Regeleinheit der Anlage.

Generator
Der Generator ist das „Herz“ der Anlage. Mit dessen Hilfe wird die Bewegungsenergie der Rotorwelle in elektrische Energie umgewandelt. Der Generator funktioniert ähnlich wie ein Fahrrad-Dynamo. Genauere Informationen dazu gibt es im nächsten Abschnitt (Wie wird aus Wind Strom?).

Trafo und Netzanschluss
Der im Generator erzeugte Strom wird entweder bereits in der Gondel oder aber am Boden mittels eines Transformators (kurz: Trafo) auf die Spannung des Übertragungsnetzes umgewandelt und ins Stromnetz eingespeist.

Wie wird aus Wind Strom?

Wie bereits erwähnt, stellt der Generator das Herz einer Winkraftanlage dar. Er hat immer die gleiche Aufgabe: Mechanische Energie (also Bewegungsenergie) in elektrische Energie umzuwandeln.

Die Bestandteile eines Generators sind im Wesentlichen ein Magnet, Kupferdraht und eine Kurbel, die die Bewegungen umsetzt. Um das Funktionsprinzip eines Generators verstehen zu können, muss man etwas Grundlegendes über Magnete wissen:

Ein Magnet besitzt immer 2 Pole einen Nord- und einen Südpol. Versucht man 2 Nordpole oder 2 Südpole zueinander zu bringen, wird das nicht gelingen, sie werden sich abstoßen. Werden ein Nord- und ein Südpol zusammengeführt, werden sich die zwei Pole anziehen. Zwischen diesen 2 Polen besteht immer ein Kraftfeld (Magnetfeld). Wenn man einen Kupferdraht durch dieses Kraftfeld bewegt, setzen sich die Elektronen (das sind winzige Atomteilchen) im Kupferdraht in Bewegung. Das heißt, es entsteht eine elektrische Spannung und der Strom fließt. In der Fachsprache nennt man diesen Vorgang **„Elektromagnetische Induktion“**. Je schneller man den Draht im Magneten bewegt, desto größer ist die elektrische Spannung und desto mehr Strom fließt.

Ein Fahrrad-Dynamo funktioniert nach dem gleichen Prinzip, nur dass sich hier ein drehbarer Magnet um eine feststehende Drahtspule dreht. Am Kopf des Dynamos befindet sich ein Antriebsrädchen (dieses wird bei Bedarf zum Reifen geklappt und dadurch in Bewegung gesetzt!). Dreht sich das Antriebsrädchen, setzt sich auch eine Stange in Bewegung, die ins Gehäuse des Dynamos führt und an der ein Magnet angebracht ist, der sich

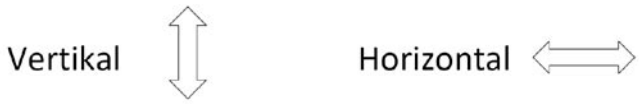
Abb. 2: Ein Fahrrad-Dynamo funktioniert änlich wie ein Generator

Abb. 3: Fahrrad-Dynamo offen

dann auch dreht. Der Magnet ist von einem kupferdrahtumwickelten Gehäuse umgeben. Durch die Bewegung des Magneten geraten auch hier die Elektronen im Kupferdraht in Bewegung und erzeugen so Strom.

Eine andere Art Windkraftanlage

Eine andere Art von Windkraftanlage ist zum Beispiel der **Savonius-Rotor**. Erfunden wurde dieser Rotor vom finnischen Ingenieur S. J. Savonius. Der große Unterschied zu der davor beschriebenen Windkraftanlage ist der, dass ein Savonius-Rotor eine vertikale Achse hat. Das bedeutet, die Bewegungsenergie wird über eine vertikale Achse zum Generator übertragen. Bei einer Windkraftanlage, wie wir sie kennen, ist die Achse immer horizontal.



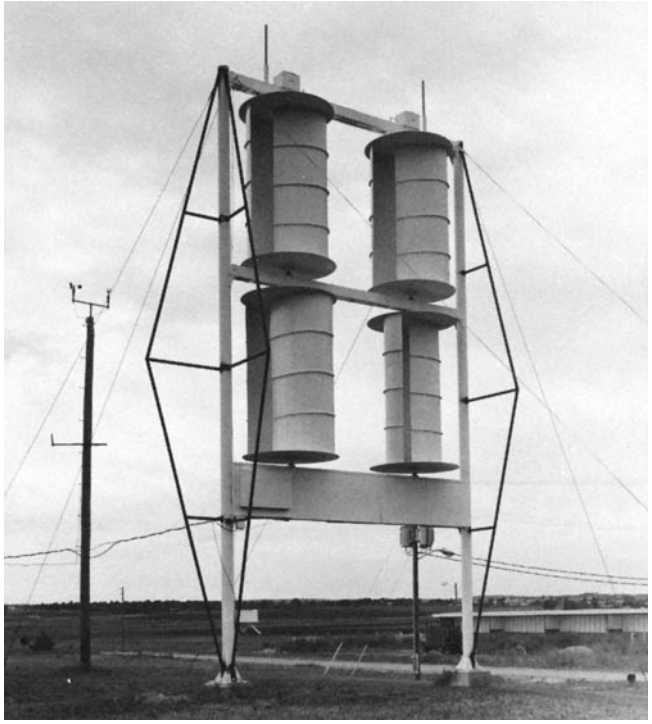
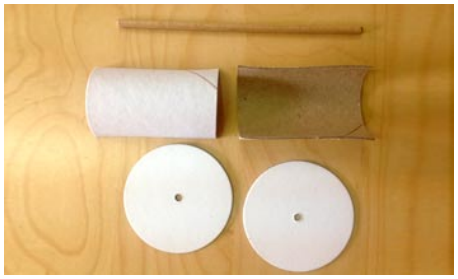


Abb. 4: Savonius-Rotor, Quelle: www.britannica.com

Durch seine Form hat der Savonius-Rotor eine eher langsame Drehgeschwindigkeit. Er ist aber trotzdem sehr leistungsfähig. Darum wird er vorrangig in Gegenden eingesetzt, in denen eher schwacher, aber konstanter Wind weht (Wüste). Durch seine vertikale Achse muss er auch nicht nach der Windrichtung ausgerichtet werden. Er funktioniert nämlich unabhängig davon. In unserer Gegend werden zur Stromerzeugung eher Windkraftanlagen mit horizontaler Achse eingesetzt.

Didaktische Umsetzung

In dieser Unterrichtseinheit lernen die SchülerInnen die Bedeutung der Windenergie als erneuerbaren Energieträger kennen. Die Vor- und Nachteile von Windkraftanlagen werden erarbeitet, ebenso der Aufbau und die Funktionsweise von Windkraftanlagen. Abschließend wird durch den selbstständigen Bau eines Savonius-Rotors die Unterrichtseinheit mit einer praktischen Arbeit beendet.

Inhalte	Methoden
Warum Strom aus Wind?	**30 Minuten**
Die Vor- und Nachteile von Windkraftanlagen werden erhoben und besprochen.	Material Kreide, Tafel Gemeinsam werden die Vor- und Nachteile von Windkraftanlagen besprochen und an der Tafel niedergeschrieben (+/-). Aufbauend auf die niedergeschriebenen Vor- und Nachteile der Windenergie kann auch noch gemeinsam überlegt werden, welche alternativen Energieträger sinnvoll sind.
Aufbau einer Windkraftanlage	**15 Minuten**
Aus welchen Teilen besteht eine Windkraftanlage? Arbeitsblatt Bestandteile einer Windkraftanlage Die leeren Felder zeigen die wichtigsten Bauteile einer Windkraftanlage. Beschriffte sie richtig! Das Rotorblatt wandelt die Windenergie in Bewegungsenergie um. Die Nabe hält die Rotorblätter zusammen. In der Gondel befinden sich der Generator und die Steuerung. Der Generator wandelt die Bewegungsenergie in Strom um. Der Turm schafft den Abstand zum Boden. Im Turm werden die Stromleitungen nach unten geführt. Der Trafo sorgt dafür, dass der Strom ins Netz eingespeist werden kann. Das Fundament sorgt für eine gute Standkraft. Quelle: Kostmann Umwelt-Bildungs-Zentrum Steiermark | Stundenbild_Energie/Strahlung | ► Das Wunder Wind	Material Beilage „Arbeitsblatt - Bestandteile einer Windkraftanlage“ Die Schülerinnen sollen in Gruppenarbeit (3-5) versuchen, das Arbeitsblatt selbstständig zu erarbeiten. Im Anschluss daran gibt es eine gemeinsame Besprechung dazu mit der ganzen Klasse.
Einen Savonius-Rotor bauen	**45 Minuten**
Durch das selbstständige Bauen wird das Gelernte gefestigt. 	Material Beilage „Bastelanleitung - Ein selbst gebauter Savonius-Rotor“ (eine Anleitung pro Gruppe), Materialien laut Bastelanleitung Die SchülerInnen arbeiten eigenständig in Kleingruppen und versuchen mit Hilfe der Bastelanleitung den Savonius-Rotor nachzubauen. Die Materialen werden auf einem Tisch bereitgelegt und sebstständig geholt.

Beilagen

- ► Arbeitsblatt - Bestandteile einer Windkraftanlage
- ► Lösungsblatt - Bestandteile einer Windkraftanlage
- ► Bastelanleitung - Ein selbst gebauter Savonius-Rotor
- ► Schablone - Ein selbst gebauter Savonius-Rotor

Weiterführende Themen

- ► Energiequelle Wasser
- ► Energiequelle Sonne
- ► Energie sparen!
- ► Energie- und Stromverbrauch messen
- ► Stromrechnungen verstehen
- ► Klimawandel und Klimaschutz

Weiterführende Informationen

Literatur

- IG Windkraft Österreich (Hrsg.): Broschüre Windkraft - Die Energie des 21. Jahrhunderts. St. Pölten 2014
- Strotdrees, G., Cavelius, G.: Was dreht sich da in Wind und Wasser? Energie aus der Natur. Landwirtschaftsverlag GmbH, Münster-Hiltrup 2010
- Übelacker, E.: Was ist Was - Energie. Tessloff Verlag, Nürnberg 2010

Links

- http://links.steiermark.at/energieschule
- www.wilderwind.at
- igwindkraft.at

Noch Fragen zum Thema?

Mag.ª Tanja Findenig
Bereich Energie
Telefon: 0043-(0)316-835404-9
E-Mail: tanja.findenig@ubz-stmk.at

www.ubz-stmk.at

Das Land Steiermark

Bestandteile einer Windkraftanlage

Die leeren Felder zeigen die wichtigsten Bauteile einer Windkraftanlage. Beschrifte sie richtig!

Das **Rotorblatt** wandelt die Windenergie in Bewegungsenergie um.

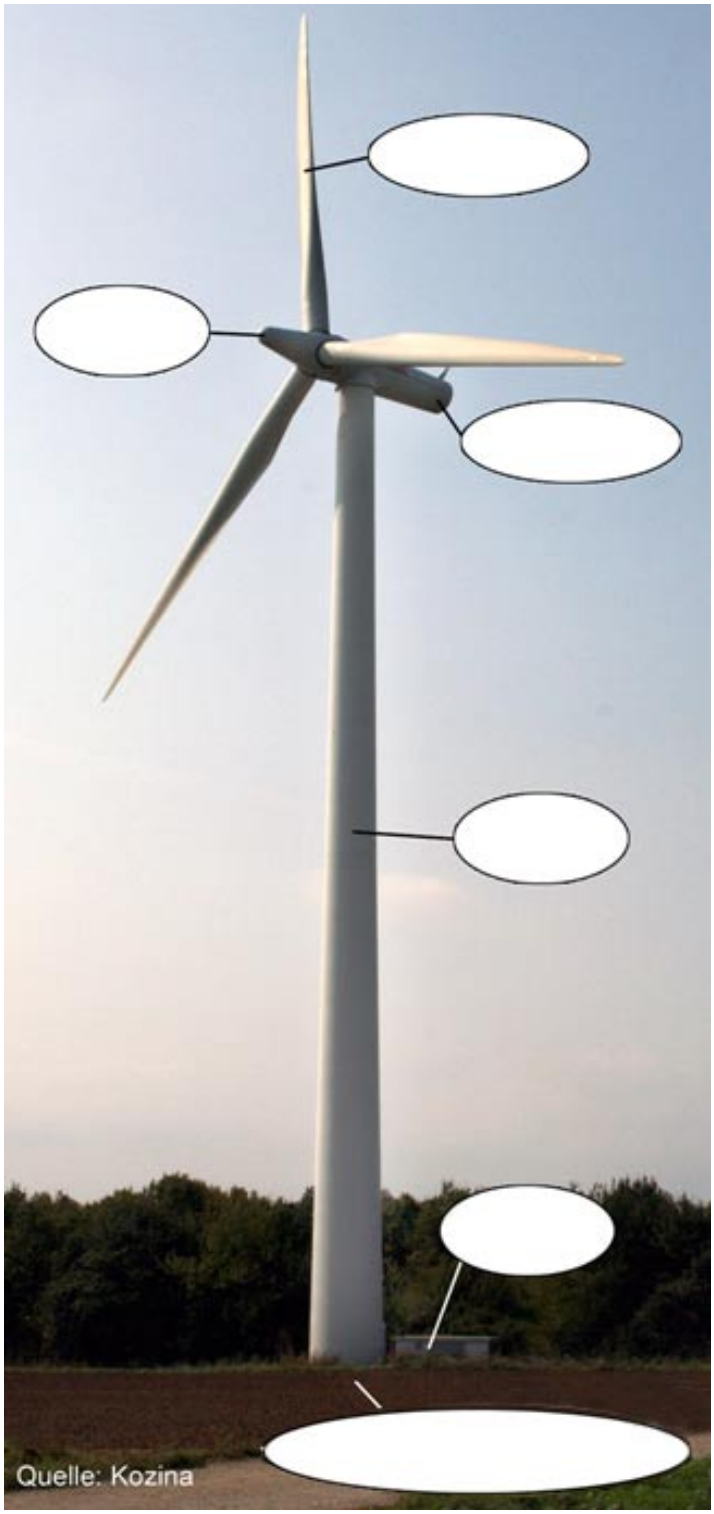
Die **Nabe** hält die Rotorblätter zusammen.

In der **Gondel** befinden sich der Generator und die Steuerung. Der Generator wandelt die Bewegungsenergie in Strom um.

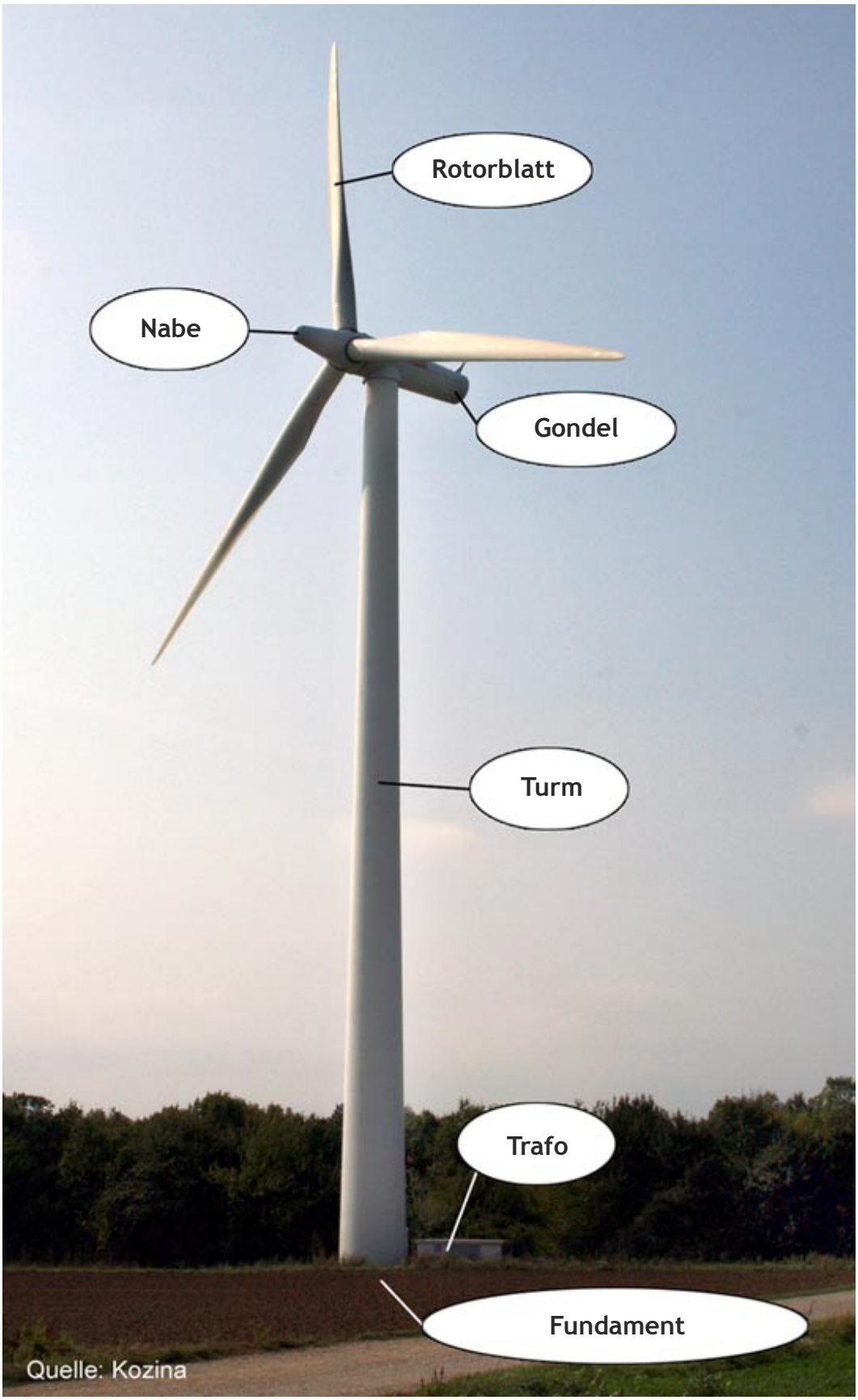
Der **Turm** schafft den Abstand zum Boden. Im Turm werden die Stromleitungen nach unten geführt.

Der **Trafo** sorgt dafür, dass der Strom ins Netz eingespeist werden kann.

Das **Fundament** sorgt für eine gute Standkraft.



Bestandteile einer Windkraftanlage



Ein selbst gebauter Savonius-Rotor

Material

1 leere Klopapierrolle
2 Kartonscheiben ø 9 cm und die Schablone
1 Holzstab 20 cm lang und ø 0,5 cm
Handborer, Heißklebepistole, Schere, Lineal, Bleistift

Durchführung

1.) Schneide die leere Klopapierrolle der Länge nach auf, sodass 2 gleich große Zylinderhälften entstehen.

2.) Markiere den Mittelpunkt der beiden Kartonscheiben und bohre dort mit dem Handbohrer jeweils ein 0,5 cm breites Loch für den Stab.

3.) Platziere die Schablone in der Mitte der Kartonscheibe (Loch über Loch) und übertrage mit dem Bleistift die runden Seiten auf die Scheibe. Drehe die Schablone um und mach das Gleiche auf der 2. Kartonscheibe.

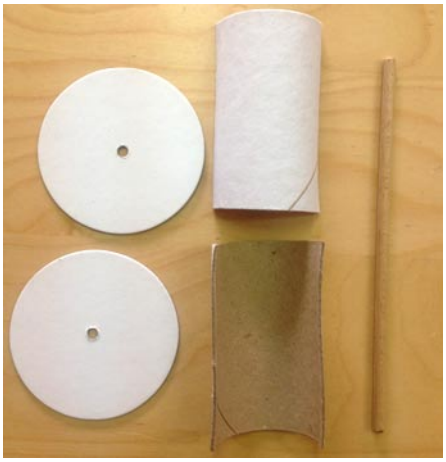
4.) Trage auf einer Halbkreislinie den Heißkleber auf und befestige rasch eine Hälfte der Klopapierrolle. Fest andrücken und ein paar Sekunden trocknen lassen. Klebe dann die 2. Klopapierrolle auf.

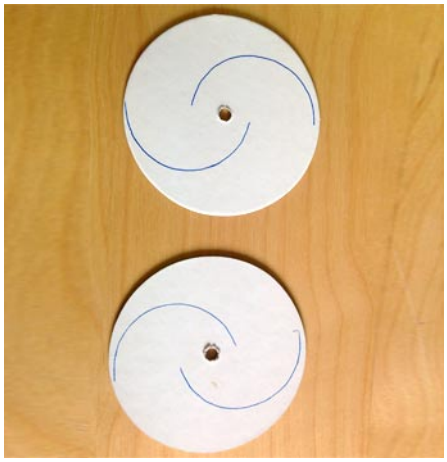
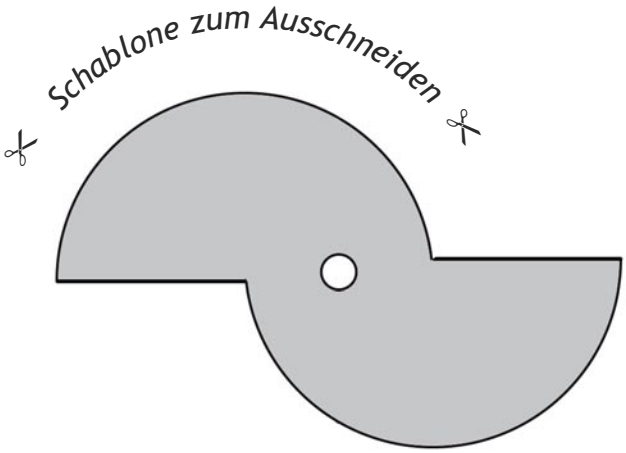
5.) Dann auf der 2. Kartonscheibe auf beide Halbkreise den Heißkleber auftragen und die Klopapierrolle auf den Heißkleber drücken. Achte darauf, dass die 2 Scheiben direkt übereinander sind!

6.) Den Holzstab vorsichtig durch die 2 Öffnungen schieben, den Rotor mittig platzieren und die Kartonscheiben mit Heißkleber am Stab befestigen. Fertig ist der Savonius-Rotor!

7.) Teste ihn, indem du ihn auf den Tisch stellst, mit dem Handballen fixierst, damit er nicht umfällt und dann kräftig draufbläst.

ACHTUNG: Den heißen Kleber nicht mit den Fingern berühren, du kannst eine Brandwunde bekommen!





Ein selbst gebauter Savonius-Rotor