

Was ist Windkraft?

Lehrerinformation



1/7

Arbeitsauftrag	Die Antworten werden auseinandergeschnitten und im Schulhaus verteilt aufgehängt (Wahlweise mit oder ohne Nummern und Überschrift welche das zuordnen der Antwort zur Frage vereinfacht). Nun müssen die Sch' im Schulhaus herumgehen und die Texte lesen um die Fragen auf ihrem Arbeitsblatt beantworten zu können.
Ziel	Die Sch' vertiefen ihr Faktenwissen zum Thema Windkraft
Material	Arbeitsblatt Zettel mit Antworten
Sozialform	EA / GA
Zeit	90'

Weitere Einsatzmöglichkeit des Unterrichtsmaterials:

- Die Sch' suchen sich aus den Fragen eine aus, welche sie besonders interessiert und suchen in Büchern und im Internet eine Lektion lang nach Informationen. Schliesslich gestalten sie damit ein Handout.
- Die Fragen und dazugehörigen Antworten können auch für ein Quiz-Spiel eingesetzt werden. Dabei stellt die LP jeweils eine Frage und lässt die Sch' deren Vermutungen dazu äussern. Nach einer Weile kann die Frage aufgelöst und die Antwort präsentiert werden. Dieses Spiel eignet sich auch gut als Einstieg in eine Lektion zum Thema Windenergie.

Zusätzliche
Informationen:

Was ist Windkraft?

Arbeitsblatt



Fragen zur Windkraft

Aufgabe:

1. Sind Windkraftanlagen laut?
2. Helfen Windkraftanlagen wirklich Energie sparen?
3. Gibt es genügend Windressourcen?
4. Kann Wind signifikant zur Stromerzeugung beitragen?
5. Gibt es neue Entwicklungen in der Windkrafttechnologie?
6. Ist Windenergie teuer?
7. Ist Windenergie sicher?
8. Arbeiten Windkraftanlagen zuverlässig?
9. Wie viel Land benötigt man für eine Windkraftanlage?
10. Passen Windkraftanlagen in die Landschaft?
11. Welche Spuren hinterlassen demontierte Windkraftanlagen in der Landschaft?
12. Beeinträchtigen Windkraftanlagen die Tierwelt?
13. Kann man eine Windkraftanlage überall aufbauen?
14. Können Windkraftanlagen auch im Binnenland wirtschaftlich sein?
15. Wie kann der schwankende Energieertrag einer Windkraftanlage für ein elektrisches Netz verwendet werden?
16. Kann man Windenergie auch in kleinem Rahmen nutzen?
17. Ist Windenergie interessant für Entwicklungsländer?
18. Schafft die Windenergie Arbeitsplätze?
19. Ist Windenergie in Ländern mit vielen Windkraftanlagen populär?
20. Wie entwickelt sich der Windenergiemarkt?

Was ist Windkraft?

Lösungen



3/7

Lösung:

Fragen zur Windkraft

1. Heutzutage flüstern Windkraftanlagen nur noch

Große, moderne Windkraftanlagen sind heute sehr leise geworden. Ab einer Entfernung von 200 m wird der schwirrende Klang des Rotors gewöhnlich von den Hintergrundgeräuschen überdeckt, die der Wind in den Blättern der Bäume und Sträucher erzeugt.

Bei einer Windkraftanlage gibt es zwei potentielle Schallquellen: mechanische Teile wie Getriebe und Generator sowie aerodynamischer Schall, der von den Rotorblättern herrührt.

Schall von mechanischen Teilen ist bei modernen Windkraftanlagen praktisch verschwunden. Das ist auf eine verbesserte Technologie zurückzuführen, die auf die Vermeidung von Vibrationen abzielt. Weitere Verbesserungen sind elastische Befestigungen mit Dämpfungselementen, die Kopplung der wichtigsten Teile in der Gondel und zu einem gewissen Grad Schalldämmung. Schließlich wurden die Komponenten selbst verbessert; besonders die Getriebe haben über die Jahre eine bemerkenswerte Entwicklung durchgemacht. Das Getriebe moderner Anlagen verwendet "weiche" Zahnräder, d.h. Räder mit gehärteter Oberfläche und relativ elastischem Kern. Lesen Sie mehr darüber in unserem Streifzug durch die Welt der Windenergie, Kapitel Schallentwicklung bei Windkraftanlagen: Mechanik.

Aerodynamischer Schall entsteht hauptsächlich auf der Rotorspitze und auf der Rotorrückkante, wenn ein Blatt den Turm passiert (dann hört man das charakteristische Schwirren). Je höher die Drehzahl der Anlage, umso lauter ist das Geräusch. Während der letzten zehn Jahre konnte der von der Aerodynamik stammende Schall beträchtlich reduziert werden. Dies ist auf Verbesserungen im Design der Rotorblätter zurückzuführen (besonders von Blattspitze und -rückkante). Auf der Seite Schallentwicklung bei Windkraftanlagen: Aerodynamik können Sie mehr darüber erfahren. Einzelne Reintöne können sehr unangenehm sein, während "weißes" Rauschen oft kaum gehört wird. Die Hersteller von Rotorblättern achten besonders auf sehr glatte Oberflächen, um Reintöne zu verhindern. Auch bei der Installation der Anlagen werden die Rotorblätter mit großer Sorgfalt behandelt, um Schäden an ihnen zu vermeiden.

Lesen Sie mehr zu diesem Thema im Abschnitt Schallentwicklung von Windkraftanlagen.

2. Windenergie ist sauber und energiesparend

Kann eine Windkraftanlage jemals die Energie zurückliefern, die für ihre Herstellung, Instandhaltung und Wartung aufgebracht wird?

Windkraftanlagen verwenden nur die Energie aus bewegter Luft, um elektrischen Strom zu erzeugen. Eine moderne 1.000 kW-Anlage verhindert jedes Jahr den Ausstoß von 2.000 Tonnen Kohlendioxid durch andere Energiegewinnungsprozesse, üblicherweise Kohlekraftwerke.

Während ihrer 20jährigen Lebensdauer produziert eine Windkraftanlage achtzig Mal mehr Energie, als für Herstellung, Instandhaltung, Betrieb, Wartung, Demontage und Verschrottung benötigt wird (auf einem durchschnittlichen Standort).

Das bedeutet, dass eine Anlage nach zwei bis drei Monaten die gesamte Energie für ihre Herstellung und den Betrieb zurückgeliefert hat.

3. Wind gibt es in Hülle und Fülle

Es gibt genügend Windressourcen. Der Wind wird uns niemals ausgehen. Die Windressourcen in den Flachwassergebieten der Meere rund um Europa könnten theoretisch den gesamten europäischen Stromverbrauch mehrmals abdecken.

Was ist Windkraft?

Lösungen



4/7

4. Windenergie wächst und wächst und wächst

Windkraftanlagen sind in Bezug auf Größe und Leistung gewaltig gewachsen.

Eine typische Windkraftanlage von 1980 hatte einen Generator mit 26 kW und einen Rotordurchmesser von 10,5 m. Eine moderne Anlage hat einen Rotordurchmesser von 54 m und einen 1.000 kW-Generator. Sie produziert zwischen 2 und 3 Millionen Kilowattstunden Energie pro Jahr. Das entspricht einem Stromverbrauch von 500 bis 800 europäischen Haushalten.

Die neueste Generation hat einen 1 bis 2,5 MW-Generator und 50 bis 80 m Rotordurchmesser.

Bereits im Jahr 2001 waren in Europa 13.000 Megawatt Leistung aus Windkraftanlagen am Netz. Damit wurde der Energieverbrauch von rund sieben Millionen Menschen gedeckt. Heute ist es ein Mehrfaches.

5. Die Windkrafttechnologie schreitet fort

Aufgrund von neuen Erkenntnissen in den Bereichen Aerodynamik, Strukturmechanik und Mikro-Meteorologie kann eine Steigerung des Energieertrags pro Quadratmeter Rotorfläche von jährlich 5 Prozent erzielt werden. Ständig werden neue Techniken für Windkraftanlagen erprobt.

Laufend werden das Gewicht der Anlagen und die Schallentwicklung reduziert, bei gleichzeitiger Energieertragssteigerung.

6. Windenergie ist kostengünstig

Windenergie hat sich zur kostengünstigsten Technologie im Bereich der erneuerbaren Energiequellen entwickelt.

Da der Energiegehalt des Windes mit der dritten Potenz der Windgeschwindigkeit steigt, hängt die Wirtschaftlichkeit der Windenergie stark von den Windverhältnissen am Standort ab. Zusätzlich kann man normalerweise Kostenvorteile erzielen, wenn man einen Windpark mit vielen Windkraftanlagen baut.

7. Windenergie ist sicher

Windenergie hat keine umweltschädlichen Emissionen oder Rückstände.

Von Windenergie gibt es verlässliche Aufzeichnungen bezüglich ihrer Sicherheit.

Tödliche Unfälle in der Windkraftindustrie sind nur im Rahmen von Installations- und Wartungsarbeiten von Anlagen registriert worden. Lesen Sie mehr über die Sicherheit von Windkraftanlagen in unserem Streifzug.

8. Windkraftanlagen arbeiten zuverlässig

Windkraftanlagen produzieren nur dann Energie, wenn der Wind weht, und mit jedem Windstoß ändert sich der Energieertrag.

Die veränderlichen Kräfte, die während der erwarteten 120 000 Betriebsstunden auf die Anlagen wirken, können zu großen Belastungen und zu Verschleiß führen. Deshalb müssen diese Anlagen in Anwendung strenger industrieller Standards gebaut werden.

Qualitativ hochwertige, moderne Windkraftanlagen weisen eine Verfügbarkeit von mehr als 98 Prozent auf, d.h. sie sind im Durchschnitt mehr als 98 Prozent der Stunden eines Jahres betriebsbereit. Dieser Verfügbarkeitsfaktor ist weit höher als jener der anderen Technologien zur Elektrizitätsgewinnung. Moderne Windkraftanlagen benötigen nur alle sechs Monate eine Überprüfung.

Was ist Windkraft?

Lösungen



5/7

9. Windenergie geht ökonomisch mit Land um

In typischen Windparks nehmen die Anlagen und die Zufahrtstraßen weniger als ein Prozent des Areal ein. Die verbleibenden 99 Prozent können für landwirtschaftliche Zwecke (Getreideanbau, Weideflächen) genutzt werden. Da Windkraftanlagen dem Wind Energie entziehen, ist der Wind im Windschatten der Anlage schwächer (und turbulenter) als vor ihr.

In Windparks müssen die Anlagen gewöhnlich zwischen drei und neun Rotordurchmesser voneinander entfernt aufgestellt werden, damit sie sich nicht gegenseitig beschatten. (Abstände zwischen fünf und sieben Rotordurchmesser sind der Regelfall).

Wenn der Standort eine Hauptwindrichtung aufweist, z.B. Westen, können die Anlagen sehr nahe nebeneinander im rechten Winkel zu dieser Richtung aufgestellt werden (hier Nord-Süd).

Während eine Windkraftanlage 36 Quadratmeter oder 0.0036 Hektar Fläche für die Produktion von jährlich 1.2 bis 1.8 Millionen Kilowattstunden Energie benötigt, müssten wir bei einer Biomasse-Anlage rund 154 Hektar Wald opfern, um 1.3 Millionen Kilowattstunden pro Jahr zu erhalten. 1.4 Hektar groß müsste die Fläche sein, wenn wir Solarzellen für die Produktion der gleichen Energiemenge verwendeten.

10. Windenergie kann und muss die Schönheit der Landschaft respektieren

Windkraftanlagen sind natürlich weithin sichtbar, da sie in offenem Terrain mit starkem Wind am wirtschaftlichsten arbeiten. Ein besseres Design, eine sorgfältige Wahl des Farbenstrichs und genaue Visualisierungsstudien vor Standortwahl können das visuelle Erscheinungsbild von Windparks beträchtlich verbessern.

Manche Leute ziehen Gittertürme gegenüber Stahlrohtürmen vor, da so der Turm weniger gut sichtbar ist.

Dazu existieren jedoch keine objektiven Richtlinien. Welche Art von Turm besser passt, hängt vorwiegend von der Landschaft und von der dort vorherrschenden Architektur ab.

Da Windkraftanlagen ohnehin immer sichtbar sind, ist es gewöhnlich eine gute Idee, diese zur Betonung natürlicher oder von Menschenhand geschaffener Charakteristika einzusetzen. Im Streifzug durch die Welt der Windenergie können Sie Windkraftanlagen in der Landschaft betrachten.

Wie auch andere künstliche Strukturen können Windkraftanlagen und Windparks bei gutem Design interessante Perspektiven bieten und als zusätzliche architektonische Elemente die Landschaft zieren. Windmühlen sind seit mehr als 800 Jahren ein integrierter Bestandteil der Kulturlandschaft Europas.

11. Windkraftprojekte hinterlassen einen minimalen ökologischen Schaden

Bis zum heutigen Tag haben die Hersteller von Windkraftanlagen und die Planer von Windparks schon viel Erfahrung gesammelt. Dadurch können in sensiblen Gegenden wie Mooren, Bergen oder auf Offshore-Standorten die ökologischen Spuren, welche die Bauarbeiten hinterlassen, minimiert werden.

Nach erfolgtem Bau einer Anlage wird die Landschaft routinemäßig wieder in ihren ursprünglichen Zustand versetzt. Wenn die Lebensdauer einer Anlage abgelaufen ist, können die Fundamente wiederverwendet oder komplett entfernt werden.

Der Schrottwert einer Windkraftanlage kann normalerweise die Kosten für den Rückbau des Standorts in den ursprünglichen Zustand decken.

12. Windkraftanlagen leben in Frieden mit der Tierwelt

Wild und Vieh lassen es sich nicht nehmen, unter Windkraftanlagen zu weiden; Schafe suchen Schutz bei den Anlagen.

Während Vögel oft mit anderen menschengemachten "Bauwerken" wie Stromleitungen, Masten oder Gebäuden kollidieren, haben sie mit Windkraftanlagen nur selten Probleme.

Studien aus Holland, Dänemark und den USA zeigen, dass der Einfluss von Windkraftanlagen auf Vögel im Vergleich zum Straßenverkehr vernachlässigbar klein ist.

Was ist Windkraft?

Lösungen



6/7

13. Standorte von Windkraftanlagen müssen sorgfältig ausgewählt werden

Der Energiegehalt des Windes steigt mit der dritten Potenz der Windgeschwindigkeit. Doppelt so viel Wind bedeutet achtmal so viel Energie. Deshalb legen die Hersteller und Planer von Windparks größten Wert darauf, einen Standort mit möglichst starkem Wind ausfindig zu machen.

Die Rauigkeit des Geländes, d.h. die Bodenbeschaffenheit, die Konturen und auch das Vorhandensein von Gebäuden, Bäumen, Büschen etc. beeinträchtigen die Windgeschwindigkeit. Sehr raues Gelände oder große Hindernisse im Umfeld können Turbulenzen auslösen, was zu einer Verringerung der Energieausbeute und zu einer Erhöhung der Belastung und damit zu vermehrtem Verschleiß der Anlage führt.

Die Berechnung des jährlichen Energieertrags ist eine komplizierte Aufgabe: Man benötigt hierzu genaue Landkarten der Gegend (bis zu drei Kilometer in den Hauptwindrichtungen) und exakte meteorologische Windmessungen für einen Zeitraum von mindestens einem Jahr.

14. Windkraftanlagen können auch im Landesinneren wirtschaftlich sein

Obwohl die Windbedingungen in Küstengebieten wie geschaffen für Windkraftprojekte sind, können auch im Binnenland wirtschaftlich interessante Standorte gefunden werden.

Wenn der Wind über einen Hügel streicht oder über einen Bergpass weht, wird er zusammengedrückt und beschleunigt. Runde Hügelkuppen mit einer weiten Sicht in den Hauptwindrichtungen sind deshalb ideale Standorte für Windkraftanlagen. Mehr über diese Beschleunigungseffekte erfahren Sie im Streifzug.

Hohe Türme für Windkraftanlagen sind ein anderer Weg, um den Energieertrag einer Anlage zu erhöhen, da die Windgeschwindigkeit mit zunehmender Höhe über dem Boden beträchtlich ansteigt.

Für Gebiete mit schwächerem Wind können die Hersteller oft spezielle Anlagen mit größerem Rotordurchmesser in Bezug auf die Generatorleistung liefern.

Solche Maschinen produzieren ihre Maximalleistung bei relativ geringen Windgeschwindigkeiten, wobei sie aber einen Teil des Energiepotentials von starken Winden ungenutzt lassen. Die Hersteller passen ihre Anlagen immer häufiger an die lokalen Windbedingungen an.

15. Windenergie passt gut zum elektrischen Netz

Der größte Nachteil von Windenergie ist ihre Veränderlichkeit.

In großen elektrischen Netzen schwankt jedoch auch der Stromverbrauch der Kunden. Für den Fall, dass ein größeres Kraftwerk ausfällt, müssen die Elektrizitätsversorger daher immer Reservekapazitäten im Leerlauf betreiben.

Wenn ein Elektrizitätswerk mit schwankender Stromnachfrage fertig wird, dann kann es auch mit dem "negativen Stromverbrauch" von Windkraftanlagen umgehen.

Je mehr Windkraftanlagen am Netz sind, umso mehr werden kurzfristige Schwankungen einer Anlage durch die Schwankungen anderer Anlagen ausgeglichen.

16. Windenergie ist eine skalierbare Technologie

Windenergie kann für alle möglichen Anwendungen genutzt werden - von der kleinen Batterieladestation für einen Leuchtturm oder für entlegene Wohnhäuser bis hinauf zu industriellen 1.5 MW-Anlagen, welche den Energiebedarf von tausend Familien decken.

Weitere interessante und höchst wirtschaftliche Anwendungen umfassen die Nutzung von Windenergie in Kombination mit einem dieselbetriebenen Aushilfsgenerator für sehr kleine, isolierte Netze in der ganzen Welt. Beispiel ist die Verwendung von Windenergie für Entsalzungsanlagen auf kleinen Inseln im Atlantik und im Mittelmeer.

Was ist Windkraft?

Lösungen



7/7

17. Windenergie ist ideal für Entwicklungsländer

Obwohl das Design von Windkraftanlagen zu einer High-Tech-Sparte der Industrie geworden ist, können diese Anlagen sehr einfach in Entwicklungsländern installiert und dort vor Ort instandgehalten und gewartet werden. Die Hersteller von Windkraftanlagen bieten dazu eigene Schulungen für das Wartungspersonal an.

Die Installation von Windkraftanlagen generiert in der Umgebung Arbeitsplätze, und die Hersteller fertigen oft schwere Teile der Anlage (wie z.B. den Turm) vor Ort, wenn das Auftragsvolumen eine gewisse Höhe erreicht hat.

Die Nutzung von Windenergie erfordert keine weiteren Treibstofflieferungen, was bei anderen Stromerzeugungstechnologien in Entwicklungsländern oft ein Problem darstellt.

Indien hat sich zu einer Nation mit extensiver Nutzung der Windenergie entwickelt, wobei ein beträchtlicher Teil der Anlagen lokal gefertigt wird. Die Volksrepublik China ist in Ostasien der Spitzenreiter in Sachen Windenergie.

18. Windenergie schafft Arbeitsplätze

In Europa verdienen sich bereits Hunderttausende Menschen ihren Lebensunterhalt mit Windenergie: Sie arbeiten in der Konstruktion und Fertigung von Windkraftanlagen oder Teilen davon, oder bieten Beratung bzw. andere technische Dienstleistungen an. Die Produktion von Windkraftanlagen sichert Arbeitsplätze im In- und Ausland, überall wo Anlagen installiert oder Komponenten wie Generatoren oder Getriebe gefertigt werden.

19. Windenergie ist populär

Meinungsumfragen in mehreren europäischen Ländern wie Dänemark, Deutschland, Holland und Großbritannien belegen, dass sich mehr als 70 Prozent der Bevölkerung für die verstärkte Nutzung von Windenergie aussprechen. Menschen, die in der näheren Umgebung von Windkraftanlagen wohnen, haben im Durchschnitt sogar eine noch positivere Einstellung gegenüber Windenergie: mehr als 80 Prozent von ihnen sprechen sich für die Nutzung der Windenergie aus.

20. Der Windenergiemarkt wächst sehr schnell

Windenergie gewinnt sowohl in den Entwicklungsländern als auch in den industrialisierten Ländern gleichermaßen an Bedeutung.

Die Industrieländer setzen hauptsächlich aus Gründen der Umweltfreundlichkeit auf Windenergie.

In Entwicklungsländern liegt der Vorteil der Windenergie darin, dass die Anlagen schnell installiert werden können und darüber hinaus keine weiteren Treibstofflieferungen mehr notwendig sind.

Die Windkraftindustrie macht Milliarden-Umsätze und sieht einer glanzvollen Zukunft entgegen, besonders wenn umweltfreundliche Technologien der Stromerzeugung international an Bedeutung gewinnen.