Energieweg Söhre im Windpark Söhrewald

Energieweg Söhre

Liebe Besucher,

herzlich willkommen am Energieweg Söhre im Windpark Söhrewald!

In Zeiten eines bereits spürbaren Klimawandels stellt der Ausbau der Erneuerbaren Energien eine zentrale Säule der Energiewende dar. Unsere Stromversorgung soll klimaverträglicher werden – und uns gleichzeitig unabhängiger von klimaschädlichen, fossilen Brennstoffen machen.

Viele Fragen drängen sich in diesem Zusammenhang auf:

- Welche erneuerbaren Energiequellen gibt es?
- Warum ist der Schutz unseres Klimas so wichtig?
- Warum gerade Windenergieanlagen im Wald vor unserer Haustür?

Der Besuch des Energieweges soll helfen, für diese und viele weitere Fragen eine Antwort zu finden. Mitmach-Elemente am Wegrand bieten Raum für sinnliches Erleben. Eine Fachführung kann darüber hinaus Inhalte vertiefen und Gelegenheit zur Diskussion bieten.

Auf einer Länge von fünf Kilometern führt Sie dieser Rundweg, der in beide Richtungen begangen werden kann, teils auf befestigten, teils auch auf unbefestigten verschlungenen Waldpfaden rund um alle 5 Windenergieanlagen im Windpark Söhrewald. Eine Abkürzung bietet die Möglichkeit, die Wegstrecke auf vier Kilometer zu verringern.

LEGENDE

- Standort Windkraftanlage
- 1 Thementafel
- Ruhebank
- Grünes Klassenzimmer
- Mitmach-Element
- Energieweg, Länge 5 km
- Abkürzung / Zuweg
- Straße
- ca. 200 m

Achtung Hochspannung!

SPANNENDE INFO

Ein Lernweg zum Thema Energiegewinnung – das verspricht Spannung pur!
Ganz besonders bemerkenswerte Infos rund um die Gewinnung von Energie aus erneuerbaren Quellen sind in diesem Dreieck anschaulich dargestellt.

Buchung begleitender Angebote

Der Energieweg Söhre ist in ein Gemeinschaftsprojekt der Städtische Werke AG, Kassel, Hessenforst, des Naturparks Meißner-Kaufunger Wald und der Gemeinden Fuldabrück, Lohfelden und Söhrewald. Alle Informationen rund um diesen Lernweg und um die Buchung von **Fachführungen** sowie begleitenden Bildungsprogrammen erhalten Sie im Informationsbüro:

Naturpark Meißner-Kaufunger Wald
Wolfteroder Straße 4a
37297 Berkatal-Frankershausen
Tel.: 0561-1003-1382
info@naturparkmeissner.de
www.naturparkmeissner.de

Rahmenprogramm zum Energieweg Söhre

- **Fachführungen** zum Thema Windenergie und Gewinnung regenerativer Energie für Kinder, Jugendliche und Erwachsene
- **Bildungspaket Klimaschutz** für Grundschulen und weiterführende Schulen
- **Lernwerkstatt Klimawandel in Hessen:** Projekttag mit Experimenten rund um Klimawandel und Klimaschutz für Grundschulklassen und Sekundarstufe 1-Klassen (www.wassererlebnishaus-fuldatal.de)
- **Klimaboot:** Projektwoche für Sekundarstufe1-Klassen rund um Klimawandel, Klimaschutz und Klimagerechtigkeit (http://klimaboot.info)
- **Bildungsangebote außerschulischer Lernorte:** Veranstaltungen an Orten der regenerativen Gewinnung von Energie rund um Kassel
- **Flyer zum Energieweg Söhre:** Informationen und Ansprechpartner rund um den Energieweg Söhre

Die Bedeutung Erneuerbarer Energien

Die wachsende Bedeutung von Erneuerbaren Energien im Strombereich ist wesentlich auf das seit dem 1. April 2000 geltende **Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG)** und seine Novellierungen zurückzuführen.

Der Ausbau Erneuerbarer Energien trägt wesentlich zur Erreichung der Klimaschutzziele bei. Indem fossile Energieträger zunehmend durch Erneuerbare Energien ersetzt werden, sinken die energiebedingten Treibhausgasemissionen.

Insgesamt wurden im Jahr 2015 durch den Einsatz Erneuerbarer Energien rund 168 Mio. t **CO_2-Äquivalente** vermieden.

Windenergie hat mittlerweile einen bedeutenden Anteil an der deutschen Stromerzeugung. Die Nutzung des Windes als Energiequelle spielt daher eine tragende Rolle bei der Entwicklung der Erneuerbaren Energien hin zu einer wirtschaftlich tragfähigen und klimaverträglichen Energieversorgung.

Zwei Prozent der Landesfläche Hessens sollen künftig vorrangig der Nutzung von Windenergie zur Verfügung gestellt werden.

Wichtig ist: Windenergienutzung und Naturschutz müssen bestmöglich miteinander in Einklang gebracht werden.

Quelle: BWE

Gesetz für den Ausbau Erneuerbarer Energien (Erneuerbare-Energien-Gesetz)

Zweck und Ziel des Gesetzes ist es, im Interesse des Klima- und Umweltschutzes …

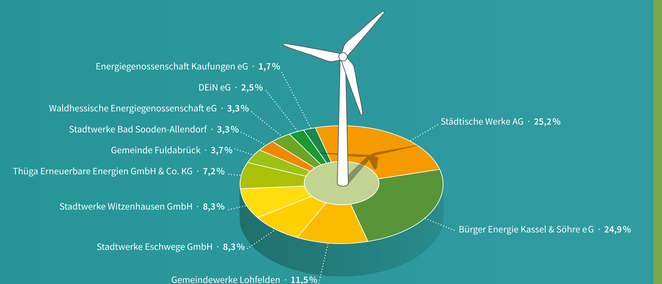
- eine nachhaltige Entwicklung der Energieversorgung zu ermöglichen
- die volkswirtschaftlichen Kosten der Energieversorgung zu verringern
- fossile Energieressourcen zu schonen
- die Weiterentwicklung von Technologien zur Erzeugung von Strom aus Erneuerbaren Energien zu fördern

Erforderliche Schritte, um die Zwecke dieses Gesetzes zu erreichen, liegen in der Erhöhung des Anteils des aus Erneuerbaren Energien erzeugten Stroms am **Bruttostromverbrauch**. Dieser Anteil soll stetig auf mindestens 80 Prozent bis zum Jahr 2050 erhöht werden.

Zwischenziele sind:

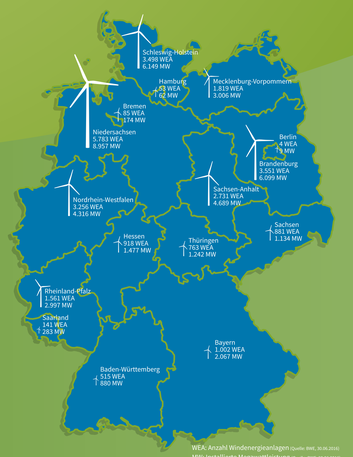
- Eine Erhöhung auf 40 bis 45 Prozent bis zum Jahr 2025
- Eine Erhöhung auf 55 bis 60 Prozent bis zum Jahr 2035.

Eigentümerstruktur der Windpark Söhrewald / Niestetal GmbH & Co. KG



Quelle: Windpark Söhrewald/Niestetal GmbH & Co. KG

Installierte MW-Leistung Windenergie Onshore in Deutschland 2016



WEA: Anzahl Windenergieanlagen (Quelle: BWE, 30.06.2016)
MW: Installierte Megawattleistung (Quelle: BWE, 30.06.2016)

Was ist eine Megawattstunde (MWh)?

Eine Wattstunde (Wh) ist eine Energieeinheit. Sie entspricht der Energie, die eine Maschine von einem Watt in einer Stunde aufnimmt.

Eine Kilowattstunde (kWh) ist das Tausendfache einer Wattstunde. In ihr werden vor allem Strom-, aber auch Heizwärmekosten abgerechnet.

Eine Megawattstunde (MWh) ist das Tausendfache einer kWh.
1 MWh = 1000 kWh = 1.000.000 Wh

Die Windenergieanlagen hier im Windpark Söhrewald sind sogenannte **„3 MW-Anlagen"**. Eine Anlage dieses Typs kann **3 MWh** (Energie pro Stunde) produzieren, wenn sie bei Nennleistung arbeitet. Mit dieser Leistung lässt sich der **Jahresstromverbrauch eines Zwei-Personen-Haushalts** decken.

Jahresstromverbräuche im Vergleich:

Bruttostromverbrauch 2015 in Deutschland: 647,1 Milliarden kWh (647.100.000 MWh)

Zwei Personen-Haushalt: ca. 3.100 kWh (3,1 MWh)

Herd: ca. 500 kWh

Kühlschrank: ca. 200 kWh

Fernseher: (A+, LED, 55", ca. 4 h / Tag): ca. 98 kWh

FACHBEGRIFFE

CO_2-Äquivalente:
Das CO_2-Äquivalent einer chemischen Verbindung (z. B. des Gases Methan) ist eine Maßeinheit, um ihren Beitrag zum Treibhauseffekt im Vergleich zum Treibhausgas Kohlendioxid (CO_2) darzustellen. Es gibt also an, wie viel eine festgelegte Menge eines Treibhausgases zur globalen Erwärmung im Verhältnis zu Kohlendioxid beiträgt.
So hat beispielsweise 1 kg Methan das CO_2-Äquivalent von 25 kg Kohlendioxid, bei Lachgas beträgt das Verhältnis ca. 1:300.
Der Methanausstoß einer Milchkuh im Jahr entspricht so ungefähr dem CO_2-Ausstoß eines durchschnittlichen PKW mit 22.000 km Laufleistung.

Quelle: Climate Change 2007 / Klimaerhaltung.net

Der Bruttostromverbrauch
Der Bruttostromverbrauch Deutschlands bezeichnet die gesamte, hierzulande verbrauchte Strommenge. Mit in dieser Rechnung berücksichtigt sind Stromimporte aus dem Ausland genauso wie Stromexporte, Verluste bei der Erzeugung (Eigenbedarf der Kraftwerke) oder dem Transport des Stroms (Netzverluste).

Quelle: BWE

Gefördert durch das Land Hessen

HessenAgentur
Naturpark Meißner-Kaufunger Wald
Städtische Werke Aktiengesellschaft
Fuldabrück
Lohfelden
Söhrewald

Der globale Klimawandel – Ursachen und Folgen

1

Seit der Industrialisierung steigt die weltweite (globale) Mitteltemperatur der Luft in Bodennähe nachweislich beständig an. Wissenschaftliche Forschungen belegen, für einen bedeutenden Teil dieses Anstiegs sind wir Menschen verantwortlich. Deshalb sprechen wir von einer anthropogenen – vom Menschen verursachten – Klimaänderung.

Was genau sind denn eigentlich die Ursachen für diesen anthropogenen Klimawandel? Welcher Zusammenhang besteht zu dem natürlichen Treibhauseffekt, der doch das Leben auf unserer Erde erst möglich macht?
Der Beantwortung dieser und weiterer Fragen rund um den Klimawandel wollen wir uns auf dieser Tafel widmen.

Ursachen für den globalen Klimawandel

Ob warme Räume im Winter oder Licht in der Nacht – Energie steckt in nahezu allen Lebensbereichen und Produkten. Da sie größtenteils aus fossilen, kohlenstoffhaltigen Energieträgern gewonnen wird, ist die Bereitstellung und Nutzung von Energie die wichtigste Quelle anthropogener Treibhausgas-Emissionen.

Aktuell liegen die weltweiten Treibhausgas-Emissionen – gemessen in Kohlendioxid-Äquivalenten – bei über 32 Milliarden Tonnen pro Jahr.

Die Energiewirtschaft

Der Energiesektor verursacht mit Abstand die meisten Treibhausgase. Je mehr Kohle und Öl wir verbrennen, desto mehr CO_2 gelangt in die Atmosphäre.

Stein- und Braunkohlekraftwerke sind die klimaschädlichsten Kraftwerke überhaupt. Kohle enthält besonders viel Kohlenstoff, der bei der Verbrennung als CO_2 freigesetzt wird und den Klimawandel anheizt.

Der Verkehr

Unsere Mobilität beruht auf der Verbrennung von Öl. In Europa gehen 20 Prozent des CO_2-Ausstoßes auf den Verkehr zurück. Weltweit sind 2012 nach Schätzungen 600 Millionen PKW zugelassen.

Waldverlust

Urwälder (Primärwälder) speichern Kohlendioxid und produzieren Sauerstoff. Ihre Zerstörung trägt einen erheblichen Teil zur Erderwärmung bei: Rund ein Fünftel der jährlichen globalen Treibhausgas-Emissionen entsteht durch Brandrodung und Abholzung tropischer Wälder. Auf den entwaldeten Flächen werden Palmöl- und Sojaplantagen angelegt oder sie dienen als Weideland für die Rinderzucht. Durch die Verdauungsgase der Rinder werden große Mengen Methan produziert, ebenfalls ein schädliches Treibhausgas.
Die Zerstörung der Wälder ist doppelt schädlich für das Klima: Erstens wird durch Brandrodung CO_2 freigesetzt und zweitens der Wald selber als natürlicher CO_2-Speicher vernichtet.

Die industrialisierte Landwirtschaft

Die heutige, globale Landwirtschaft trägt gleich mit drei hochwirksamen Treibhausgasen zum Klimawandel bei: Kohlendioxid, Methan und Lachgas. Für Ackerland werden in Südamerika und Asien Waldflächen abgeholzt und Moore trockengelegt. Dadurch werden riesige Mengen Kohlendioxid aus dem Holz und dem darunterliegenden Boden freigesetzt. Lachgas entsteht vor allem beim Einsatz von Stickstoffdünger und Dung in der Tierhaltung, Methan bei der Rinderhaltung und beim Reisanbau.

DER ÖKOLOGISCHE FUSSABDRUCK

Wir Menschen benötigen Rohstoffe und Energie, um unsere tagtäglichen Bedürfnisse in den Bereichen Ernährung, Wohnen, Mobilität und Konsum zu befriedigen.

Die Größe des ökologischen Fußabdrucks eines Menschen gibt Auskunft darüber, wie viel Land- und Wasserfläche eine Person benötigt, um die dafür jeweils erforderliche Menge an Rohstoffen und Energie zu gewinnen und ihre Abfälle zu neutralisieren.

Zurzeit ist der ökologische Fußabdruck der gesamten Weltbevölkerung so groß, dass flächenmäßig 1,5 Erden benötigt werden, um genügend Ressourcen zu gewinnen. Das bedeutet, dass die Erde über ein Jahr und sechs Monate braucht, um den Verbrauch der Menschheit eines Jahres zu decken.

Wenn alle Menschen auf dem Planeten Erde so leben würden wie wir in Deutschland, bräuchten wir 2,6 Erden; für den hochgerechneten Verbrauch der US-Amerikaner wären 4 Planeten erforderlich.

Mehr als die Hälfte des ökologischen Fußabdrucks macht der CO_2-Fußabdruck aus, also die Menge des klimaschädlichen Treibhausgases Kohlendioxid, die durch unseren Lebensstil verursacht wird.

Um das kritische 2 Grad-Ziel einzuhalten, hat die Menschheit nur noch maximal 30 Jahre Zeit.

Quelle: 2014, WWF, Living Planet Report

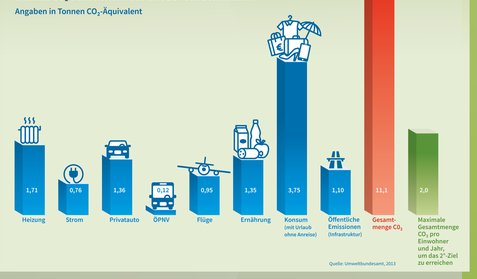
SPANNENDE INFO

Was ist das 2 Grad-Ziel?

Sollten die Temperaturen um mehr als zwei Grad Celsius ansteigen, befürchten Experten dramatische Schäden für die Ökosysteme und unumkehrbare Beeinträchtigungen des Klimasystems. Daher haben Vertreter von 195 Ländern auf der Weltklimakonferenz im Dezember 2015 in Paris den Weltklimavertrag unterschrieben. Nur wenn wir es schaffen, die Erderwärmung auf unter zwei Grad Celsius zu begrenzen, können wir die Folgen des Klimawandels abmildern.

WIEVIEL CO_2 VERURSACHT JEDER DEUTSCHE JÄHRLICH?

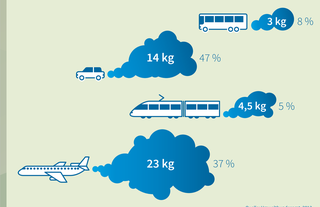
Angaben in Tonnen CO_2-Äquivalent



Quelle: Umweltbundesamt, 2013

DURCHSCHNITTLICHE KLIMAWIRKSAME EMISSIONEN VERSCHIEDENER VERKEHRSMITTEL

Angabe in kg pro Person und 100 km
Prozentualer Anteil der Deutschen, die dieses Verkehrsmittel für Urlaubsreisen nutzen



Quelle: Umweltbundesamt, 2013

Der Treibhauseffekt

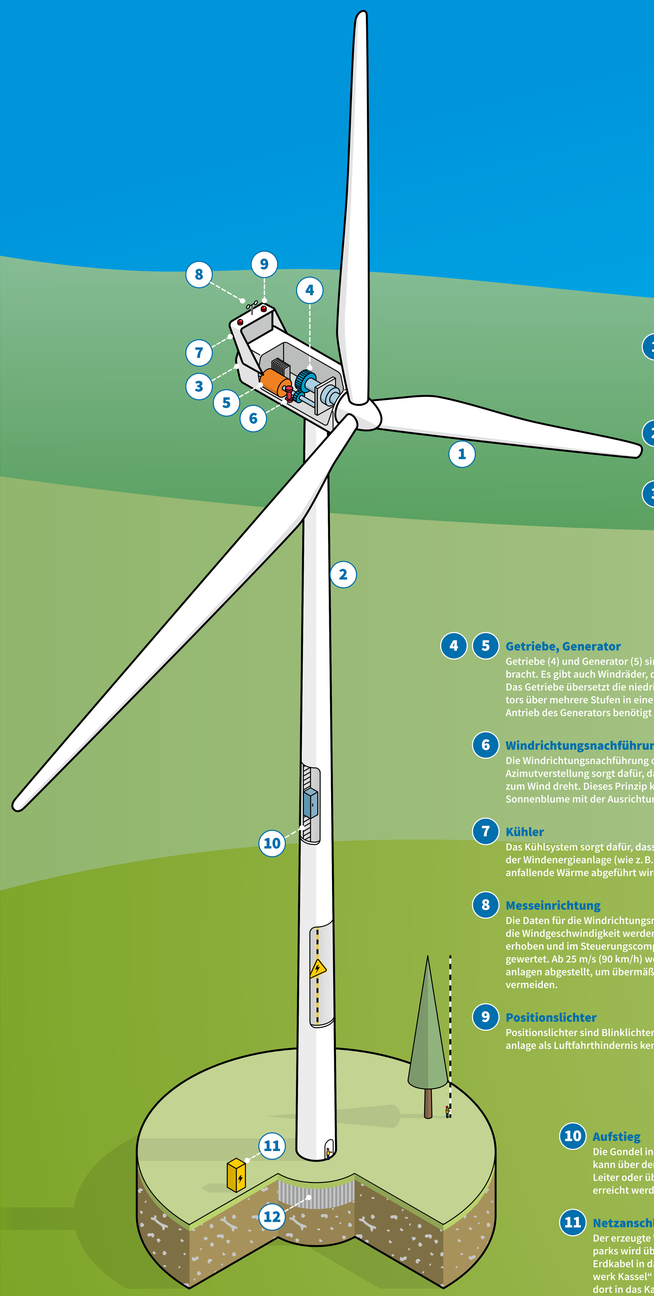
Erst durch den natürlichen Treibhauseffekt und die Erdatmosphäre (die natürliche, gasförmige Hülle der Erde) ist das Leben auf der Erde möglich. Die sogenannten **Treibhausgase** in der Erdatmosphäre vermindern die Wärmerückstrahlung von der Erdoberfläche in das Weltall und speichern die entsprechende Energie in der Erdatmosphäre. Ohne den natürlichen Treibhauseffekt, der überwiegend durch den in der Atmosphäre vorhandenen Wasserdampf (vor allem Wolken) und Kohlendioxid (aus organischen Kreisläufen) herbeigeführt wird, läge die bodennahe Durchschnittstemperatur der Erde nicht bei etwa 14°C über, sondern ungefähr bei 19°C unter Null.

Der vom Menschen verursachte Treibhauseffekt tritt jedoch seit Beginn der Industrialisierung im 19. Jahrhundert neben diesen lebensnotwendigen natürlichen Treibhauseffekt. Durch unseren modernen Lebensstil produzieren wir zusätzliche Treibhausgase, die sich in der Atmosphäre anreichern und dort noch mehr Sonnenwärme zurückhalten. Auf diese Weise heizen wir unseren Planeten zusätzlich auf – wie ein Gewächshaus in der Mittagshitze, dessen Gläser dicker werden und immer mehr Wärme zurückhalten.

Der vom Menschen verursachte (anthropogene) Treibhauseffekt
Energiereiche, kurzwellige Sonnenstrahlung
Reflektion in den Weltraum
Treibhausgasmoleküle
Tropopause
Wasserverdunstung
Wasserdampf
Kondensation und Niederschlag
Reflektion von Sonnenstrahlung durch Aerosole
Energiearme, langwellige Wärmestrahlung
Teilweise Absorption der Wärmestrahlung durch Treibhausgasmoleküle
Teilweise Absorption
Verbrennung von fossilen Energieträgern
Kohle
Erdöl
Erdgas
Industrie
Verkehr
Haushalte
Gewerbe
Landwirtschaft
Rodung
Brandrodung
Abholzung
Tierhaltung
Reisanbau
Düngung
Trockenlegung von Mooren
Deponien
Abwasser
Lachgas
Methan
Fluorchlorkohlenwasserstoffe
Schwefelhexafluorid
Kohlendioxid
Ozon
Aerosole
Wasserdampf

Die Windenergieanlage: Aufbau – Funktion – Standort

2



Was ist was

1 Rotorblatt
Die Rotorblätter sind ähnlich wie die Tragflächen eines Flugzeuges aerodynamisch geformt. Die Drehbewegung der Rotorblätter wandelt der Generator in elektrische Energie um. Bildlich kann man sich das wie bei einem Fahrraddynamo vorstellen, statt Muskelkraft nutzt die Anlage den Wind.

2 Turm
Der Stahlrohrturm mit einer Gesamthöhe von 140 m und einem Durchmesser zwischen 4,5 m an der Basis und 3,3 m am oberen Ende besteht aus 7 Einzelsegmenten.

3 Gondel
Die Gondel ist auf dem Turm montiert und beherbergt u. a. das Getriebe, den Generator sowie den Transformator.

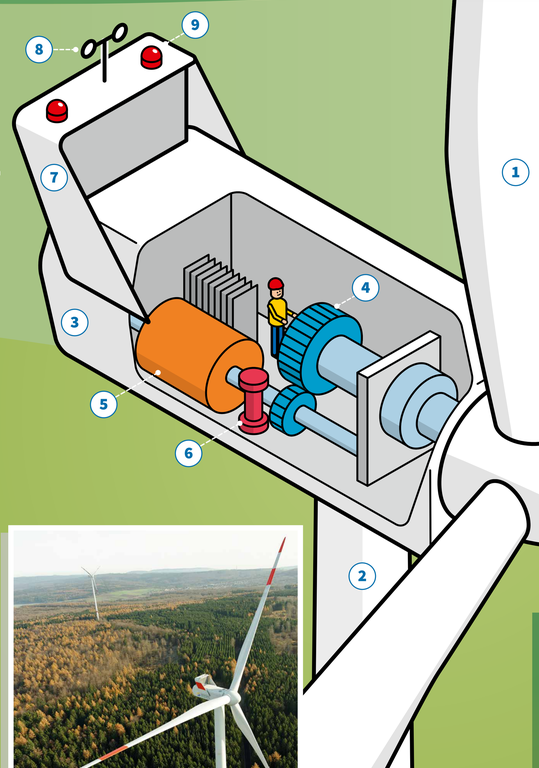
4 5 Getriebe, Generator
Getriebe (4) und Generator (5) sind in der Gondel untergebracht. Es gibt auch Windräder, die kein Getriebe besitzen. Das Getriebe übersetzt die niedrigen Drehzahlen des Rotors über mehrere Stufen in eine hohe Drehzahl, die für den Antrieb des Generators benötigt wird.

6 Windrichtungsnachführung
Die Windrichtungsnachführung oder die sogenannte Azimutverstellung sorgt dafür, dass sich die Anlage immer zum Wind dreht. Dieses Prinzip kann man auch bei der Sonnenblume mit der Ausrichtung zur Sonne beobachten.

7 Kühler
Das Kühlsystem sorgt dafür, dass die an den Komponenten der Windenergieanlage (wie z. B. Getriebe oder Generator) anfallende Wärme abgeführt wird.

8 Messeinrichtung
Die Daten für die Windrichtungsnachführung (6) und für die Windgeschwindigkeit werden von einer Messeinheit erhoben und im Steuerungscomputer der Anlage ausgewertet. Ab 25 m/s (90 km/h) werden die Windenergieanlagen abgestellt, um übermäßige Belastungen zu vermeiden.

9 Positionslichter
Positionslichter sind Blinklichter, die eine Windenergieanlage als Luftfahrthindernis kennzeichnen.



10 Aufstieg
Die Gondel in einer Höhe von 140 m kann über den Aufstieg auf einer Leiter oder über einen Fahrstuhl erreicht werden.

11 Netzanschluss
Der erzeugte Windstrom des Windparks wird über ein 7,5 km langes Erdkabel in das Umspannwerk „Kraftwerk Kassel" geführt und speist von dort in das Kasseler Netz ein.

12 Fundament
Das Fundament sorgt für die erforderliche Standfestigkeit der Anlage. Es hat einen Durchmesser von 20 Metern und eine Tiefe von 3,5 Metern.

STECKBRIEF VESTAS V112

NENNLEISTUNG
3,075 MW

ROTOR
Rotordurchmesser: 112 m; vom Rotor überstrichene Fläche: 9.852 m²
Nenndrehzahl: 12,8 U/min;
Drehzahlbereich: 6,2 bis 17,7 U/min

Aerodynamische Bremse und Leistungsregelung erfolgt durch das Drehen (Pitchen) der Rotorblätter.

ELEKTRISCHE DATEN
Bauart des Generators:
Drehstrom-Synchron-Generator
Frequenz: 50 Hz
Umrichter: Vollumrichter

GETRIEBE
4-stufiges Planetengetriebe / Stirnradgetriebe

TURM
Stahlrohrturm mit 140 m Nabenhöhe Durchmesser von 4,5 m (unten) bis 3,3 m (oben)

ROTORBLÄTTER
54,65 m Länge bei maximal 4,0 m Blatttiefe

MASCHINENHAUS
12,8 m Länge und 4,0 m Breite
6,8 m Bauhöhe (inklusive Kühleraufsatz)

TRANSPORTGEWICHTE
maximal 70 t je Transporteinheit

SICHERHEITS-VORKEHRUNGEN AN EINER WIND-ENERGIEANLAGE:
- Sensoren zur Registrierung von Vereisungen
- Brandmeldeanlagen; automatisches Löschsystem
- WEA > 100m: Befeuerung (Kennzeichnung als Luftfahrthindernis durch Blinklichter)

SPANNENDE INFO

Es gibt für jeden Betrachter des Windparks eine einfache Möglichkeit zu prüfen, ob eine Windenergieanlage auf **Nennleistung** läuft.

Hierzu fixieren Sie ein Rotorblatt der Windenergieanlage und zählen die **Sekunden**, die es benötigt, um einmal um die **eigene Achse** zu rotieren. Liegt ihr Wert auf oder **unter 5 Sekunden**, so erzeugt die Anlage erneuerbaren Strom auf Nennleistung!

Virtuelle Besichtigung:
Interaktive 360°-Panoramen der Windenergieanlage „Söhre2".
www.windpark-soehrewald-niestetal.de

Windpark Söhrewald:

Der Standort „Windpark Söhrewald" liegt zirka neun Kilometer südöstlich der Stadt Kassel auf dem Gebiet der Gemeinde Söhrewald.

Die fünf Windenergieanlagen befinden sich in einem ausgedehnten Waldgebiet, das sich in nördlicher Richtung bis in eine Entfernung von zirka 1,7 Kilometern erstreckt. Daran schließen sich Freiflächen an, die in die Bebauung im Großraum Kassel übergehen.

Zusammen mit den zwei Windenergieanlagen am Standort Niestetal und der Photovoltaik (PV)-Freiflächenanlage „Sandershäuser Berg" werden hier derzeit rund 45.500 Mega-Watt-Stunden (MWh) Energie pro Jahr erzeugt. Das entspricht dem Energiebedarf von zirka 15.000 Haushalten.

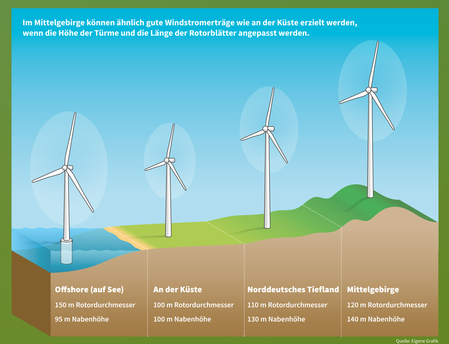
Die Windenergieanlagen des Standorts Söhrewald speisen auf Mittelspannungsebene (30 kV) in eine Kopfstation innerhalb des Windparks (Netzverknüpfungspunkt) ein. Die erzeugte Energie wird von dort über eine 7,5 Kilometer lange Trasse ins Umspannwerk Kraftwerk Kassel geführt.

Bei guten Windverhältnissen (rund 13 m/s) kann eine Windenergieanlage ihre sogenannte „Nennleistung" erreichen.

Für jede der fünf Vestas V112 Windenergieanlagen im Windpark Söhrewald liegt diese Nennleistung bei 3,075 Megawatt. Auf den Zeitraum einer Stunde berechnet, werden somit 3.075 kWh erzeugt. Dies entspricht in etwa dem Jahresstromverbrauch eines Kasseler Zwei-Personen-Haushalts.

Standortfaktoren für Windenergieanlagen (WEA)

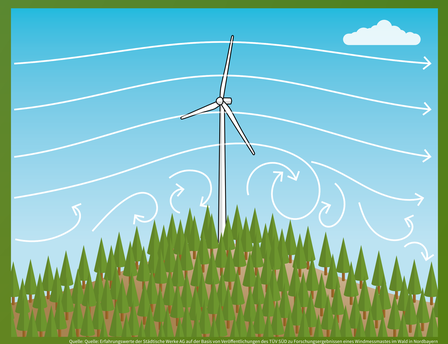
Die Stärke und die Häufigkeit, mit der der Wind am jeweiligen Standort bläst, sind die entscheidenden Kriterien für die Auswahl geeigneter Standorte für Windenergieanlagen. Von Bedeutung sind zudem die Geschwindigkeit und die Richtung der ankommenden Winde (Hauptwindrichtung). Einen günstigen Standort für neue Anlagen nennt man auch „windhöffig". Die windhöffigsten Standorte sind in den Küstengebieten, aber auch auf den Höhenlagen der Mittelgebirge zu finden.



Quelle: Eigene Grafik

Windernte über Waldstandorten im Mittelgebirge

Die 5 Windenergieanlagen dieses Windparks befinden sich in der Söhre, einer bewaldeten Mittelgebirgslandschaft, in unmittelbarer Nähe zum Gipfel des Berges „Warpel" (439 m ÜNN). Wie an vielen anderen Kuppenlagen in Nordhessen, ist dieser sehr windhöffige Standort bewaldet. Über den Baumwipfeln kann der Wind optimal geerntet werden, wenn die Nabenhöhe der Windenergieanlage das 4-fache der Wipfelhöhe beträgt und die Rotoren über den turbulenten Zonen drehen.



Quelle: Quelle: Erfahrungswerte der Städtische Werke AG auf der Basis von Veröffentlichungen des TÜV SÜD zu Forschungsergebnissen eines Windmessmastes im Wald in Nordbayern

Gefördert durch das Land Hessen

HessenAgentur
Naturpark Meißner-Kaufunger Wald
Städtische Werke Aktiengesellschaft
Fuldabrück
Lohfelden
Söhrewald

Erneuerbare Energien

3

Windenergie

Die Windenergie oder Windkraft nutzt mit dem Wind die Bewegungsenergie der durch Sonnenenergie erwärmten und so in Bewegung versetzten Luftmassen der Atmosphäre. In der Vergangenheit wurde sie über Jahrhunderte vor allem von Windmühlen oder Segelschiffen genutzt. Heute kann das enorme Energiepotenziale des Windes über die Stromerzeugung mit Windenergieanlagen zuverlässig ausgeschöpft werden.

Im Gegensatz zu Photovoltaikanlagen liefern Windenergieanlagen im Winter mehr Strom als im Sommer, so dass sich Photovoltaik und Windenergie jahreszeitlich sehr gut ergänzen. Um mögliche Tages-, Wetter- und Jahresschwankungen auszugleichen, sind aber auch Speichermöglichkeiten und Anpassungsmöglichkeiten bei der Erzeugung der EE erforderlich.

Die Windenergie hat aktuell (12.2015) einen Anteil von 13,3 Prozent an der deutschen Stromversorgung. Ende 2015 waren weltweit Windenergieanlagen mit einer Nennleistung von insgesamt 432,4 Gigawatt (1 Gigawatt: 1 Milliarde Watt; entspricht der Leistung eines typischen Kernkraftwerks).

Sonnenenergie

Alles Leben auf der Erde bezieht seine Energie aus der Kraft der Sonne. Pflanzen wachsen mit Hilfe von Sonnenstrahlung und bauen Biomasse auf. Auch treibt die Sonne das Wetter an, sorgt für Wind und Niederschläge und schafft so die Voraussetzungen für Wind- und Wasserkraft.

Die Sonne emittiert große Mengen Energie, die als Solarstrahlung die Erde erreichen. Der Teil der Sonnenenergie, der auf der Erde verbleibt und nicht gleich wieder abgestrahlt wird, beträgt derzeit circa das 7.500 fache des Weltjahresenergiebedarfs.

Die Energie der Sonnenstrahlung kann in Form von elektrischem Strom, Wärme oder chemischer Energie technisch genutzt werden. Sonnenstrahlung ist dabei die elektromagnetische Strahlung, die auf der Sonnenoberfläche (Temperatur von ca. 5.500 °C) entsteht.

Eine direkte Form der Nutzung von Sonnenstrahlung ist mit Hilfe von Photovoltaikanlagen, solarthermischen Kraftwerken oder Sonnenkollektoren möglich, die die Strahlungsenergie ohne Umwege in Strom oder Wärme umwandeln.

Indirekt lässt sich die Energie der Sonne durch Wasserkraftwerke, Windenergieanlagen oder in Form von Biomasse nutzen.

Bioenergie

Bioenergie umfasst die Nutzung von biogenen Energieträgern, vor allem von Holz, landwirtschaftlichen Produkten (Energiepflanzen) und organischen Abfällen. Biomasse wird in fester, flüssiger und gasförmiger Form zur Strom- und Wärmeerzeugung und zur Herstellung von Biokraftstoffen genutzt.

Durch den Anbau von Biomasse (besonders für die Erzeugung von Biokraftstoffen) kann es aufgrund der nur begrenzt zur Verfügung stehenden Fläche zu Konflikten mit dem Nahrungsmittelanbau sowie dem Natur- und Landschaftsschutz kommen.

Neben der land- und forstwirtschaftlich bereitgestellten Biomasse (Rapsanbau zur Biodieselproduktion; Anbau von stärke- und zuckerhaltigen Pflanzen zur Bioethanolherstellung) stehen Reststoffe und Abfälle biogenen Ursprungs für die energetische Nutzung zur Verfügung. Hierzu zählen, neben dem Alt- und Gebrauchtholz, Bioabfälle (z. B. die Biotonne), Gülle/Festmist und Getreidestroh.

In einer Biogasanlage wird zum Beispiel Biogas durch die Vergärung von Biomasse erzeugt. Bei den meisten Biogasanlagen wird das entstandene Gas vor Ort in einem Blockheizkraftwerk zur Strom- und Wärmeerzeugung genutzt.

Biomasse ist bisher der wichtigste und vielseitigste erneuerbare Energieträger in Deutschland. Über zwei Drittel der gesamten Endenergie aus erneuerbaren Energiequellen wurde 2015 durch die verschiedenen energetisch genutzten Biomassen bereitgestellt.

Geothermie

Geothermie - auch Erdwärme genannt - ist eine nach menschlichen Maßstäben unerschöpfliche Energiequelle. Die im Erdinneren gespeicherte Wärme geht unter anderem auf Restwärme aus der Zeit der Entstehung der Erde zurück. Diese Erdwärme kann man mit verschiedenen technischen Verfahren zur Energiegewinnung nutzen.

Wenn man in Mitteleuropa von der Erdoberfläche in die Tiefe vordringt, findet man auf den ersten 100 m Tiefe eine nahezu konstante Temperatur von etwa 10°C vor. Danach steigt die Temperatur mit jeden weiteren 100 Metern Tiefe im Mittel um 3 Grad an.

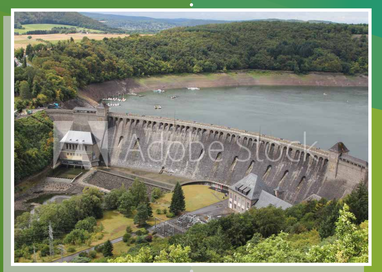
Neben oberflächennaher Geothermie, welche Erdwärme bis in 400 m Tiefe für Heizzwecke nutzt, gibt es geothermische Systeme, die warmes, im Untergrund vorhandenes Wasser erschließen (bis ca. 4.500 m Tiefe). Weitere Systeme nutzen Wärme aus Gesteinen bis in 5.500 m Tiefe für die Stromerzeugung.

Wasserkraft

Die Nutzung der Wasserkraft hat eine jahrhundertealte Tradition im Rahmen der Energiegewinnung. Früher wurde die Energie des Wassers direkt mechanisch genutzt, zum Beispiel in Mühlen. Heute wird die gewonnene Energie mit Generatoren in Strom umgewandelt. In der Zukunft wird die Wasserkraft keinen großen zusätzlichen Beitrag zur deutschen Bruttostromerzeugung mehr leisten, da ihr technisch-ökologisches Potenzial praktisch ausgeschöpft ist.

Physikalisches Grundprinzip bei der Nutzung der Wasserkraft ist die Umwandlung der Bewegungsenergie (Strömung) sowie der potenziellen Energie (Höhendifferenz an Aufstauungen) in nutzbare Energie. Dazu werden Turbinen eingesetzt.

Prinzipiell wird zwischen Laufwasserkraftwerken und Speicherkraftwerken unterschieden. Das Laufwasserkraftwerk nutzt die natürliche Strömung von Flüssen und Bächen. Demgegenüber nutzen Speicherkraftwerke Wasser aus einem Stausee zur Stromerzeugung. Pumpspeicherkraftwerke können als Speicher von elektrischer Energie dienen, da sie Wasser in ein höher gelegenes Speicherbecken pumpen. Im Bedarfsfall kann diese potenzielle Energie des Wassers wieder abgerufen werden.



Als **erneuerbare oder regenerative Energien** werden Energieträger bezeichnet, die im Rahmen des menschlichen Zeithorizonts praktisch unerschöpflich zur Verfügung stehen oder sich verhältnismäßig schnell erneuern.

Die Basis für die **Erneuerbaren Energien** bilden die drei Energiequellen Solarstrahlung, Erdwärme (Geothermie) und Gezeitenkraft. Diese Energiequellen können entweder direkt oder indirekt in Form von Biomasse, Wind, Wasserkraft oder Wellenenergie genutzt werden.

Damit grenzen sie sich von **fossilen Energiequellen** wie u.a. Kohle, Erdöl oder Erdgas ab. Diese Energieträger entstammen meist Lagerstätten, in denen im Laufe von Jahrmillionen unter hohem Druck und hoher Temperatur Biomasse in Energierohstoffe mit unterschiedlich langen Kohlenstoffverbindungen (Kohlenstoffgehalten) umgewandelt wurde.

Der Ausbau der Erneuerbaren Energien leistet einen erheblichen Beitrag zur Erreichung der Klimaschutzziele in Deutschland. Darüber hinaus tragen sie zur Versorgungssicherheit und zur Vermeidung von Rohstoffkonflikten bei.

Vermeidung von Treibhausgas-Emissionen

Die verstärkte Nutzung erneuerbarer Energieträger führt zu einer Verdrängung fossiler Energien und somit zu einer zunehmenden Vermeidung der Emission klimaschädlicher Treibhausgase.

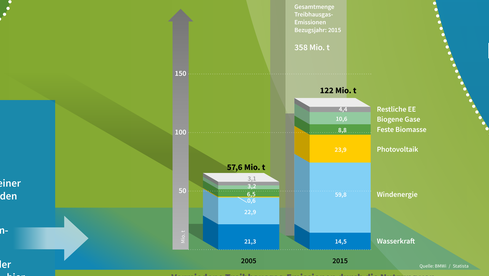
Die meisten Emissionen werden durch die erneuerbare Stromerzeugung eingespart (rund 122 Mio. t CO_2-Äquivalente).

Der Vergleich mit dem Jahr 2005 zeigt, dass sich besonders der Ausbau im Stromsektor positiv auf die Klimabilanz auswirkt – hier konnten 2015 mehr als doppelt so viele Treibhausgas-Emissionen vermieden werden wie noch vor zehn Jahren.

Doch auch im Wärmesektor (rund 41 Mio. t CO_2-Äquivalente) und im Verkehrssektor (rund 5 Mio. t CO_2-Äquivalente) tragen Erneuerbare Energien zum Klimaschutz bei.

Für das Jahr 2015 kann folglich insgesamt eine Treibhausgas-vermeidung von rund 168 Millionen Tonnen Kohlendioxid (CO_2)-Äquivalenten angenommen werden.

Quelle: UBA



Vermiedene Treibhausgas-Emissionen durch die Nutzung von EE im Stromsektor

Bereitstellung von Energie aus erneuerbaren Quellen

(Stand 2015)

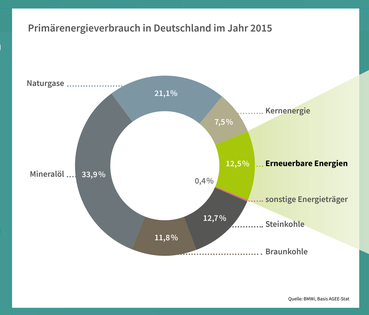
Im Jahr 2015 wurden insgesamt 381,5 Terawattstunden (1 TWh entspricht 1 Milliarde Kilowattstunden) aus Erneuerbaren Energien bereitgestellt. Das entspricht einem Anteil der EE von 12,5 Prozent am Primärenergieverbrauch.:

- Stromproduktion: etwa 51 % (oder 196 TWh)
- Wärmesektor: etwa 41 % (oder 155 TWh)
- Verkehrsbereich: etwa 8 % (oder 30 TWh) biogene Kraftstoffe

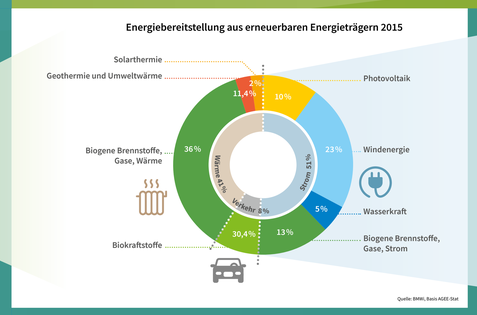
Der Anteil der Erneuerbaren Energien (EE) am Bruttostromverbrauch in Deutschland ist im Jahr 2015 im Vergleich zu 2014 um mehr als 5 % auf 32,6% angestiegen und beträgt somit fast ein Drittel.
Dieser Anstieg bei der Stromerzeugung aus Erneuerbaren Energien beruht überwiegend auf dem Ausbau der Windenergie.

Im Jahr 2014 überholten die Erneuerbaren Energien erstmals die Braunkohle bei der Stromerzeugung.

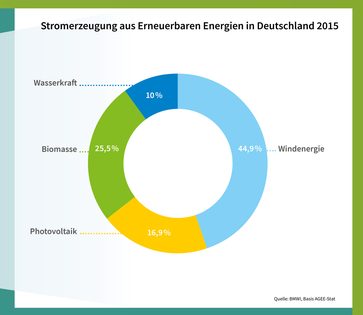
Für einen wirksamen Klimaschutz sollte ein Anteil von 100 % bereits bis 2040 angestrebt werden.



Welchen prozentualen Anteil tragen die verschiedenen Energieträger zum gesamten Energieverbrauch Deutschlands – also für Strom, Wärme und Verkehr – bei?



Bezogen auf die Erneuerbaren Energien – wie sieht hier der Anteil der verschiedenen erneuerbaren Energieträger an der Versorgung der drei Bereiche Strom, Wärme und Verkehr aus?



Wie verteilt sich der der Anteil der Stromerzeugung aus Erneuerbaren Energien auf die verschiedenen Energieträger?

Mehr Wissen gibt's hier

Regenerative Energien zur Stromversorgung

Eine erfolgreiche Energiewende und eine die nachhaltige Mobilität sind zwei wesentliche Bausteine, um den Klimawandel erfolgreich zu stoppen. In der an der HTW Berlin produzierten Videoreihe erläutert Prof. Volker Quaschning wichtige Zusammenhänge auf dem dafür nötigen Weg.

Die dritte Einheit beschreibt die Potenziale von Photovoltaik und Windenergie für die deutsche Stromversorgung. 7:50 Min.

Energie der Zukunft 1: Wind, Sonne und Meer – Faszination Wissen

Vor allem Wind und Sonne sollen in Zukunft, also spätestens im Jahr 2022, wenn das letzte Kernkraftwerk abgeschaltet ist, die Energieversorgung bestreiten. Ergänzt wird der Mix durch Energie aus Biomasse, Geothermie und Wasserkraft. Doch es ist nicht so einfach, Kohle und Kernkraft zu ersetzen. Eine Filmreihe von Susanne Delonge.

Die dritte Einheit beschreibt die Potenziale von Photovoltaik und Windenergie für die deutsche Stromversorgung. 29:06 Min.

FACHBEGRIFFE

Energie:
Energie ist die Fähigkeit eines Körpers Arbeit zu verrichten.

Energieverbrauch:
Der Energieverbrauch bezeichnet umgangssprachlich die für die zeitliche Dauer der Inanspruchnahme einer Energiedienstleistung eingesetzte Energiemenge und wird i. d. R. in Wattsekunden [Ws] bzw. Kilowattstunden [kWh] angegeben.

Bruttostromverbrauch:
Der Bruttostromverbrauch Deutschlands bezeichnet die gesamte, hierzulande verbrauchte Strommenge.

Nennleistung:
Bezogen auf eine Windenergieanlage, bedeutet Nennleistung die höchste Dauerleistung der Energieerzeugung. Eine Windenergieanlage des Windparks Söhrewald mit einer Nennleistung von 3 Megawatt kann bei günstigen Windverhältnissen pro Stunde 3,075 MW (3075 kWh) erzeugen.

Primär- oder Rohenergieträger:
Primärenergieträger sind die in ihrer natürlichen, ursprünglichen Form vorliegenden Energieträger. Ihr Energiegehalt wird als Primärenergie bezeichnet. Beispiele wichtiger Primärenergieträger sind Erdöl, Erdgas.

Sekundärenergieträger:
Sekundärenergieträger werden durch einen oder mehrere Umwandlungsschritte aus Primärenergieträgern gewonnen. Dabei fallen zwangsläufig Umwandlungs- und Verteilungsverluste an. Beispiel für Sekundärenergieträger sind Strom, Fernwärme, Heizöl und Ottokraftstoff.

Emissionen:
Der Begriff Emissionen bezeichnet im Allgemeinen alle in die Umwelt abgegebene feste, flüssige und gasförmige Schadstoffe sowie die Abgabe von Wärme, Strahlung, Geräusche etc. durch z. B. Erzeugung, Verteilung, Entsorgung, Leitungsbau etc.

Treibhausgase/Treibhausgaspotential:
Das Treibhausgaspotenzial (THP) (engl.: Global Warming Potenzial-GWP) ist das massebezogene Äquivalent der Treibhauswirkung von Treibhausgasen, bezogen auf das festgelegte Leit-Gas CO_2. es wird in der Einheit CO_2-Äquivalente (CO_2-Äq.) angegeben.

Kohlenstoffdioxid-Äquivalente:
Das CO_2-Äquivalent einer chemischen Verbindung (z. B. des Gases Methan) ist eine Maßeinheit, um ihren Beitrag zum Treibhauseffekt im Vergleich zum Treibhausgas Kohlendioxid (CO_2) darzustellen. Sie gibt also an, wie viel eine festgelegte Menge eines Treibhausgases zur globalen Erwärmung im Verhältnis zu Kohlenstoffdioxid beiträgt.

SPANNENDE INFO

Tagesaktuelle Einspeisedaten

für Nordhessen sind im Internet frei zugänglich:
http://www.energiewende-nordhessen.com/de/prognose/aktuelle-energieeinspeisung.html

Gefördert durch das Land Hessen

HessenAgentur

Fossile Träger unserer Energie

4

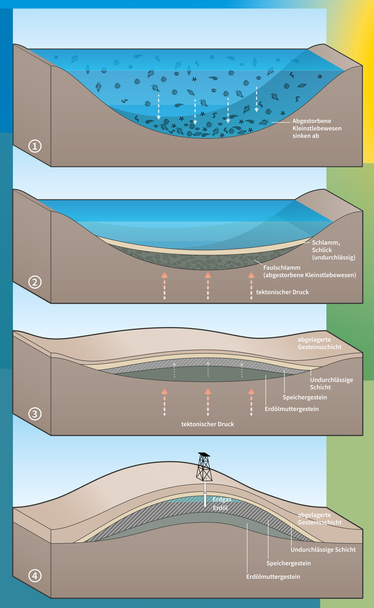
Erdöl und Erdgas

Entstehung aus Biomasse

Die Bildung von rohem Erdöl und Erdgas geht meist auf die gleichen gesteinsbildenden Vorgänge in der Erde zurück, weswegen sie oft auch zusammen innerhalb einer Lagerstätte zu finden sind. Grundlage der Erdöl- und Erdgasentstehung sind Massen abgestorbener und gemeinsam mit Tonteilchen zum Meeresboden abgesunkener Kleinstlebewesen, überwiegend einzellige Algen ①. Dort abgelagert, werden sie zunächst durch Bakterien unter Ausschluss von Sauerstoff in einen Faulschlamm umgewandelt. Dieser Faulschlamm kann durch geologische Prozesse in tiefere Regionen der oberen Erdkruste gelangen ②. In den tieferen Erdschichten (1.500 bis 4.000 m Tiefe) wird bei Temperaturen zwischen 80 und 150 Grad Celsius und hohem Druck der Faulschlamm zu Erdölmuttergestein umgewandelt. Dieser Prozess dauert bis zu 500 Millionen Jahre.

Austritt aus Muttergesteinen

Sobald das Erdöl oder das gasförmige Erdgas aufgrund des hohen Drucks aus den Erdölmuttergesteinen in ein Nebengestein austreten, ist die Bildung von Erdöl und Erdgas abgeschlossen. Innerhalb des Porenraumes des Nebengesteins wandern Öl und Gas dann aufgrund ihrer relativ geringen Dichte nach oben ③. Sobald sie auf abdichtende Gesteinsschichten treffen, reichern sich Öl und Gas dort an und eine Lagerstätte entwickelt sich. Erdgas, das hauptsächlich aus Methan besteht und leichter ist, sammelt sich über dem flüssigen Erdöl an und bildet eine Gasblase ④.



Verwendung

Die Nutzungsmöglichkeiten des Industrierohstoffes Erdöl sind besonders vielfältig. Erdöl findet seine Verwendung als Treibstoff fast aller Verkehrsmittel, in der chemischen Industrie und bei der Herstellung von Kunststoffen. Laut der Internationalen Energieagentur (IEA) belief sich der weltweite Tagesbedarf an Erdöl für das 1. Quartal 2015 auf 93,63 Millionen Barrel (1 Barrel entspricht einem Fass mit einem Inhalt von 160 Litern). Für das 4. Quartal 2016 wird eine Steigerung des Verbrauchs sogar auf 96,78 Millionen Barrel geschätzt. Erdgas wird insbesondere für die Wärmebereitstellung und zur Stromerzeugung eingesetzt sowie als Rohstoff für die chemische Industrie verwendet. Erdgas verbrennt sauberer und klimaschonender als andere fossile Brennstoffe, ist selbst aber ein starkes Treibhausgas.

Die Sonne als Quelle allen Lebens

Die Sonne ist die Quelle allen Lebens. Man nimmt an, dass sie bereits seit 5 Milliarden Jahren mit ihrer jetzigen Helligkeit strahlt. Unsere weltweiten Vorräte an fossiler Energie haben ihren Ursprung letztendlich ebenso wie die regenerativen Energiequellen in der Sonnenenergie.

Fossile Energiequellen

Braunkohle, Steinkohle, Torf, Erdgas und Erdöl bezeichnet man als fossile Energiequellen. Sie sind in geologischer Vorzeit vor mehreren hundert Millionen Jahren aus Abbauprodukten von toten Pflanzen und Tieren entstanden. Der Energiegehalt der fossilen Brennstoffe geht auf ihrem Kohlenstoffgehalt zurück. Sie ermöglichen es uns daher, die vor langer Zeit gespeicherte Sonnenenergie heute zu verwerten.

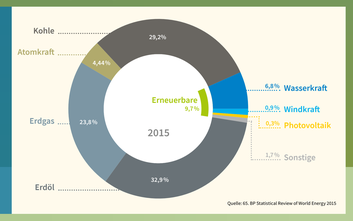
Zukunft der fossilen Energieträger

Mit Beginn des 19. Jahrhunderts - also in einem extrem kurzen Zeitabschnitt verglichen mit der Entstehungszeit der fossilen Energieträger – verwendet die Menschheit besonders große Mengen dieser fossilen Brennstoffe. Vorausgesetzt der Bedarf und die Nutzung der Energie bleibt gleich, reichen die derzeit (2016) bekannten Welt-Energiereserven von Erdöl und Erdgas 43 bzw. 66 Jahre und von Kohle circa 170 Jahre. Allerdings geht die Internationale Energieagentur (IEA) aktuell davon aus, dass sich der weltweite Primärenergiebedarf bis zum Jahr 2040 um weitere 37 Prozent der heutigen Menge erhöhen wird (World Energy Outlook, IEA, 2015).

Ein Hauptgrund der steigenden Nachfrage nach Energie liegt im Wachstum der Weltbevölkerung. Bis 2035 wird die Weltbevölkerung um rund 1,5 Milliarden Menschen auf ca. 8,8 Milliarden Menschen anwachsen. Fossile Energieträger werden vermutlich auch 2035 noch vorherrschen und rund 80 Prozent der weltweiten Nachfrage befriedigen.

Der Weltenergiebedarf

Fossile Brennstoffe werden genutzt seit der Mensch sich vor rund 750.000 Jahren das Feuer zunutze machte. Doch auch noch heute decken wir Menschen zu einem ganz maßgeblichen Anteil unseren Energiebedarf aus der Verbrennung von Kohle, Erdgas und Erdöl.



Braunkohle und Steinkohle

Entstehung

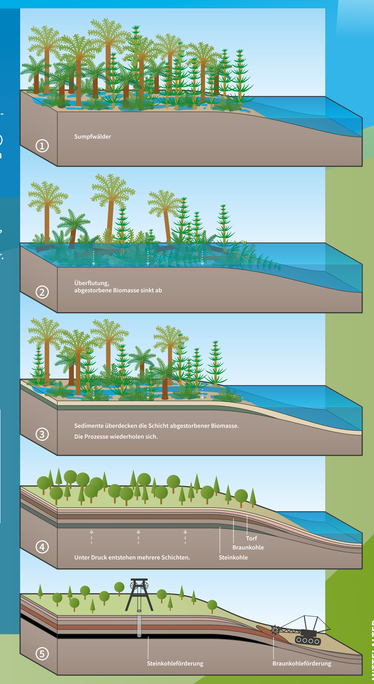
Am Anfang der Entstehung der Braunkohle wie auch der Steinkohle stand das organische Material abgestorbener Bäume, Sträucher und Gräser ①. Diese Biomasse einstiger Sumpfwälder sammelte sich in Mooren zunächst als Torf an ②. Wenn dieser Torf nach der Überdeckung mit verschiedenen Sedimenten (Tone, Sande) ③ hohem Druck ausgesetzt war, kam es unter Luftabschluss zur Inkohlung ④. Da sich dieser Prozess im Laufe von Millionen von Jahren mehrfach wiederholte, kam es zur Bildung von mehreren (auch 200 und mehr) Kohleflözen übereinander ⑤.

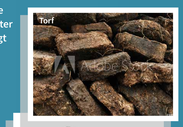
Zwei Kohlezeiten in Deutschland

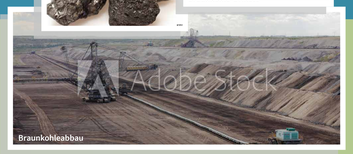
In Deutschland gab es zwei Kohlezeiten: Das Karbon vor etwa 300 Millionen Jahren, in dem die Steinkohlelager entstanden. Im Tertiär bildeten sich dann vor ca. 15 bis 30 Millionen Jahren in geringerer Tiefe die bis zu 100 m mächtigen Braunkohlelager. Da Braunkohle also in einem jüngeren Erdzeitalter entstanden ist als Steinkohle, hat sie noch nicht die komplette Inkohlungsreihe durchlaufen. Ihr Kohlenstoffgehalt von 70 % liegt deutlich niedriger als der von Steinkohle (bis zu 92 %).

Verwendung der Kohle

Der Brennwert (2,2 kWh pro Kilogramm) der stark schwefelhaltigen Braunkohle ist ebenfalls deutlich geringer als der von Steinkohle.
Der fossile Energieträger Kohle wurde in Europa zwar bereits im 16. Jahrhundert eingesetzt, gewann aber erst Mitte des 19. Jahrhunderts große Bedeutung mit der aufkommenden Industrialisierung. Ihr relativer Anteil am Energiemix stieg bis zur Mitte des 20. Jahrhunderts stark an, um dann später von Öl und Gas wieder etwas zurückgedrängt zu werden.
Obwohl in Deutschland bereits seit dem Mittelalter Steinkohle gefördert wird, belaufen sich die geologischen Vorräte an Steinkohle nach Schätzungen noch immer auf rund 230 Milliarden Tonnen.







ALT-STEINZEIT (2 MIO. V. CHR. – 9500 V. CHR.)

MITTEL-STEINZEIT (9500 V. CHR. – 5500 V. CHR.)

JUNG-STEINZEIT (5500 V. CHR. – 2200 V. CHR.)

BRONZEZEIT (2200 V. CHR. – 800 V. CHR.)

EISENZEIT (800 V. CHR. – 18 V. CHR.)

ANTIKE

MITTELALTER (6. – 15. JAHRHUNDERT)

NEUZEIT

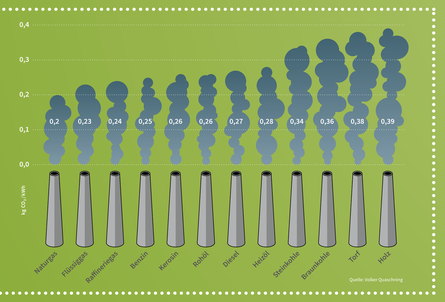
Brennstoff Holz

TEMPERATURKURVE DER ERDE ÜBER DIE LETZTEN 40.000 JAHRE

Spezifische Kohlendioxidemissionen verschiedener Brennstoffe

Bei der Verbrennung der fossilen Energieträger werden Kohlenstoffdioxid (CO_2), Stickstoffoxide sowie unterschiedliche feine Stäube freigesetzt. Die Verwendung fossiler Energieträger ist daher einer der Hauptgründe der globalen, vom Menschen (anthropogen) in Gang gesetzten Klimaerwärmung.

Die Verbrennung von Braunkohle ist die kohlendioxidintensivste Art der Energiegewinnung. Auch Naturbrennstoffe wie Torf oder Holz verursachen sehr hohe Emissionen, wenn sie nicht nachhaltig genutzt werden. Wird nur so viel Holz verbrannt, wie wieder nachwachsen kann, ist die Nutzung hingegen kohlendioxidneutral.



SPANNENDE INFO

Was kann jeder von uns tun, um den Klimawandel zu bremsen?

Klimaschutz? Ziehen Sie Ihre persönliche Bilanz!
http://gis.klimaktiv-co2-rechner.de/de_DE/page
http://www.energieverbraucher.de
http://www.stromspar-check.de

Mehr Wissen zum Kohlenstoffkreislauf:

Der CO_2 Kreislauf – Grundschulniveau
https://www.youtube.com/watch?v=rMS9GqDeKkA. 4:34 Min.

Der Kohlenstoffkreislauf – Oberstufenniveau
https://www.youtube.com/watch?v=x5rBejolS6s 12:02 Min.

Kohlenstoffkreislauf – Max Planck Gesellschaft
https://www.youtube.com/watch?v=KX0mpvA0g0c 5:25 Min.

Kohlenstoffkreislauf

Austausch von Kohlenstoffverbindungen

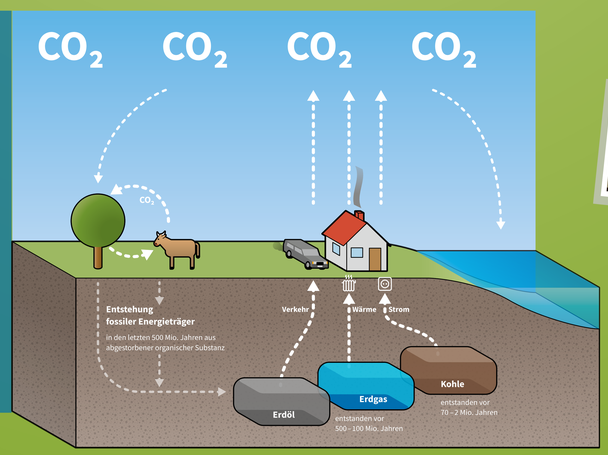
Auf unserer Erde findet ein ständiger Austausch von Kohlenstoffverbindungen zwischen der Atmosphäre, dem Boden, den Gewässern und den dort vorkommenden Lebewesen (Pflanzen und Tiere) statt. Wichtigste Kohlenstoffverbindung ist das Kohlenstoffdioxid (CO_2).

Kohlenstoffdioxid in der Atmosphäre

In der Atmosphäre befanden sich mit Stand 2015 rund 830 Milliarden Tonnen Kohlenstoffdioxid. Durch die Verbrennung fossiler Energieträger seit Beginn der Industrialisierung wird der Umwelt zuvor langfristig gebundenes CO_2 hinzugefügt. Der Anteil von Kohlenstoffdioxid an der Zusammensetzung der Luft steigt allmählich an.

Im April 2016 wurden in der Mauna Loa Untersuchungsstation des Ozeanischen Instituts der Universität San Diego *(https://scripps.ucsd.edu/programs/keelingcurve/tag/uc-san-diego/)* die höchsten jemals ermittelten Werte für den Anteil an CO_2 an der Luft gemessen (407,8 ppm, parts per million/Zahl der Anteile pro Millionen)

Insgesamt wurden seit Beginn der Industrialisierung ca. 530 Milliarden Tonnen Kohlenstoffdioxid durch fossile Energieträger freigesetzt. Knapp die Hälfte davon verblieb in der Atmosphäre, die andere Hälfte wurde von Ozeanen und Landökosystemen aufgenommen.



Der Abbau von Braunkohle in der Söhre

Die Gewinnung von Energie hat die Menschen in der Söhre auch bereits in den vergangenen Jahrhunderten beschäftigt. Ganz in der Nähe des Windparks Söhrewald am Warpel (439 m über NN) befindet sich der Stellberg (495 m über NN). Rund um den Stellberg wurde bereits seit dem Jahr 1800 Braunkohle im Tage- und Untertagebau abgebaut. Im Jahr 1967 kam es nach einer rund 170 Jahre währenden Abbauzeit zur Einstellung des Tagebaus am Stellberg; bis zu dieser Zeit wurden dort schätzungsweise 5 Millionen Tonnen Kohle abgebaut.

Energiewende – Vom Holz zur Kohle

Vor dem Beginn des niederhessischen Braunkohlenbergbaus war allein das Holz der umliegenden Wälder die einzige für die Menschen der Region verfügbare Energiequelle. Die Nutzung großer Mengen von Holz zum Heizen, insbesondere aber für die Befeuerung der Glas- und Eisenhütten sowie das Sieden von Salz führte im ausgehenden Mittelalter zu einem enormen Raubbau an den heimischen Wäldern. Erste Kohlefunde am Hohen Meißner um das Jahr 1578 regten auch in den Bergbauregionen rund um Kassel, und eben auch hier in der Söhre, die Schürftätigkeit an. Die Blütezeit des Braunkohlenbergbaus in Nordhessen begann und hielt bis zum Beginn des 20. Jahrhunderts. Die Gefahr, den heimischen Wald vollends zu verlieren, war damit zunächst gebannt. Neue Gefahren/ Belastungen infolge der bergbaulichen Tätigkeiten in der Söhre ergaben sich jedoch für das Landschaftsbild, den Wasserhaushalt, die Fauna und Flora sowie die Bewohner der umliegenden Ortschaften.

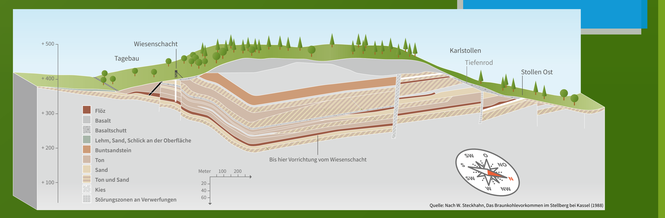
Eco Pfad Bergbau in der Söhre

ECO PFAD BERGBAU IN DER SÖHRE

Die Auswirkungen der bergbaulichen Eingriffe in Natur- und Landschaft sowie die schwierigen Bedingungen, unter denen die Bergleute den begehrten Rohstoff Braunkohle zu gewinnen hatten, ist Thema des „Eco Pfads Bergbau in der Söhre". Einstiege in diesen Ecopfad bieten sich ab den Wanderparkplätzen „Brandt" oder „Lache" bei Wattenbach.

Die Geologie der Stellbergkuppe

Die Kuppe des Stellbergs besteht aus einer bis zu 50 m mächtigen Basaltdecke. Die unter dieser Basaltdecke liegenden Ton- und Sandsteinschichten überlagern die sich in der Tiefe befindenden Braunkohleschichten. Die Schichten der Braunkohle sind durch Verwerfungen unterbrochen.



Gefördert durch das Land Hessen
HessenAgentur
Naturpark Meißner-Kaufunger Wald
Städtische Werke Aktiengesellschaft
Fuldabrück
Lohfelden
Söhrewald

Windstromerzeugung im Wald – Kritische Fragen Klare Antworten

5

Ist die Erzeugung von Windstrom im Vergleich zur Gewinnung von Strom aus fossilen Brennstoffen oder Atomkraft überhaupt wettbewerbsfähig?

Windenergie an Land ist heute die günstigste verfügbare Energiequelle, da die Stromerzeugungskosten unter denen neuer fossiler Kraftwerke liegen.

Gesellschaftliche Folgekosten (Endlagerung, Klimafolgen, Gesundheitsschäden, etc.), wie bei fossilen und atomaren Energiequellen, entfallen.

Eine Kilowattstunde, die durch Windenergie erzeugt wurde, kann dem Verbraucher zum 01.07.2016 für 8,58 Cent / kWh angeboten werden.

In welcher Weise können Vögel und ihre Lebensräume durch den Bau von Windenergieanlagen gefährdet werden?

Für Vogelarten, die sich regelmäßig im Gefahrenbereich der Rotoren aufhalten, besteht ein Risiko der Kollision mit Windenergieanlagen. Windenergieanlagen können zudem Barrierewirkungen zwischen Teillebensräumen entfalten, zur Aufgabe von Brutplätzen oder zu verringerten Bruterfolgen führen.

Deutschlandweit sind im Jahr 2015 nachweislich 2.800 Vögel durch den Bau von Windenergieanlagen zu Tode gekommen. Das steht in keinem Verhältnis zu den über 10 Millionen Vogelopfern, die in Deutschland jährlich durch Straßenverkehr und Stromleitungen hervorgerufen werden.

Quelle: https://de.wikipedia.org/wiki/Vogelschlag

Können Fledermäuse durch Windenergieanlagen beeinträchtigt werden?

Für einige windenergiesensible Fledermausarten können Windenergieanlagen zur tödlichen Gefahr werden. Gefahren entstehen entweder durch direkte Kollision mit den Rotorblättern oder durch ein sogenanntes Barotrauma (innere Verletzungen aufgrund der Druckschwankungen an den sich drehenden Rotorblättern).

Die Echoortung der Fledermäuse ist nicht auf sich schnell bewegende Hindernisse – wie Rotorblätter – eingestellt und hat auch nur eine maximale Reichweite von 50 Metern.

Quelle: Faktenpapier Windenergie in Hessen: Natur- und Umweltschutz, S. 20

Können Fledermäuse vor den Gefahren, die von Windenergieanlagen ausgehen, geschützt werden?

Im Vorfeld der Planung einer Windenergieanlage wird geprüft, ob Fledermäuse im Umfeld der künftigen Windenergieanlage vorkommen. Wo mit Fledermäusen zu rechnen ist, werden seitens der naturschutzfachlichen Planung drei Strategien zum Schutz der Fledermäuse verfolgt:

- **Vermeidungsmaßnahmen:** Schonung von Schutzgebieten, Altholzbeständen, Schwarmquartieren sowie Quartierbereichen besonders seltener Arten
- **Eingriffsminderung:** Abschaltalgorithmen (nach Tages-, Jahreszeit und Witterung) werden auf Grundlage der nachgewiesenen Arten; unattraktive Gestaltung der unmittelbaren Umgebung der Windräder für Fledermäuse
- **Kompensation (Ausgleich):** Erhöhung des Quartierangebots (Überwinterungsstollen) und des Nahrungsangebots (Laubholzstreifen) in windparkfernen Gebieten

Wird der Wald hinsichtlich seiner Qualität als Ökosystem und Rückzugsgebiet vieler Tier- und Pflanzenarten dauerhaft durch den Bau von Windenergieanlagen beeinträchtigt?

Aus Sicht des Naturschutzes sind Wirtschaftsforste, bereits durch Sturmwurf oder Schädlingsbefall vorbelastete Wälder oder Monokulturen mit Nadelholz für die Windenergienutzung im Wald besonders geeignet.

Wälder sind komplexe Ökosysteme, Lebensraum für verschiedene, auch bedrohte Arten sowie wesentliche Grundlage für die menschliche Erholung und Naturerfahrung.

Die Fülle der lebenswichtigen Dienstleistungen, die Wälder für uns erbringen, stehen in engem Zusammenhang mit ihrer hohen Biodiversität. Im Zusammenhang mit dem Bau von Windenergieanlagen im Wald müssen daher strenge naturschutzfachliche Maßstäbe angesetzt werden.

Zu bedenken ist allerdings: Das Umweltbundesamt geht inzwischen davon aus, dass die Vielfalt der in Deutschland lebenden Tier- und Pflanzenarten bis 2080 im Mittel um bis zu 30 Prozent zurückgehen könnte, wenn sich die globale Erwärmung ungebremst fortsetzt. Die durch den globalen Klimawandel hervorgerufenen verstärkt auftretenden Hitzewellen, Stürme, Überschwemmungen, Lawinen und Erdrutsche wirken sich insgesamt auf die Biodiversität aus. Diesem Artenverlust kann nur durch effektive Maßnahmen zum Klimaschutz, z. B. dem verstärkten Einsatz regenerativer Energiequellen, entgegengewirkt werden.

Welche Vögel sind besonders stark gefährdet?

Die im Wald errichteten Windenergieanlagen weisen eine Gesamthöhe bis 200 Meter auf. In diesem Höhenbereich – weit über der Kronenschicht älterer Baumbestände – können auch große Brutvogelarten wie der **Schwarzstorch** und **Greifvögel** ihre Revier-, Balz- und Thermikflüge sowie größere Streckenflüge ausführen. Es kann daher zu Kollisionen kommen. Eine Gefährdung kann für Vogelarten bestehen, die kein ausgeprägtes Meideverhalten gegenüber Windenergieanlagen entwickeln. Dies gilt in erster Linie für Großvögel, insbesondere bestimmte Greifvögel wie Rot- und Schwarzmilan, Mäuse- und Wespenbussard, Uhu und Waldkauz.

Wie groß ist die Gefahr von Windenergieanlagen für Rotmilane?

Da Rotmilane ihren weltweiten Verbreitungsschwerpunkt bei uns in Deutschland haben (in Hessen brüten rund 1.000 bis 1.200 Paare), tragen Behörden, Flächenbesitzer, Landwirte, Planer und Betreiber eine besondere Verantwortung für ihren Schutz.

Durch die vergleichsweise hohe Anzahl von Kollisionsopfern bei Rotmilanen ist diese Art durch den Bau von Windenergieanlagen besonders betroffen. Die größte Anzahl an Unfällen mit den Rotoren der Windenergieanlagen ereignen sich allerdings im Offenland im Verlauf von Flügen zu oder innerhalb von Nahrungsgebieten.

Werden Anwohner ausreichend vor möglichen Belastungen durch Windenergieanlagen geschützt?

Auch der Mensch und seine Gesundheit gehören zu den natur- und umweltschutzfachlichen Prüfkriterien bei der Planung von Windenergieanlagen.

Lärm- und Infraschallentwicklung können sich für Menschen im Umfeld von Windenergieanlagen belastend auswirken. Um mögliche Belastungen für Anwohner zu minimieren, gibt es gesetzlich vorgegebene Schutzzonen (dreifache Anlagenhöhe), in denen der Bau von Windenergieanlagen nicht genehmigt wird. In Hessen gibt es zudem Pufferzonen für die weitere Ausdehnung der Ortslagen (zusammen 1.000 Meter). Innerhalb dieser weiträumigen Abstände gehen die Schallemissionen normalerweise im Hintergrundrauschen unter. Das heißt, die bereits bestehenden Geräuschemissionen von Verkehr und Industrie sowie dem lokalen Wind überdecken den Schall der Windenergieanlage.

Der zunächst häufig als sehr störend empfundene **„Disco-Effekt“** (Reflexion der Sonne an den Flügeln) wird inzwischen durch Auftragung matter Farben auf den Flügeln vollständig vermieden. Eine Störung kann jedoch durch die nächtliche Beleuchtung (Befeuerung) verursacht werden.

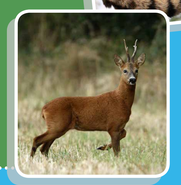
Zur Minimierung des **Schattenschlages** durch die Rotorblätter werden zeit- und sonnengesteuerte Abschaltsysteme eingesetzt.

Können durch den Bau von Windenergieanlagen am Boden lebende Säugetiere (Wildkatze, Luchs, Reh- und Rotwild, etc.) sowie ihre Lebensräume beeinträchtigt werden?

Einzelne Störreize oder Reizkombinationen können sich insbesondere während der Bauphase störend auf am Boden lebende Säugetiere auswirken. In der Betriebsphase gewöhnen sich große Wildtiere (Rehe, Rotwild, Luchs) an die Störungen (Schall, Licht, Gerüche).

Windenergieanlagen besitzen keine derartig zerschneidende Wirkung wie z. B. Verkehrswege; Wälder mit Windenergieanlagen verlieren daher nicht ihre Funktion als Trittsteine im großräumigen Biotopverbund für weiträumig am Boden wandernden Arten wie Wildkatze und Luchs.

Eine störende Auswirkung für diese Gruppe von Tieren kann die mit den Windenergieanlagen vielfach verbundene bessere Erschließung der Landschaft für Besucher haben. Hier kann durch Ruheräume für Wildtiere, Aufwertung von Biotopen und gezielte Besucherlenkung durch Wanderwege Abhilfe geschaffen werden.



Wie viel Wald wird in Hessen durch den Bau von Windenergieanlagen beansprucht?

Da Hessen das waldreichste Bundesland Deutschlands ist, kommt den Wäldern in Hessen beim Erfolg der Energiewende eine zentrale Rolle zu.

Etwa 80 Prozent der Windvorrangflächen liegen in den bewaldeten Höhenlagen; von Seiten des Land Hessen ist der Bau von bis zu 2.800 weiteren Windenergieanlagen vorgesehen.

In Hessen macht Wald ungefähr 42 Prozent der Landesfläche aus, das sind rund 894.000 Hektar. Der Bau der neuen Anlagen zur Windstromgewinnung würde maximal **0,25 Prozent** der hessischen Waldfläche betreffen.

Die hierbei beanspruchten Flächen müssen jedoch im Zuge des Genehmigungsverfahrens immer quantitativ (in ihrer Größe) und qualitativ (in ihrer Ausstattung) ausgeglichen oder kompensiert werden, sodass sich die Waldfläche in Hessen in der Summe nicht verändert.

Wie können Risiken im Zusammenhang mit Windenergieanlagen für Vögel minimiert werden?

Ein Schutz gefährdeter Vogelarten fängt bei der Standortwahl für die Windenergieanlagen an. Um Risiken und Beeinträchtigungen für kollisionsgefährdete und störempfindliche Vogelarten zu vermindern, hat das Land Hessen mit der staatlichen Vogelschutzwarte für Hessen in dem Artenschutzleitfaden von 2012 Mindestabstände zwischen Brutvogelhorsten und Windenergieanlagen definiert.

Quelle: http://www.energieland.hessen.de/mm/aka-leitfaden.pdf

Beispielsweise darf aus Gründen der Vorsorge für den Rotmilan ein Radius von 1.000 Metern und beim Schwarzstorch von 3.000 Metern zwischen Horst und Windenergieanlage nicht unterschritten werden. Wenn Habitat- oder Raumnutzungsstudien jedoch zeigen, dass kein oder nur geringes Konfliktpotenzial besteht, können diese pauschalen Abstände reduziert werden.

Quelle: Faktenpapier Windenergie in Hessen: Natur- und Umweltschutz, S. 34.; http://www.energieland.hessen.de/sektion/zukunftswerkstatt/fulda_darmstadt/Faktenpapier_Natur_und_Umweltschutz.pdf

Schaden Windräder der touristischen Entwicklung einer Region?

In Regionen mit günstigen Standortfaktoren für Windenergie, die zugleich eine hohe touristische Attraktivität aufweisen (Küsten, Mittelgebirge), kann es bei der Planung von Windenergieanlagen zu Zielkonflikten kommen. Wo Menschen Erholung suchen, erfordert die Planung eine besonders hohe Sensibilität bei der Abwägung ökonomischer, naturschutzrechtlicher, landschaftsästhetischer und touristischer Belange.

Besonders jüngere Wanderurlauber nehmen die technische Überformung der Landschaft durch Windenergieanlagen innerhalb der von ihnen besuchten Region allerdings nicht grundsätzlich als Beeinträchtigung wahr, sondern sehen sie auch als Sinnbild für den technischen Fortschritt und die nachhaltige, ressourcenschonende Entwicklung der Gesellschaft.

Windenergieanlagen können also auch zu einem positiven Image der Urlaubsregionen in deutschen Mittelgebirgen beitragen – wenn die Gäste ausreichend zu Erneuerbaren Energien informiert werden und es Angebote gibt, die die Anlagen erlebbar machen.

Wie groß ist der Flächenbedarf für den Bau einer Windenergieanlage?

Dauerhaft werden für eine Windenergieanlage mit einer Nabenhöhe von ca. 150 Metern und einer 3MW Leistung in der Regel 0,4 bis 0,6 Hektar (4.000 – 6.000 Quadratmeter) in Anspruch genommen und teilweise versiegelt. Zusätzlich werden 0,2 bis 0,4 Hektar vorübergehend für die Bauphase benötigt und im Anschluss renaturiert.

Fundamente von aktuell verbreiteten Windenergieanlagentypen der 2 bis 3 Megawatt-Klasse haben in der Regel einen Durchmesser von 20 bis 23 Metern und eine Tiefe von 3,0 bis 3,5 Metern.

Fundamentarbeiten im Söhrewald

Werden alle heute genehmigten Anlagen auch sicher wieder zurückgebaut?

Die Genehmigungsbehörden legen schon bei der Genehmigung der Anlagen einen vollständigen Rückbau fest. Neben der vertraglichen Verpflichtung mit den Flächeneigentümern muss für die Genehmigung in jedem Fall eine Rückbaurücklage beim Regierungspräsidium hinterlegt werden, die den Rückbau abdeckt.

Die rückgebauten Bauteile können recycelt werden. Der Schotter der Zuwegung und Montageflächen wird in der Regel wiederverwendet. Der Beton der Fundamente wird zu Recyclingschotter gebrochen und kann z. B. im Straßenbau Verwendung finden, Metalle werden eingeschmolzen. Es dürfen keinerlei Altlasten auf den genutzten Flächen zurückbleiben.

Nach dem Rückbau des Fundaments wird die Fläche neu mit Boden verfüllt und standortgerecht begrünt bzw. im Wald wiederaufgeforstet.

FACHINFO

Stellenwert von Natur- und Umweltschutz im Genehmigungsverfahren von Windenergieanlagen:
Im Zusammenhang mit dem Bau einer Windenergieanlage (WEA) sind so viele Aspekte zu beachten, dass insgesamt etwa 20 Fachbehörden beteiligt sind, die gemeinsam überprüfen, ob eine WEA genehmigungsfähig ist.

Um den Schutz der Tier- und Pflanzenwelt sowie des Bodens ausreichend Rechnung zu tragen, kommen bei der Planung von WEA folgende naturschutzrechtliche Regelungen zur Anwendung:

- Schutzvorschriften für NATURA 2000-Gebiete (europäische Vogelschutzgebiete und Fauna-Flora-Habitat (FFH) Gebiete)
- die Zugriffsverbote des Artenschutzes (§ 44 Abs. 1 und Abs. 5 BNatSchG, Bundesnaturschutzgesetz)
- Schutzgebietsverordnungen, der gesetzliche Biotopschutz (§ 30 BNatSchG i.V. mit § 13 HAGBNatSchG, Hessisches Ausführungsgesetz zum Bundesnaturschutzgesetz)
- die Eingriffsregelung (§§ 14 ff. BNatSchG)

Welche Standorte sind grundsätzlich von der Bebauung durch WEA ausgeschlossen?
Über die Naturverträglichkeit der Windenergienutzung entscheidet in erster Linie die Standortwahl. Um Konflikte insbesondere mit windkraftempfindlichen Vögeln und Fledermäusen zu vermeiden, sind in Hessen folgende Standorte für die Windenergienutzung auszuschließen (Mindestabstände jeweils 1.000 Meter):

- Naturschutzgebiete
- Naturdenkmäler und geschützte Landschaftsbestandteile
- Nationalparks
- Kern- und Pflegezonen A von Biosphärenreservaten
- Kernzonen des UNESCO Welterbes
- Schutz- und Bannwälder
- Wasserschutzgebiete (Zone I und II)
- Auen und Landschaftsschutzgebiete
- Natura 2000-Gebiete (Ausnahmen in Einzelfällen möglich)

Gefördert durch das Land Hessen

HessenAgentur
HA Hessen Agentur GmbH

Naturpark Meißner-Kaufunger Wald

Städtische Werke Aktiengesellschaft

Fuldabrück · Lohfelden · Söhrewald