

Wissenswertes über Windenergie

Fakten zur Nutzung von Wind als Stromquelle in Nordrhein-Westfalen

EnergieAgentur.NRW

Die EnergieAgentur.NRW arbeitet im Auftrag der Landesregierung von Nordrhein-Westfalen als operative Plattform mit breiter Kompetenz im Energiebereich: von der Energieforschung, technischen Entwicklung, Demonstration und Markteinführung über die Energieberatung bis hin zur beruflichen Weiterbildung. In Zeiten hoher Energiepreise gilt es mehr denn je, die Entwicklung von innovativen Energietechnologien in NRW zu forcieren und von neutraler Seite Wege aufzuzeigen, wie Unternehmen, Kommunen und Privatleute ökonomischer mit Energie umgehen oder erneuerbare Energien sinnvoll einsetzen können.

Die EnergieAgentur.NRW managt die Cluster „EnergieRegion.NRW“ und EnergieForschung „CEF.NRW“. Darüber hinaus werden von der EnergieAgentur.NRW Energieberatungsleistungen in Form von Initial- und Contractingberatungen für Unternehmen und Verwaltungen sowie Informations- und Weiterbildungsangebote für Fach- und Privatleute angeboten. Auch Schulungen des Nutzerverhaltens gehören zum Aufgabenbereich.



Inhalt

Sauberer Strom für die Zukunft	4
Gut geplant!	6
Im Einklang mit Mensch und Umgebung	8
Faktensammlung Windenergie	10
Plus für den Klimaschutz	13
Plus für die Wirtschaft	14
Technische Entwicklung	16
Repowering – Weniger ist mehr!	17
Und zum Schluss ...	18
Und zum Weiterlesen ...	19



Sauberer Strom für die Zukunft

Rückenwind für die Energiewende

Ob Sommerwind oder Herbstbrise: Windenergie steht unbegrenzt zur Verfügung. Die Stromerzeugung aus Windenergie ist damit eine der tragenden Säulen des Klimaschutzes und der Energiewende in Deutschland.

Die Endlichkeit fossiler Ressourcen ist bekannt. Als Folge der Nuklearkatastrophe von Fukushima 2011 hat die Bundesregierung beschlossen, die Energiewende weiter zu beschleunigen. Die Energiegewinnung rückt dadurch mehr in die Lebenswelt der Menschen, denn sie findet zunehmend an der Oberfläche und dezentral statt. Bis 2020 soll der Energieanteil in Deutschland aus Wind, Sonne und Co. am Stromverbrauch mindestens 35 % betragen. Ende 2012 lag er bereits bei 23 %.

Das Land Nordrhein-Westfalen hat sich ein Ziel gesetzt. Als wichtigstes deutsches Energieland soll der Anteil des aus der Windenergie erzeugten Stroms bis zum Jahr 2020 auf 15 % steigen. Nordrhein-Westfalen wird damit Vorreiter beim Klimaschutz. Nach dem ersten deutschen Klimaschutzgesetz, das Anfang 2013 verabschiedet wurde, sollen die schädlichen Treibhausgasemissionen in Nordrhein-Westfalen in den nächsten zehn Jahren um mindestens 25 % und bis zum Jahr 2050 um mindestens 80 % im Vergleich zu den Gesamtemissionen des Jahres 1990 verringert werden.

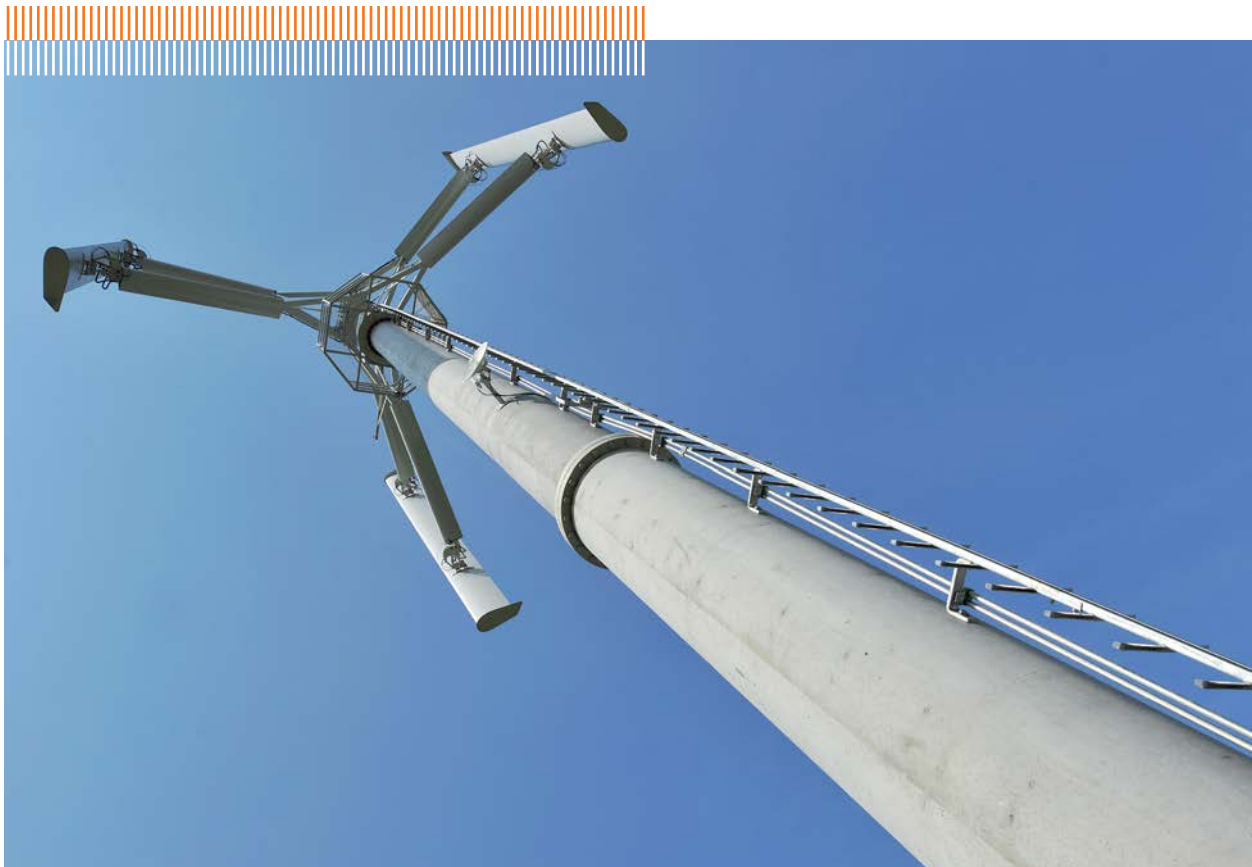
Der Ausbau der erneuerbaren Energien ist für die Erreichung dieser Ziele essentiell, denn natürlich soll der Strom für die Zukunft aus sauberen Quellen stammen. Regenerative Energien stehen nahezu unbegrenzt zur Verfügung und sind für das Industrie- und Forschungsland Nordrhein-Westfalen ein wichtiger Wachstumsmotor. Zahlreiche Marktführer in Windenergie-technologien sind hier angesiedelt. Viele Hersteller von Windenergieanlagen und spezialisierte Zulieferbetriebe sind mittelständische Unternehmen mit einer langen Tradition im Maschinenbau und in der Elektrotechnik, die weltweit aktiv sind. Ein dichtes Netz an Forschungseinrichtungen unterstützt die Entwicklung innovativer Produkte und Dienstleistungen für die Windenergiebranche.

Das Ziel, den landesweiten Anteil der Windstromerzeugung von derzeit 4 % (laut der EnergieDaten.NRW für das Jahr 2012) deutlich anzuheben, ist eng mit der Förderung der regionalen Wertschöpfung verknüpft. Zukunftsfähige Arbeitsplätze und Daseinsvorsorge sind weitere Vorhaben, die auch mit Hilfe von 'Bürgerwindparks' weiterverfolgt werden. Zudem sollen die Bereiche Strom, Wärme und Mobilität strategisch miteinander verbunden und die Energieeffizienz laufend verbessert werden.

Die Windenergie nimmt im Energiemix bereits heute eine wichtige Stellung ein. In Nordrhein-Westfalen hat sich die Windstromerzeugung – gemessen an der installierten Leistung – in den Jahren 2000 bis 2012 verfünffacht. Rund 2.870 Windenergieanlagen sind derzeit in Betrieb. Ihre Standorte sind im EnergieAtlas.NRW verzeichnet. Mit einer Gesamtleistung von 3.52 Megawatt liefern sie 551 Gigawatt Windstrom im Jahr.

In dieser Broschüre erfahren Sie die wichtigsten Fakten rund um das Thema Windenergie in Nordrhein-Westfalen. Die Ausführungen beziehen sich dabei nur auf große Windenergieanlagen mit über 100 Metern Höhe.

Informationen zu Kleinwindenergieanlagen und Eigenverbrauchsanlagen sind auf der Themenseite der Energie-Agentur.NRW unter www.energieagentur.nrw.de/kleinwind zusammengestellt. Dort finden sich auch viele hilfreiche Antworten auf technische, wirtschaftliche, planungs- und genehmigungsrechtliche Fragen sowie Planungshilfen.



Gut geplant!

Rechtlicher Rahmen

Aus Sicht der Gesetzgebung nimmt die Nutzung der Windenergie in Deutschland eine privilegierte Stellung ein (Baugesetzbuch (BauGB)). Das bedeutet, dass Windenergieanlagen im Außenbereich einer Kommune grundsätzlich überall errichtet werden dürfen – solange keine öffentlichen Belange entgegenstehen und die Erschließung gesichert ist.

Die Privilegierung der Windenergie im Außenbereich spiegelt die Bedeutung der Windenergie für die Energiewende in Deutschland wider. Auf Landesebene wird dieses Fundament durch den 2011 verabschiedeten Windenergie-Erlass konkretisiert. Der Windenergie-Erlass ist eng mit der Klimaschutzstrategie des Landes verknüpft. Er baut Hürden für die Planung ab, die in der Vergangenheit die Planung von Windparks erschwert haben.

Standorte

Um Windenergieanlagen im Außenbereich zu steuern, können das Land und die Regionen im Landesentwicklungsplan (LEP) und in den Regionalplänen Vorranggebiete für die Windenergie bestimmen. Kommunen können überdies sogenannte 'Windkonzentrationszonen' in ihren Flächennutzungsplänen ausweisen. Hat eine Kommune dies rechtswirksam getan, dürfen Windenergieanlagen nur noch innerhalb dieser Zonen errichtet werden.

Zuständige Behörde und Ansprechpartner für die Planung von Windenergieanlagen sind die Bezirksregierungen (Regionalplanung) und die Bauämter der Städte und Gemeinden (Bauleitplanung).

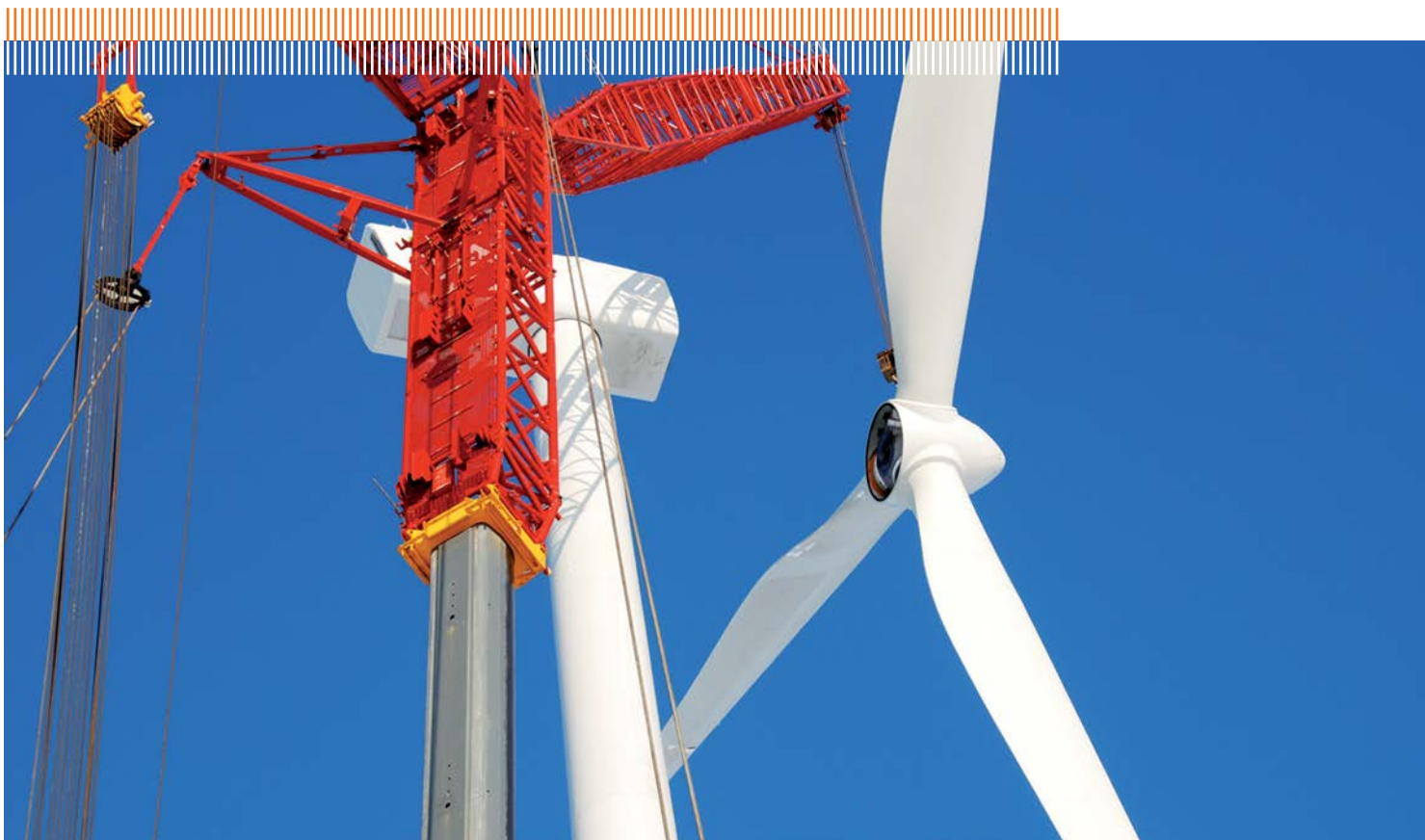
Genehmigung

Die Ausweisung einer Windkonzentrationszone allein berechtigt noch nicht zum Bau einer Windenergieanlage. Denn anschließend muss vom Projektträger ein Antrag nach dem Bundesimmissionsschutzgesetz (BImSchG) für alle Anlagen ab einer Gesamthöhe von 50 Metern gestellt werden. Im immissionsschutzrechtlichen Genehmigungsverfahren wird sichergestellt, dass von einer Windenergieanlage keine schädlichen Umwelteinwirkungen verursacht werden. Die immissionsschutzrechtliche Genehmigung kann gegebenenfalls mit Auflagen zur Vermeidung (z.B. Abschaltzeiten) oder Kompensation (z.B. Anlegen von Hecken) schädlicher Umwelteinwirkungen verbunden sein.

Antragsteller müssen unter anderem Gutachten zu Schallentwicklung, Schattenwurf, Sichtbarkeit und Auswirkungen auf das Landschaftsbild, einen landschaftspflegerischen Begleitplan sowie ein Artenschutzgutachten vorlegen.

Zuständige Behörde und Ansprechpartner für die BImSchG-Genehmigung sind die unteren Immissionsschutzbehörden, die bei den Kreisen und kreisfreien Städten angesiedelt sind.





Potenziale

Für den Ausbau der Windenergie hat Nordrhein-Westfalen großes Potenzial. Das belegt die Windpotenzialstudie des Landes Nordrhein-Westfalen. Alle diesbezüglichen Informationen können dem Energieatlas Nordrhein-Westfalen entnommen werden.

Um die Ausbaupotenziale für Windenergie in den Regionen, Kreisen und Kommunen zu ermitteln, hat das Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz landesweit Grundlagendaten erhoben. Zudem wurden die Windfelder in Höhen von 100, 125, 135 und 150 Metern über Grund neu berechnet. Die Ergebnisse der Windmessung zeigen, dass Nordrhein-Westfalen trotz seiner Binnenlage gute Voraussetzungen für die Windenergienutzung bietet: Bereits ab einer Nabenhöhe von 125 Metern über Grund weisen landesweit die überwiegenden Flächenanteile mittlere Windgeschwindigkeiten von über 6,0 Metern pro Sekunde (m/s) auf. Standorte in der Eifel und dem südlichen Weserbergland liegen noch darüber.

Verbunden mit einer schalloptimierten Flächenberechnung wurden anhand der Grundlagendaten und der Windfelder Ertragspotenziale in drei verschiedenen Szenarien ermittelt, die sich durch Anteil und Art der einbezogenen Waldfläche unterscheiden. Die Analyse zeigt, dass unter den gegebenen Bedingungen und mit Nutzung von Nadelwald- sowie Sturmschadenflächen eine potenzielle Stromproduktion von bis zu 71 Terrawattstunden pro Jahr (TWh/a) machbar wäre. Um das Energieziel der Landesregierung für das Jahr 2020 zu erreichen, wäre eine Nettostromproduktion von 20,7 TWh/a allein notwendig.



Im Einklang mit Mensch und Umgebung

Bürgerwindparks als Beitrag zur Akzeptanz für die Windenergie vor Ort

Um die Ausbauziele im dicht besiedelten Binnenland Nordrhein-Westfalen zu erreichen, braucht die Windenergie den langfristigen Zuspruch der Menschen. Ein gutes Modell dafür sind sogenannte 'Bürgerwindparks'.

Bürgerwindparks bieten Teilhabe an der Planung wie an den Kapitalerträgen und vernetzen die lokalen gesellschaftlichen Akteure – von der Bürgerschaft und den Flächeneigentümern über Land- und Forstwirte und die Kommunalverwaltung bis zu den lokalen Stadt- oder Gemeindegewerken. Gelungene Modelle sind in dreifacher Hinsicht regional verwurzelt: Bürgerinnen und Bürger vor Ort werden dauerhaft beteiligt, die Betreibergesellschaft hat ihren Sitz in der Region und die Windenergieanlagen werden in derselben Region errichtet.

Viele lokale Beispiele zeigen, welche große Chancen die Windenergienutzung mit Bürgerbeteiligung einer Region bieten kann, wenn Nachbarn der geplanten Anlagen, Naturschützer, Politiker, Behörden und alle lokalen Akteure frühzeitig in die Planungen mit einbezogen werden. So können bei Konflikten gemeinsam tragfähige Lösungen erarbeitet werden.

Hilfreich sind die im Kreis Steinfurt erarbeiteten und von der Bürgermeisterkonferenz gemeinsam verabschiedeten 'Leitlinien für Bürgerwindparks':

- Alle Gruppen im Umfeld werden am Projekt beteiligt: Grundeigentümer, Anwohner, Landwirte, Bürger, Gemeinden, kommunale Einrichtungen
- Faire Teilhabe der nicht direkt profitierenden Flächeneigentümer, Anwohner und sonstigen Betroffenen: Entschädigung nicht mit dem Schwerpunkt auf die direkten Windenergiestandorte
- Sicherstellung einer direkten konzeptionellen und finanziellen Bürgerbeteiligung: Mindestanteil von 25 % des Eigenkapitals in Händen einzelner Bürger (außerhalb der Gruppe der Flächeneigentümer in der Windvorrangzone)
- Vermeidung von Mehrheitsbeteiligungen
- Geringe Mindestbeteiligung ab 1.000 Euro
- Einbeziehung der örtlichen/regionalen Stadtwerke als Vermarktungspartner
- Einbeziehung der regionalen Sparkassen und Volksbanken zur Finanzierung des Fremdkapitals bzw. der Einzeleinlagen

Definition Bürgerwindpark: An einem Bürgerwindpark können sich lokale Akteure konzeptionell wie finanziell beteiligen. Bürgerwindparks bieten durch die Bereitstellung von Kapital nicht nur wirtschaftliche Teilhabe. Durch die Vernetzung der verschiedenen gesellschaftlichen Akteure – von der Bürgerschaft über Flächeneigentümer und der Kommunalverwaltung bis zu den örtlichen Stadt- oder Gemeindegewerken – entsteht eine dauerhafte emotionale Bindung.

Die EnergieAgentur.NRW bietet zum Thema Bürgerwindparks vielfältige Beratungsangebote: Die Broschüre 'Klimaschutz mit Bürgerenergieanlagen' informiert über finanzielle Beteiligungsmodelle. Das Themenportal Bürgerenergie unter www.energieagentur.nrw.de/buergerenergie hält detaillierte Fachinformationen bereit. Nachrichten und themenbezogene Tweets gibt es unter Energiebuerger@energiebuerger. Nützliche Hintergrundinformationen bietet zudem das Themenportal des Netzwerkes Windkraft NRW www.windkraft.nrw.de. Das Netzwerk wurde 2009 von der Landesregierung Nordrhein-Westfalen ins Leben gerufen, um die vielfältigen Aktivitäten, die unternehmerische Expertise und das technologische Innovationspotenzial der nordrhein-westfälischen Windbranche zu bündeln. Es vereint landesweit mehr als 800 Akteurinnen und Akteure.

Regionale Vermarktung steigert Akzeptanz

Persönlicher Kontakt auf lokaler Ebene, offener Dialog mit allen relevanten Akteuren, Transparenz und faire Beteiligung sind wichtige Bausteine, um die Energiewende in Nordrhein-Westfalen nachhaltig zu beflügeln. Auch die Vermarktung des Windstroms in der Region – und damit die Steigerung der regionalen Wertschöpfungseffekte – trägt dazu bei, den Erfolg von Windenergieanlagen langfristig zu sichern.

Bürgerbeteiligung und EnergieDialog.NRW

Die Beteiligung der Öffentlichkeit ist im Verfahren zur Flächennutzungsplanänderung gesetzlich vorgeschrieben. Die Bekanntgabe hat ortsüblich – zum Beispiel über die Tagespresse – und zweistufig zu erfolgen. Bei der Neuerichtung eines Windparks mit 20 und mehr Windenergieanlagen ist im Verfahren nach Bundesimmissionsschutzgesetz (BImSchG) eine weitere Öffentlichkeitsbeteiligung notwendig. Um alle Interessensgruppen an den laufenden Planungsfortschritten teilhaben zu lassen, gibt es neben den gesetzlich vorgeschriebenen Verfahren viele Möglichkeiten der informellen Beteiligung. Sie schaffen Offenheit und Transparenz.

Als landesweite Fachberatungsstelle hat das NRW-Klimaschutzministerium bei der EnergieAgentur.NRW eine Dialogplattform eingerichtet. Sie unterstützt Kommunen, Unternehmen und Bürger von neutraler Seite bei der Planung und Errichtung von Windenergieanlagen mit Fachinformationen und sachkundiger Beratung.

EnergieDialog.NRW – Praktische Unterstützung bei Windenergieprojekten

Die Informations- und Beratungsplattform ist eine Anlaufstelle, die bei der Gründung von Bürgerwindparks mit vielerlei Maßnahmen von Informationsgesprächen über Vorträge und Schulungen bis hin zu Weiterbildungsmaßnahmen weiterhilft. In konkreten Konfliktfällen vermittelt das Beratungsteam zwischen den Konfliktparteien, um Kontroversen zu klären. Die Vermittlungshilfen reichen von Klärungsgesprächen bis zu einem standardisierten Mediationsverfahren.

Die Internetseite www.energedialog.nrw.de bietet darüber hinaus weiterführende sachrelevante Fachinformationen und eine umfangreiche kommentierte Bibliothek.

Servicestelle Windenergie Kreis Steinfurt

Der Kreis Steinfurt zeigt, wie ein naturverträglicher und konfliktarmer Ausbau der Windenergie gemeinsam mit den lokalen Akteuren gelingen kann. Die eigens im Jahr 2012 eingerichtete Servicestelle Windenergie ist bisher die einzige ihrer Art in Deutschland. Sie wurde eingerichtet, weil die Windenergienutzung im Kreis Steinfurt eine hohe Bedeutung hat und der geplante Ausbau einen wachsenden Informations- und Moderationsbedarf erwarten lässt. Die Servicestelle steht allen am Ausbau der Windenergie beteiligten Akteure sowie allen Interessierten im Kreis zur Seite.

Die Internetseite www.agenda21.kreis-steinfurt.de/servicestellewindenergie bietet viele Informationen sowie Verlinkungen z. B. zu den aktuell entstehenden Bürgerwindparks im Kreis Steinfurt.



Faktensammlung Windenergie

Schallemissionen und Schattenwurf

Schallemissionen und Schattenwurf – das sind besonders für die direkten Nachbarn einer Windenergieanlage wichtige Fragestellungen. Beide Faktoren können im Anlagenbetrieb sehr gut gesteuert werden.

Schall

Windenergieanlagen verursachen Betriebsgeräusche (Schallemission). Das Regelwerk zur Beurteilung von Geräuschen ist die Technische Anleitung (TA) Lärm, die strenge baurechtliche Vorgaben und Richtwerte festlegt. Schon während des Genehmigungsverfahrens muss die Einhaltung der Immissionsrichtwerte nachgewiesen werden, sonst wird der Bau der Windenergieanlage nicht genehmigt. Die Beurteilung erfolgt anhand objektiver Parameter und Messungen in Kooperation der Antragssteller mit zertifizierten Ingenieurbüros und wird von der Genehmigungsbehörde geprüft. Das subjektive Lärmempfinden kann allerdings von Person zu Person variieren.

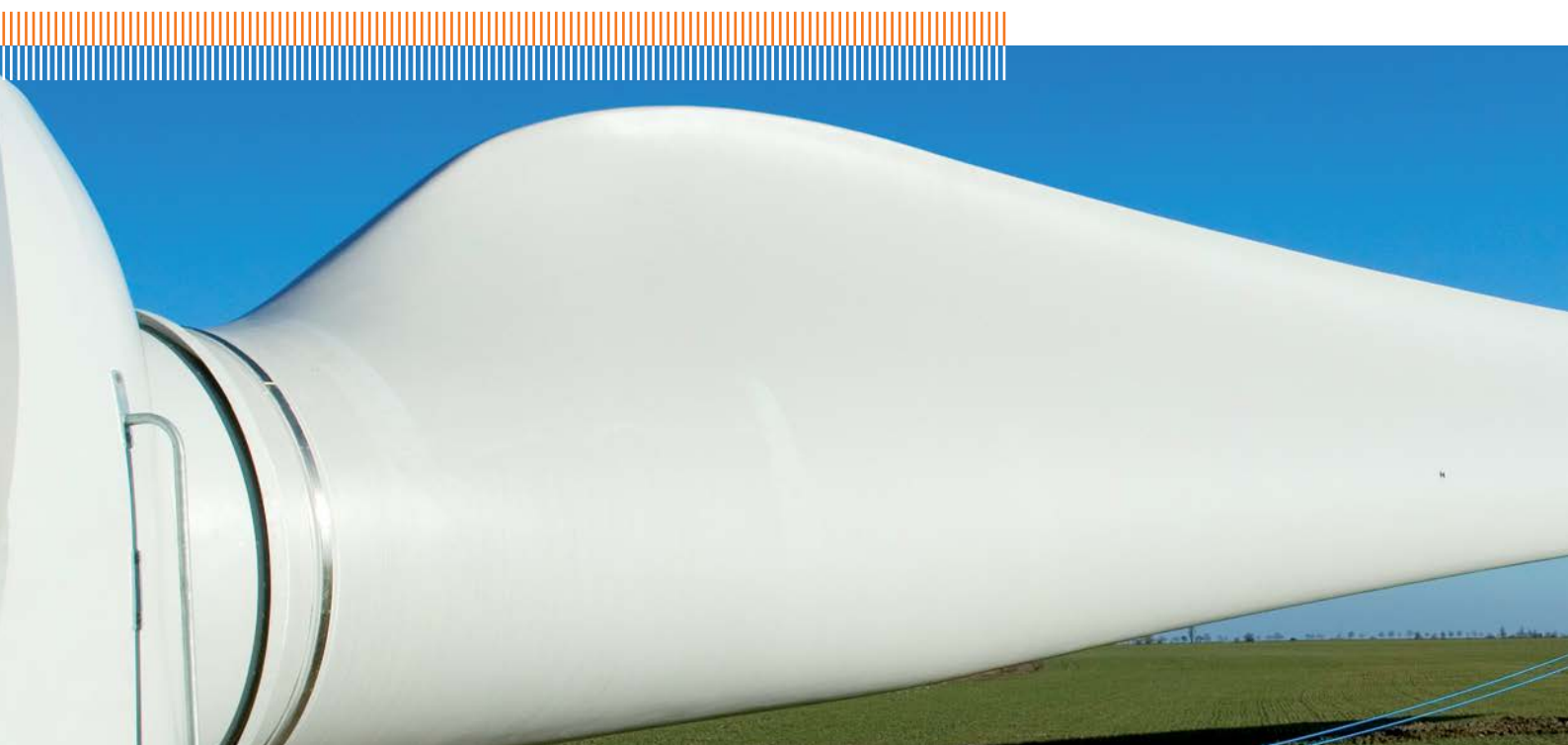
Um Schallemissionen zu verringern, ist ein schallreduzierter Betrieb von Windenergieanlagen möglich. Dabei werden die Windenergieanlagen auf eine geringere Drehzahl eingestellt – zum Beispiel während der Nacht. Auch durch technische Verbesserungen wie aerodynamisch geformte Rotorblätter werden die Lärmemissionen bei modernen Anlagen reduziert.

Windenergieanlagen verursachen auch Infraschall. Infraschall ist der tieffrequente, nicht hörbare Bereich des Schalls (im Gegensatz zum hochfrequenten Ultraschall). Infraschall entsteht überall dort, wo Luft an Oberflächen entlang strömt – auch im Auto oder in Klimaanlage. Da die Infraschallpegel, die von Windenergieanlagen ausgehen, deutlich unterhalb der menschlichen Hör- und Wahrnehmungsgrenzen liegen, haben Windenergieanlagen keine Auswirkungen auf die Gesundheit oder das Wohlbefinden des Menschen.

Schattenwurf

Der unstete Schattenwurf der sich drehenden Rotoren kann von direkten Anwohnern der Windparks als störend empfunden werden.

Der Windenergieerlass der nordrhein-westfälischen Landesregierung gibt auf Basis der Rechtsprechung des Oberverwaltungsgerichts NRW einen hinzunehmenden Schattenwurf auf Wohnbebauung von 30 Minuten pro Tag oder 30 Stunden im Jahr vor. Dieser Wert leitet sich aus der astronomisch maximal möglichen Beschattungsdauer ab, die rein rechnerisch auf der Annahme basiert, dass die Sonne immer scheint und die Windenergieanlage immer läuft.



Sollten sich darüber hinaus Beeinträchtigungen ergeben, muss über automatisches Abschalten ein unerwünschter Schattenwurf verhindert werden. Das funktioniert mit Hilfe moderner Computer-Programme und der Absprache mit den Anwohnern im ersten Betriebsjahr. Für den Betreiber bedeutet die automatische Abschaltung keine größeren Stromertragseinbußen. Deshalb ist es empfehlenswert, schon während des Genehmigungsverfahrens auf kooperativer Basis mit den Betreibern zu verhandeln, sodass diese freiwillig auf die volle Ausnutzung der zulässigen Beschattungsdauer verzichten.

Kennzeichnung

Windenergieanlagen ab einer Höhe von 100 Metern müssen aus Sicherheitsgründen für den Luftverkehr weithin sichtbar sein. Grundlage dafür sind das Luftverkehrsgesetz (LuftVG) und die AVV Hubschrauberflugplätze.

Dazu werden die Rotorblätter farblich gekennzeichnet und mit Signallichtern versehen, die tagsüber weiß und nachts rot aufblitzen. Weil die Befeuerung häufig als störend empfunden wird, gibt es eine Reihe von Maßnahmen, um das Erscheinungsbild zu beruhigen. Zum Beispiel kann die Taktfolge der Signale synchronisiert oder die Lichtstärke reduziert werden. Langfristig sollen Windenergieanlagen nur noch bedarfsgerecht befeuert werden, also nur dann leuchten, wenn Flugzeuge sich in einem bestimmten Abstand zu der Anlage befinden.

Flächenbedarf und Rückbau

Einer der besonderen Vorteile der Windenergienutzung liegt im geringen Platzbedarf: Die schlanken Riesen beanspruchen eine Fläche von ca. 50 x 50 m; ca. 2.500 m² – im Vergleich mit herkömmlichen Kraftwerken zur Nutzung anderer Energieformen nur einen Bruchteil an Fläche. Die Fläche, auf der eine Windenergieanlage errichtet wurde, kann zudem nach etwa 20 Jahren Nutzungsdauer der Anlage wieder vollständig zurückgebaut werden. Auch das Fundament wird entfernt. Es besteht sogar eine gesetzliche Rückbauverpflichtung, die beispielsweise durch entsprechende Bankbürgschaften abzusichern ist.

Landschaftsbild und Ausgleich

Der Mensch hat die Naturlandschaft zu einer Kulturlandschaft entwickelt, die einem ständigen Wandel unterliegt. Denn Kultur ist kein statisches Gut, sondern immer Ausdruck einer Zeitepoche.

Windenergieanlagen sind technische Bauwerke und prägen damit das Bild der Kulturlandschaft – ebenso wie Straßen, Strommasten, Kraftwerke und Gebäude. Durch ihre Höhe und die Bewegung der Rotoren können die Windenergieanlagen recht dominierend wirken, vor allem weil die Elemente in der Umgebung – wie zum Beispiel Bäume und Kirchtürme – niedriger sind.

Wie sich eine Windenergieanlage tatsächlich in die Landschaft einfügt, liegt im Auge des Betrachters. Einige empfinden Windparks als störend – für andere zählen die heute schon bestehenden Windparks mittlerweile zu den festen Elementen einer zeitgemäßen Kulturlandschaft.

Die optische Wirkung der Windenergieanlagen ist jedoch unstrittig. Im Regelfall liegt damit ein Eingriff in Natur und Landschaft vor. Das Bundesnaturschutzgesetz (BNatSchG) sieht vor, dass Beeinträchtigungen von Natur und Landschaft so gering wie möglich zu halten sind; nicht vermeidbare Eingriffe in Natur und Landschaft sind durch geeignete Kompensationsmaßnahmen auszugleichen.

Kompensationsmaßnahmen erfolgen direkt vor Ort, also jeweils im Gebiet des entstehenden Windparks. Sie sollen dem Wunsch der Bevölkerung, ihre als schön empfundene Umgebung zu erhalten, nachkommen. Dazu zählen Auslagerungsmaßnahmen, Feldgehölzanpflanzungen oder Aufwaldungen. Aber auch die Anlage von Obstwiesen oder Baumreihen sowie der Erhalt von Fließgewässern sind gute Beispiele dafür, wie die Landschaft vor Ort bereichert und die Akzeptanz von Windenergieanlagen in



unmittelbarer Bebauungsnähe erhöht werden kann. Die Praxis hat gezeigt, dass Kompensationsmaßnahmen im Rahmen von Bürgerwindprojekten unkompliziert und zeitnah umgesetzt werden können, weil die Entscheidungskompetenz für die Flächen bei den Projekten vor Ort liegt.

Kommunen können bei der Einrichtung von Ausgleichsflächen im Sichtbereich der Anlagen mit geeigneten lokalen Partnern zusammenarbeiten. Dafür kommen zum Beispiel örtliche Naturschutzstiftungen in Frage. Sie verfügen über einen umfassenden Kompensationsflächenpool und können kompetent solche Maßnahmen durchführen, die vor Ort die größte Wirkung erzielen.

Natur- und Artenschutz

Der Mensch beeinflusst durch seine Kultur und Wirtschaftsweise die Lebensräume von wildlebenden Tieren und Pflanzen. Flugzeuge, Hochspannungsleitungen, Autos und Gebäude – sie alle können eine Gefahr für Tiere werden. Das gilt auch für Windenergieanlagen.

Das Bundesnaturschutzgesetz (BNatSchG) beinhaltet auf Basis der europäischen Vogelschutzrichtlinie und der europäischen Flora-Fauna-Habitatschutzrichtlinie sehr strenge Regelungen, den Schutz ausgewählter Tier- und Pflanzenarten betreffend. Nicht alle in NRW vorkommenden Tier- und Pflanzenarten unterliegen diesen besonders strengen Schutzvorschriften; es handelt sich um einige wenige Arten, wie Schwarzstorch, Wildkatze oder Kreuzkröte. Dem Internetangebot des Landesamtes für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen können interessierte Bürgerinnen und Bürger alle relevanten Informationen entnehmen.

Wie stark Vögel und Fledermäuse infolge des Betriebs von Windenergieanlagen beeinträchtigt werden, ist zuweilen umstritten und Gegenstand aktueller Forschungsvorhaben. Im Vorfeld der Genehmigungsverfahren für Windenergieanlagen werden naturschutzfachliche Untersuchungen (Artenschutzprüfung (ASP)) durchgeführt, um die späteren Auswirkungen auf Vögel und Fledermäuse so gering wie möglich zu halten.

Das nordrhein-westfälische Klimaschutz- und Umweltministerium (MKULNV) hat im November 2013 einen Leitfaden Arten- und Habitatschutz bei der Planung und Genehmigung von Windenergieanlagen entwickelt. Er soll die Prüfungs- und Genehmigungspraxis in Nordrhein-Westfalen vereinheitlichen und erleichtern. Der Leitfaden ist über die Internetseiten von MKULNV und LANUV abrufbar.

Tierartengruppe Vögel

Besonders gefährdet durch Windenergieanlagen sind Greifvögel. Denn auf der Suche nach Beute richten sie den Blick zum Boden und sehen daher den Rotor von oben nicht kommen. Sind in einer Gegend bedeutsame Greifvogelvorkommen (z. B. Rotmilan, Uhu, Rohrweihe) bekannt, müssen Anlagen mit angemessenem Abstand zu den Lebensräumen gebaut werden, sodass für die Vögel eine Kollisionsgefahr so weit wie möglich reduziert wird.

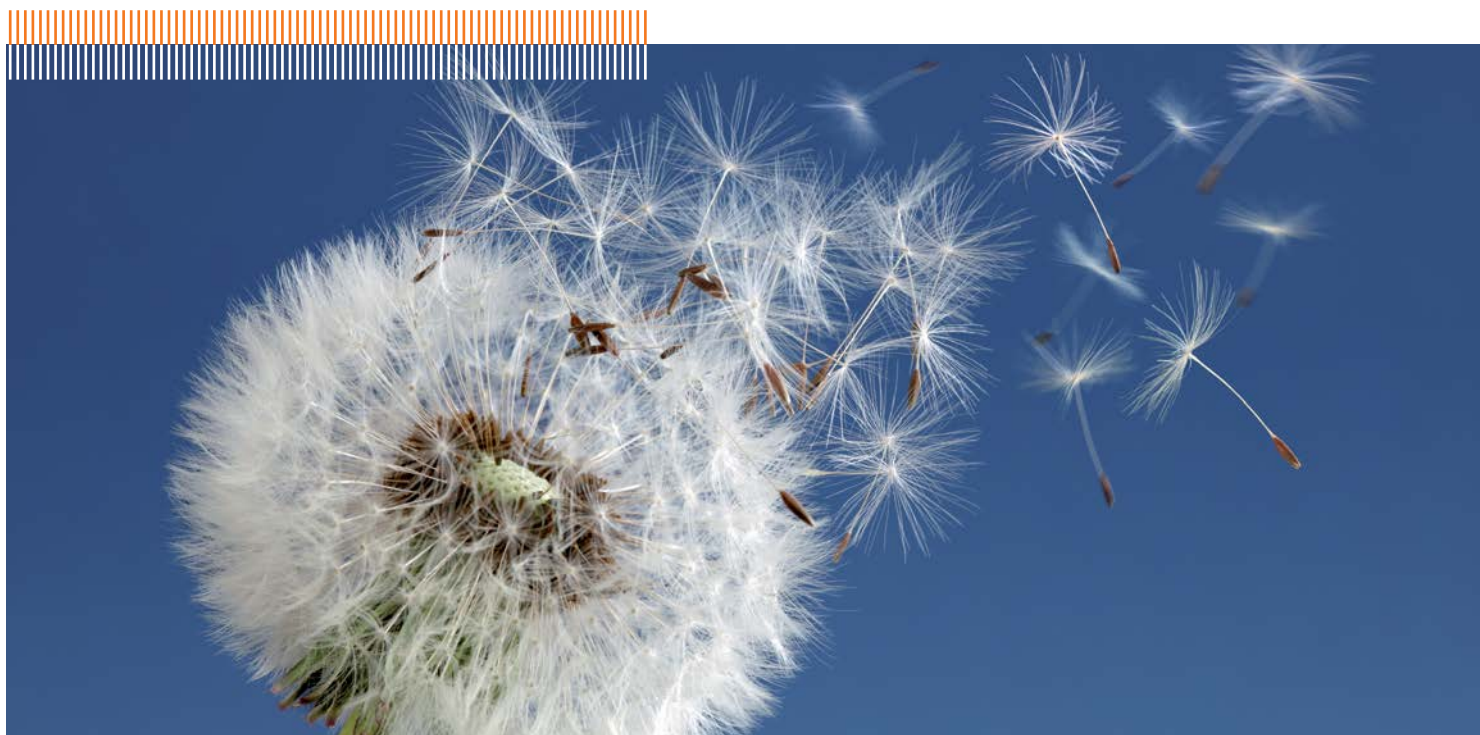
Auf andere Vogelarten haben Windenergieanlagen unter Umständen eine Scheuch- oder Barrierewirkung. Ausgeprägtes Meideverhalten wurde bei Brut- (z. B. Großer Brachvogel, Wachtel) und Rastvögeln (z. B. Kiebitz, Singenschwan) beobachtet. Der Bau von Windenergieanlagen verringert für diese Vogelarten nach verschiedenen Studien nutzbare Flächen. Hauptflugkorridore sowie Brut- und Gastvogellebensräume von überregionaler Bedeutung sollen generell freigehalten werden. Informationen dazu bietet das umfangreiche Kartenmaterial des Energieatlas Nordrhein-Westfalen.

Über Ausgleichsmaßnahmen (CEF-Maßnahmen) besteht häufig die Möglichkeit neue Lebensräume zu schaffen. Aus diesem Grund müssen solche Maßnahmen auch vor dem Bau der Windenergieanlagen funktionsfähig sein.

Tierartengruppe Fledermäuse

Etwa ein Drittel der heimischen Fledermausarten fliegt in der Höhe der Rotorblätter. Für sie besteht ein Tötungsrisiko.

Um das Risiko für die Tiere zu verringern, können Windenergieanlagen bei bestimmten Witterungsbedingungen und entsprechendem Flugverhalten der Tiere abgeschaltet werden. So ist etwa mit stärkeren Flugaktivitäten bei schwachem Wind zu rechnen – zu Zeiten also, wenn sowieso nur wenig Strom produziert werden kann. Dazu werden sogenannte Fledermaus-Detektoren eingesetzt, die die Flugaktivitäten der Fledermäuse Tag und Nacht dokumentieren und im Bedarfsfall die Windenergieanlagen abschalten.



Plus für den Klimaschutz

Energiebilanz

Um zu bewerten, ob der Einsatz von Windenergieanlagen unter Nachhaltigkeitsgesichtspunkten sinnvoll ist, wird der Parameter 'energetische Amortisationszeit' angewandt.

Er bemisst die Dauer, über die eine Windenergieanlage in Betrieb sein muss, um die Energiekosten ihres gesamten 'Lebenszyklus' auszugleichen. Das umfasst die verwendeten Rohstoffe, die Herstellung der Komponenten, den Transport, den Bau, den Betrieb während ihrer Lebensdauer inklusive der Reparaturen sowie das Recycling der Windenergieanlage.

Nach Berechnungen des Instituts für Energietechnik der Ruhr-Universität Bochum liegt die Amortisationszeit einer 1,5 Megawatt-Anlage je nach Standort zwischen drei und sechs Monaten. Während einer Lebensdauer von 20 Jahren erzeugt die Windenergieanlage das 40 bis 70-fache der aufgewendeten Energie.

Der wichtigste Faktor dabei ist der 'kostenlose Rohstoff' Wind: Verdoppelt sich seine Geschwindigkeit, verachtfacht sich die gewonnene Energie. Die Anlagen werden zudem laufend technisch weiterentwickelt, wodurch sich die Energiebilanz weiter verbessert.

Vergleicht man die Energiebilanz der Windenergie mit konventionellen Energieträgern wie Kohle-, Gas- oder gar Atomenergie, zeigen sich weitere Vorteile: Für Windenergie werden weder riesige Kraftwerke gebaut, noch aufwändig Brennstoffe oder Müll transportiert. Es ent-

stehen keine massiven Kulturlandschaftsveränderungen – wie durch den Abbau von Rohstoffen – und es gibt auch keine Risiken durch die Lagerung gefährlichen und sehr lange aufzubewahrenden Mülls. Im Gegenteil: Windenergieanlagen können, nach dem Rückbau aus der Landschaft, fast vollständig recycelt werden.

CO₂-Bilanz

Im Vergleich mit fossilen Energieträgern weist Windenergie eine sehr gute Klimabilanz auf.

Nach der Amortisationszeit (siehe Energiebilanz) produzieren Windenergieanlagen bilanziell CO₂-neutral Strom, setzen also kein zusätzliches Kohlendioxid als Treibhausgas in die Atmosphäre frei.

Über die gesamte Lebensdauer einer Anlage gerechnet, hat Strom aus Windenergie eine sehr gute CO₂-Bilanz von nur 8 bis 29 Gramm CO₂ pro Kilowattstunde. Zum Vergleich: Steinkohlekraftwerke emittieren zwischen 790 und 1.080 Gramm CO₂ pro Kilowattstunde und tragen damit erheblich zum Klimawandel bei.

Die schwankende Einspeisung von Strom durch Windenergie macht bisher das Vorhalten von fossilen Reservekraftwerken (z. B. Kohle oder Gas) notwendig, wodurch sich die CO₂-Einsparung insgesamt reduzieren kann. Durch die Speicherung von Strom vor Ort können diese Schwankungen geglättet und der Bedarf an Reserven gemindert werden.



Plus für die Wirtschaft

Regionale Wertschöpfung

Im Jahr 2012 waren in Deutschland ca. 118.000 Menschen in der Windenergiebranche beschäftigt. Zum Vergleich: Im Abbau aller fossilen Energieträger zusammen waren im Mai 2013 nur ca. 50.000 Personen beschäftigt.

Die Windenergie ist nicht nur ein wichtiger Innovationsmotor für das Energieland Nordrhein-Westfalen, sondern auch Exportschlager und Schlüsseltechnologie. Fünf der weltweit führenden Getriebehersteller haben hier ihren Sitz. Jedes dritte weltweit in Windenergieanlagen eingesetzte Getriebe wird hierzulande von nordrhein-westfälischen Ingenieuren entwickelt. Vom Ausbau der Windstromerzeugung profitieren alle Wertschöpfungsstufen. Dazu zählen Produktion, Zulieferung, Projektentwicklung, Planungs- und Gutachtertätigkeit sowie die Errichtung der Anlagen.

Von der breiten energietechnologischen Kompetenz profitieren nicht zuletzt die Städte und Gemeinden. Eine neue Windenergieanlage bedeutet eine Stärkung der lokalen Wirtschaftskraft – zum Beispiel durch höhere Gewerbesteuereinnahmen. Ein Windpark mit 15 Anlagen zahlt etwa 375.000 Euro Gewerbesteuer pro Jahr – sofern die Betreibergesellschaft am Ort sitzt.

Stichwort Bürgerwindpark: Auch die finanzielle Partizipation der Bürger sollte gesichert werden. Durch die Ausschüttung der Pachtvergütung und Anteilen an Gewinnüberschüssen erhöht sich die Kaufkraft vor Ort, was wiederum der regionalen Wirtschaft zugute kommt. Zudem erhalten die Bürger eine alternative Anlagemöglichkeit für ihre Ersparnisse, die der eigenen Region und dem Umweltschutz dient.

Regionale Stromvermarktung – Strom von Bürgern für Bürger

Der Kreis Steinfurt macht es vor: Die Vermarktung des im Kreis Steinfurt durch regenerative Energien gewonnen Stroms durch die Strommarke 'Unser Landstrom' schließt die Wertschöpfungskette ab.

Denn Produktion, Vertrieb und Verbrauch des Stroms finden nun in der Region statt. Noch mehr Wertschöpfung bleibt vor Ort. Für die Kooperationspartner bietet ein solches Vermarktungsmodell ein Mehr an Sicherheit durch regionale, vertraute Partner. Zudem bedeutet die regionale Vermarktung eine Perspektive für die Zukunft.

Stromkunden können langfristig – im Vergleich zu ähnlichen überregionalen Angeboten – mit geringeren Kosten für den regionalen Strom rechnen.

Versorgungssicherheit

Deutschland muss den größten Anteil an fossilen Brennstoffen – in erster Linie Öl und Gas – aus anderen Staaten importieren.

Erneuerbare Energien, die im eigenen Land nutzbar gemacht werden, vermindern diese Abhängigkeit von immer teurer werdenden Energieimporten. Sie tragen somit zur Versorgungssicherheit bei, insbesondere dann, wenn die Öl- und Gasimporte aus politisch instabilen Ländern kommen. Die Ausbauziele der nordrhein-westfälischen Landesregierung zur Nutzung erneuerbarer Energien sind deshalb Brückenpfeiler in ein neues Energiezeitalter.

Vermeidung gesellschaftlicher Folgekosten

Unter gesellschaftlichen Folgekosten – auch externe Kosten genannt – versteht man Kosten zur Beseitigung von Klima- und Umweltschäden als Folgen der Nutzung bestimmter Energieträger.

Diese betragen bei der Windenergienutzung 0,1 Cent pro Kilowattstunde, bei Braun- und Steinkohle hingegen zwischen 6 und 8 Cent. Vergleicht man die tatsächlichen gesamtwirtschaftlichen Kosten (externe Kosten, Subventionen, Steuerbegünstigungen u.a.), wird schnell deutlich, dass Windstrom besonders günstig ist. Laut einer gemeinsamen Studie des Bundesverbandes Windenergie und Greenpeace aus dem Jahr 2012 liegen die gesamtgesellschaftlichen Kosten einer Kilowattstunde Windenergie mit 8,1 Cent weit unter denen von Steinkohlestrom (14,8 Cent), Braunkohlestrom (15,6 Cent) und Atomenergie (zwischen 16,4 und 42,2 Cent).



Technische Entwicklung

Effizienzsteigerung

Windenergieanlagen gibt es bereits seit mehr als 30 Jahren. Doch mit ihren Vorläufern sind moderne Anlagen nicht mehr vergleichbar.

Denn sie sind mit 200 Metern deutlich höher und erreichen einen viel höheren Wirkungsgrad. Konnte ein Windrad im Binnenland mit einer Leistung von zwei Megawatt (MW) vor zehn Jahren etwa 3,2 Millionen Kilowattstunden (kWh) Strom pro Jahr erzeugen und damit 800 Vier-Personen-Haushalte (bei einem angenommenen Stromverbrauch von 4.000 kWh/Jahr) mit Strom versorgen, können heutige Anlagen mit einer installierten Leistung von drei Megawatt je nach Standort in einem Jahr sechs bis zehn Millionen Kilowattstunden (kWh) für 1.500 bis 2.500 Haushalte produzieren.

Stromnetz

Windenergieanlagen werden je nach Leistung und Anzahl an das Mittelspannungs- oder Hochspannungsnetz angeschlossen. Die Betreiber von Windenergieanlagen haben Anspruch auf unverzüglichen und vorrangigen Anschluss ihrer Anlagen an das Stromnetz. Darüber hinaus besteht auch Anspruch auf Abnahme des zur Einspeisung angebotenen regenerativen Stroms sowie dessen Übertragung und Verteilung. Zu diesem Zweck ist der Übertragungsnetzbetreiber auch zur Ausweitung der Netzkapazität verpflichtet. Droht eine Überlastung der Netze, greifen die Regeln zum Einspeisemanagement, wonach einzelne Anlagen gegen Entschädigung abgeregelt werden können. Gesetzliche Grundlage dafür ist das Erneuerbare Energien Gesetz (EEG).

Nordrhein-Westfalen ist ein Lastschwerpunkt und verfügt hinsichtlich seiner Verteilnetze über eine hohe energetische Belastbarkeit. Das heißt: Je dichter das Netz ist, desto einfacher kann ein Netzanschluss erfolgen, da nur kurze Leitungsstrecken neu verlegt werden müssen und Stromabnehmer vor Ort vorhanden sind. Die regionale Erzeugung von Windstrom und der möglichst regionale Verbrauch entlasten somit die Höchstspannungsnetzplanung.

Der Ausbau des Übertragungsnetzes ist jedoch unabdingbare Voraussetzung für das Gelingen der Energiewende. Strom muss aus dem Norden an die Stellen im Süden transportiert werden, an denen die Atomkraftwerke abgeschaltet werden. Deshalb wurde bereits 2009 mit dem Energieleitungsausbaugesetz eine Liste neuer Stromtrassen beschlossen. 2013 wurde mit dem Bundesbedarfsplan die zweite Ausbauwelle beschlossen, für die überwiegend die Bundesnetzagentur die Zuständigkeit übernommen hat. Dabei wurden auch große Stromautobahnen von Nord nach Süd in Hochspannungsgleichstromtechnik beschlossen, von denen zwei Nordrhein-Westfalen durchqueren sollen. Der Bedarf aller Leitungen wird regelmäßig im Rahmen der Netzentwicklungsplanung überprüft.

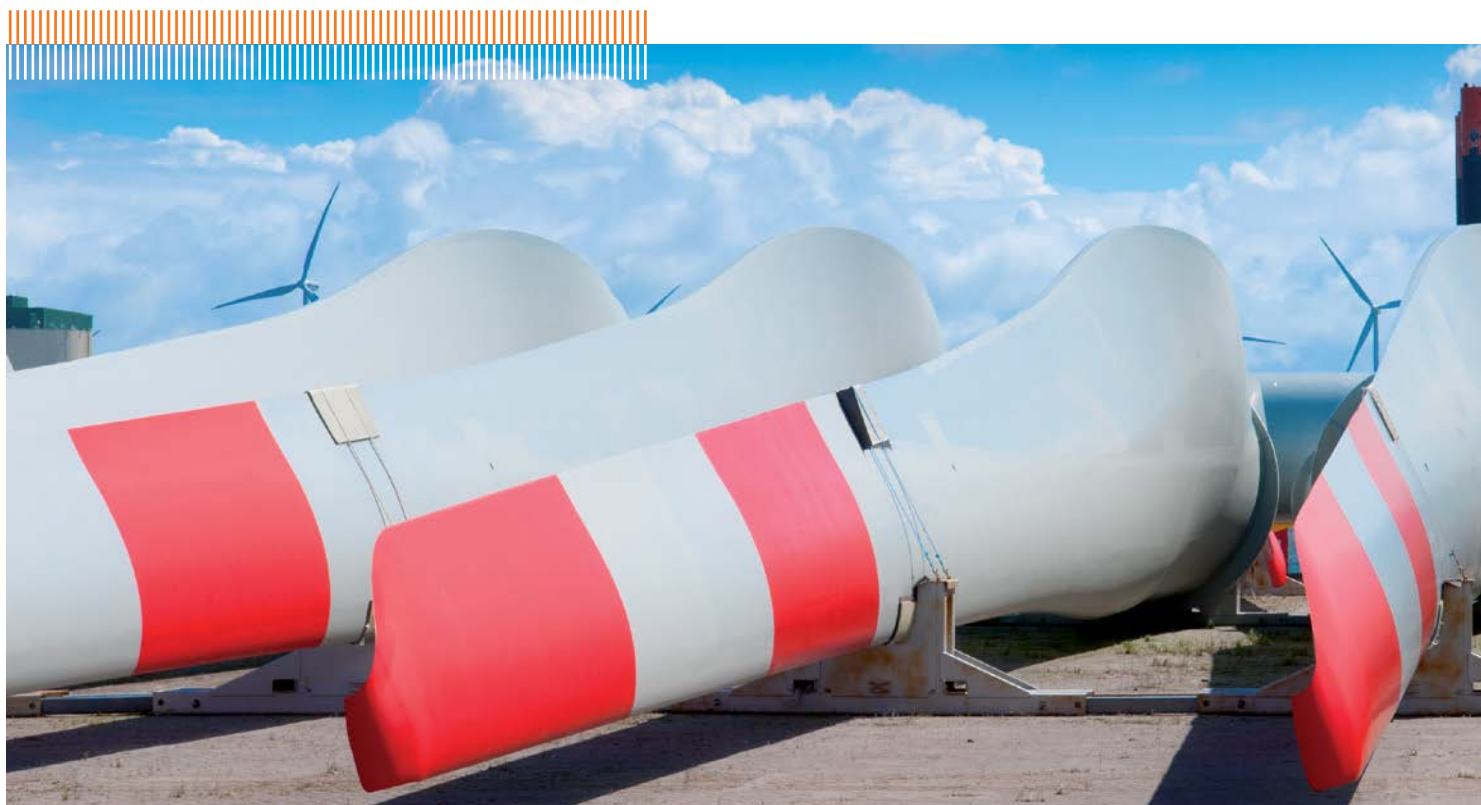
Alle Bürgerinnen und Bürger können sich daran bei Übertragungsnetzbetreibern (www.netzentwicklungsplan.de) und Bundesnetzagentur (www.netzausbau.de) beteiligen. Auch bei der Trassenkorridor-Grobplanung (Bundesfachplanung) und folgenden Feinplanung (Planfeststellungsverfahren) bestehen jeweils Beteiligungsmöglichkeiten.

Speicherung

Dezentralisierung der Stromerzeugung, Zunahme des Anteils der erneuerbaren Energien und Angebotsschwankungen führen zu einer steigenden Bedeutung der Speicherung von Strom.

Denn Stromspeicher können einmal gesammelte Energie bedarfsgerecht abgeben und so Nachfragespitzen bedienen – unabhängig davon, ob gerade Wind weht. Stromspeicher entlasten so das Stromnetz. Derzeit werden vor allem Pumpspeicher als Kurzzeitspeicher für wenige Stunden betrieben. Eine große Chance in der Stromspeicherung liegt zukünftig zudem in der Verbindung der Energiesysteme Strom, Wärme und Mobilität. Forschungsinstitute und Energiewirtschaft in Nordrhein-Westfalen haben auch dieses Thema in den Blick genommen und arbeiten an nachhaltigen Lösungen.

Die Bereiche Netzausbau und Speicherung werden künftig zudem mit virtuellen Kraftwerken zu denken sein. Darunter versteht man eine Zusammenschaltung von dezentralen Stromerzeugungsanlagen. Diese Lösungen sind innovativ und machbar.



Repowering – Weniger ist mehr!

Mehr Leistung

Der Stand der Technik im Bereich der Windenergienutzung entwickelt sich rasant weiter. Eine moderne Windenergieanlage kann pro Stunde 3.000 Kilowatt Strom produzieren – mehr als ein durchschnittlicher Zwei-Personen-Haushalt im Jahr verbraucht!

Mehr Vorteile

Werden alte, kleine und leistungsschwächere Anlagen durch neue, höhere und leistungsstärkere Windenergieanlagen ersetzt, spricht man von Repowering.

Weil höhere Anlagen größere Abstände untereinander benötigen und generell viel mehr Strom erzeugen können, führt ein Repowering meistens auch zur Reduzierung der Anlagenzahl – der Windpark wird neu geordnet. Trotzdem können die neuen Anlagen insgesamt deutlich mehr Strom produzieren und leisten damit einen wichtigen Beitrag zum Klimaschutz und zu einer sicheren und nachhaltigen Stromversorgung. Für die Gemeinden bedeutet ein höherer Stromertrag in aller Regel auch Mehreinnahmen durch Gewerbesteuern.

Daneben haben moderne Windenergieanlagen noch eine Reihe weiterer Vorteile: Sie sind optimiert in Bezug auf Schallemissionen, Lichtreflexe und Befuerung. Auch eine niedrigere Rotordrehzahl trägt zu einer geringeren Beeinträchtigung für Anwohner bei, weil die Anlagen im Landschaftsbild ruhiger wirken.

Nordrhein-Westfalen gehört zu den Pionierländern der Windenergie. Deshalb stehen zwischen Rhein und Weser viele kleinere Anlagen mit einer technischen Ausstattung, die nicht mehr dem neuesten Stand entspricht. Um den Repowering-Prozess zu begleiten, hat die nordrhein-westfälische Landesregierung eine Repowering-Initiative gestartet. Das Internationale Wirtschaftsforum Regenerative Energien (IWR) aus Münster hat eine Studie zur Erhebung der Repowering-Potenziale durchgeführt, um die Herausforderungen und Chancen für die Kommunen mit Daten belegen zu können. Die Studie ist unter www.windkraft.nrw.de abrufbar.

Und zum Schluss ...

Warum steigt der Strompreis?

Der Strompreis steigt seit zehn Jahren. Die umlagefinanzierte Energiewende ist dabei nur für die Hälfte der Preissteigerungen verantwortlich.

Der Rest ist nach Untersuchungen des Öko-Institut e.V. aus Freiburg durch steigende Preise fossiler Brennstoffe und die Entlastung großer Stromverbraucher begründet. Vergleicht man einmal, was die beiden Kostenblöcke der Gesellschaft gebracht haben, wird die Debatte um steigende Strompreise ins rechte Licht gerückt: Einerseits stehen dort Entlastungen einzelner industrieller Verbraucher, die aufgrund von Technisierung immer weniger Arbeitsplätze bereitstellen sowie steigende Abhängigkeiten von Importländern der immer teureren fossilen Energieträger.

Auf der anderen Seite stehen viele neue Arbeitsplätze im Mittelstand und vor Ort, ein hohes Know-how rund um Technik und Planung sowie eine Vielzahl von neuen Erneuerbare-Energie-Anlagen, die zudem zum Teil in Bürgerhand sind.

Was klingt für Sie nach einem guten Grund für einen höheren Strompreis?

Im Jahr 2013 betrug der durchschnittliche Strompreis für Privathaushalte ca. 28,7 Cent pro Kilowattstunde. Die Zusammensetzung des Strompreises ist in der Abbildung dargestellt. Wie zu erkennen, macht die EEG-Umlage nur einen Teil von weniger als einem Viertel des gesamten Strompreises aus. Innerhalb der Kosten für erneuerbare Erzeugung ist die Windstromerzeugung an Land die Günstigste. Auf die Förderung der 'Windenergie an Land' entfallen nach Angaben des Bundesverbandes Windenergie sogar nur unter 1% der Kosten.

Von 2012 auf 2013 wurde die EEG-Umlage erhöht. Der weitere Ausbau der erneuerbaren Energien ist allerdings nur für 11% dieser Erhöhung verantwortlich. Kostenprivileg: Besonders energieintensive Betriebe sind von der Zahlung der Umlage befreit, weshalb die anderen Verbraucher diese Kosten mittragen müssen. Auch bei Netzentgelten, der Konzessionsabgabe und der Stromsteuer wird die Industrie vom Staat entlastet. Müssten alle Strombezieher in Deutschland die Kosten gleichermaßen tragen, dann ergäbe sich rechnerisch nur eine EEG-Umlage von ca. 1 Cent.

Der Umlagemechanismus im Erneuerbare-Energien-Gesetz bedeutet, dass der Rückgang des Börsenstrompreises, verursacht durch die zunehmende Einspeisung von Energie

aus erneuerbaren Quellen, die Differenz zu den Einspeisevergütungen erhöht und damit automatisch eine höhere Umlage berechnet wird: je niedriger der Strompreis, desto höher daher die EEG-Umlage.

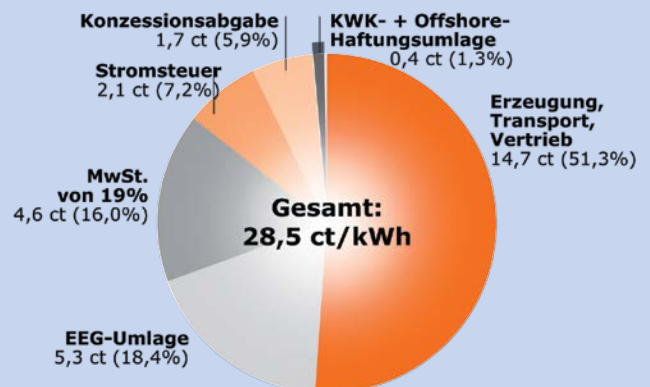
Auch Inhalte des vorherigen Abschnitts darf man nicht vergessen, wenn es um Strompreise geht. Denn Strom war zwar früher günstiger, aber der Preis hat nie die Wahrheit gesagt. Die Folgekosten für die Stromerzeugung zahlte jeder von uns monetär als Subventionen über seine Steuern, sowie indirekt über Umwelt- und Gesundheitsrisiken mit.

Es stimmt, dass der Strompreis gestiegen ist und die Energiewende als Aufbau einer neuen Energieerzeugung und Energieinfrastruktur auch Geld kostet und einen Teil dazu beigetragen hat. Zudem machen Steuern und Abgaben fast 50% des Strompreises aus.

Die Energiewende gibt es nicht zum Nulltarif. Es werden notwendige Investitionen in die Energiesysteme der Zukunft getätigt, die sich für die Gesellschaft langfristig rentieren werden. Steigende Strompreise führen außerdem zu einem bewussteren Umgang mit Strom und regen zum Stromsparen an. Und das ist absolut notwendig, soll die Energiewende gelingen.

Tipps zum Stromsparen bekommen Sie zum Beispiel bei der Verbraucherzentrale NRW, dem Bundesumweltministerium und der EnergieAgentur.NRW.

Zusammensetzung Haushaltsstrompreis 2013



Quelle: BDEW (2012): Strompreisanalyse Oktober 2012 und Agentur für Erneuerbare Energien e.V. (2013): Grafik-Dossier: Strompreis 2013

Und zum Weiterlesen ...

Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft,
Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-
Westfalen (MKULNV): Windenergieerlass

www.umwelt.nrw.de

Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz
des Landes Nordrhein-Westfalen (LANUV): Leitfaden
Umsetzung des Arten- und Habitatschutzes bei der
Planung und Genehmigung von Windenergieanlagen in
Nordrhein-Westfalen

www.lanuv.nrw.de

Bundesnetzagentur: Ausbau der Stromnetze

www.bundesnetzagentur.de

www.netzausbau.de

www.netzentwicklungsplan.de

LANUV-Fachbericht 40: Potenzialstudie Erneuerbare
Energien NRW. Teil 1 – Windenergie

www.energieatlasnrw.de

Deutscher Städte- und Gemeindebund: Kommunale
Handlungsmöglichkeiten beim Ausbau der Windenergie –
unter besonderer Berücksichtigung des Repowering

www.dstgb.de

Internationales Wirtschaftsforum Regenerative Energien
(IWR): Repowering in NRW 2012 – Stand und Perspektiven

www.windkraft.nrw.de

Servicestelle Windenergie des Kreises Steinfurt

www.agenda21.kreis-steinfurt.de/servicestellewindenergie

Netzwerk Windkraft

www.windkraft.nrw.de

EnergieDialog.NRW

www.energedialog.nrw.de

Mit freundlicher Unterstützung von



Impressum

EnergieAgentur.NRW
Roßstraße 92
40476 Düsseldorf

Telefon: 0211/8371930
post@energieagentur.nrw.de
www.energieagentur.nrw.de

©EnergieAgentur.NRW/EA292
Stand 04/2014

Informationen zum Thema

EnergieAgentur.NRW
Anja Aster
Kasinostraße 19-21
42103 Wuppertal
aster@energieagentur.nrw.de

Gestaltung

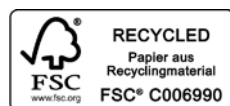
www.liniezwei.de

Bildnachweis

Titel: Mark Mühlhaus

Inhalt:

S. 4: Klimaschutzagentur Region Hannover;
S. 5: W. Birke;
S. 3, 10, 14, 17: Shutterstock / chungking /
BESTWEB / prochasson frederic / pwrmc;
S. 6, 7, 8, 9, 13, 15: fotolia / DOC RABE Media /
2mmedia / sakura / Beboy / Brian Jackson /
Gina Sanders



EUROPÄISCHE UNION
Investition in unsere Zukunft
Europäischer Fonds
für regionale Entwicklung

