



FAQ-Windenergie

Antworten zu Fragen rund um die Windenergie

INHALT

1 ALLGEMEINE RAHMENBEDINGUNGEN UND TECHNISCHE GRUNDLAGEN

4

1.1	Welchen Anteil leistet die Windenergie derzeit an der Energieversorgung und ist es möglich, den Energiebedarf vollständig durch (Dachflächen)Photovoltaik zu decken?	4
1.2	Wie wirkt sich der Ausbau der erneuerbaren Energien auf den Strompreis aus?	5
1.3	Macht es Sinn die Windenergie weiter auszubauen, wenn es kaum Speichermöglichkeiten gibt?	6
1.4	Können die erneuerbaren Energien eine ausreichende Versorgungssicherheit gewährleisten? Was bedeutet in diesem Zusammenhang Volatilität der Stromerzeugung?	6 8
1.5	Warum werden die Windenergieanlagen immer größer?	7
1.6	Warum stehen die Windenergieanlagen manchmal still?	8
1.7	Wie lang ist die Nutzungsdauer von Windenergieanlagen?	9
1.8	Was ist unter Repowering zu verstehen?	9
1.9	Wann werden Windenergieanlagen zurückgebaut und ist ein Recycling möglich?	9
1.10	Wie ist die Ökobilanz von Windenergieanlagen?	10

2 PLANUNGSRECHT UND GENEHMIGUNGSVERFAHREN

10

2.1	Wie werden die Standorte für Windenergieanlagen festgelegt?	10
2.2	Dürfen in Sachsen Windenergieanlagen im Wald errichtet werden?	12
2.3	Warum werden bei einem geplanten Windenergieprojekt zuerst die Grundstückseigentümer angesprochen?	13
2.4	Wer genehmigt die Errichtung von Windenergieanlagen und wie läuft das Genehmigungsverfahren ab?	13
2.5	Welche Möglichkeiten hat die Kommune um die Planung zu steuern?	14
2.6	Werden die Kommune und die Bürger im Genehmigungsverfahren beteiligt?	14
2.7	Wie wird sichergestellt, dass die Windenergieanlagen auch wieder zurückgebaut werden?	15
2.8	Wie viel Fläche nimmt eine moderne Windenergieanlage in Anspruch? Werden dafür entsprechende Kompensationsmaßnahmen vorgegeben?	15 17



3 POTENZIELLE BEEINTRÄCHTIGUNGEN

17

3.1	Wie werden Anwohnende sowie Natur und Umwelt vor potenziellen Beeinträchtigungen geschützt?	17
3.2	Gibt es pauschale Abstandswerte für Windenergieanlagen zur Wohnbebauung?	18
3.3	Wie sicher sind die Windenergieanlagen?	18
3.4	Können brennende Windenergieanlagen krebserregend sein?	19
3.5	Besteht eine Gefahr durch Eiswurf von Windenergieanlagen?	20
3.6	Gibt es Grenzwerte für Schallimmissionen?	21
3.7	Sind Windenergieanlagen Infraschallquellen und ist dieser gefährlich?	21
3.8	Gibt es Grenzwerte für den Schattenwurf der Windenergieanlagen?	22
3.9	Was ist unter dem Diskoeffekt zu verstehen?	23
3.10	Warum blinken die Windenergieanlagen in der Nacht?	23
3.11	Haben Windenergieanlagen einen Einfluss auf die Grundstücks- und Immobilienpreise in der Umgebung?	23
3.12	Haben Windenergieanlagen einen Einfluss auf den lokalen Tourismus?	24
3.13	Welchen Einfluss haben Windenergieanlagen auf...	25
3.13.1	Vögel?	25
3.13.2	Fledermäuse?	26
3.13.3	Insekten?	26
3.14	Können Windenergieanlagen das (Mikro)Klima beeinflussen?	27
3.15	Wird der Einfluss von Windenergieanlagen auf das Landschaftsbild bei der Planung berücksichtigt?	27



4 TEILHABEMÖGLICHKEITEN

28

4.1	Gibt es Möglichkeiten zur finanziellen Teilhabe der Kommune?	28
4.2	Gibt es Möglichkeiten zur finanziellen Teilhabe der Bürger?	29

1 ALLGEMEINE RAHMENBEDINGUNGEN UND TECHNISCHE GRUNDLAGEN

1.1 Welchen Anteil leistet die Windenergie derzeit an der Energieversorgung und ist es möglich, den Energiebedarf vollständig durch (Dachflächen)-Photovoltaik zu decken?

- Windenergie erzeugte im Jahr 2023 142,1 TWh elektrische Energie. Das waren über 27 % des Bruttostromverbrauchs.
- Den Energiebedarf nur mit Photovoltaik zu decken wäre theoretisch möglich, aber sehr teuer.

Im Jahr 2023 wurden 51,8 % des Bruttostromverbrauchs und 22 % des deutschen Endenergieverbrauchs aus erneuerbaren Energien gedeckt. Bei der Stromerzeugung leistet die Windenergie den größten Anteil aus diesem Bereich. So wurden 2023 insgesamt (onshore und offshore) 142,1 TWh aus dieser Energiequelle erzeugt. Damit bildet die Windenergie derzeit das Rückgrat der Energiewende im Strombereich.

Natürlich gibt es auch andere erneuerbare Energieträger, die ihren Anteil zur Energieversorgung leisten. Jedoch ist deren Potenzial häufig begrenzt. Bei der Wasserkraft werden derzeit ca. 80 % des in Deutschland nutzbaren Potenzials verwendet. Zugewinne sind größtenteils nur über die Modernisierung bestehender Wasserkraftwerke möglich. Die Bioenergie ist die derzeit wichtigste erneuerbare Energiequelle im Wärmebereich, doch sind auch deren Potenziale eingeschränkt. Die energetische Verwertung von Biomasse aus Rest und Abfallstoffen ist logisch und sinnvoll, aber die bewusste Kultivierung von Energiepflanzen steht in direkter Konkurrenz zur Nahrungsmittel- und Futterproduktion. Im Vergleich mit den anderen erneuerbaren Energien, schneidet die Bioenergie mit Abstand am schlechtesten bei der Flächeneffizienz ab.

Tiefengeothermie ist in Deutschland nur unter großem Aufwand für die Energieerzeugung nutzbar. Dementsprechend sind die wirtschaftlich nutzbaren Potenziale sehr begrenzt. Die Solarthermie stellt zwar ebenfalls eine Möglichkeit dar, im Vergleich zu Photovoltaik ist sie jedoch wesentlich unflexibler, da nur Wärme erzeugt werden kann. Außerdem fehlt es in vielen Städten an Fernwärmenetzen.

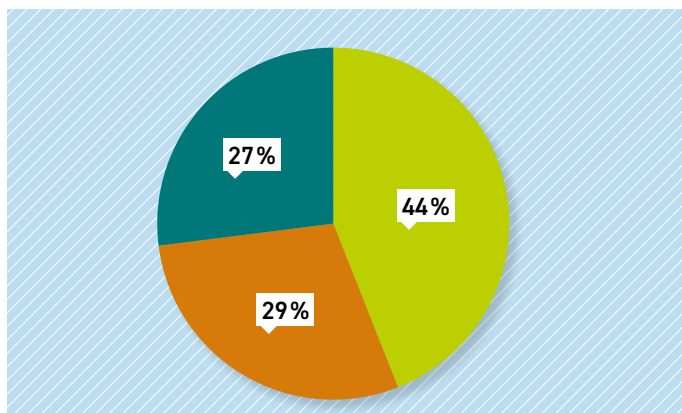
Bleiben noch die Windenergie und Photovoltaik (PV). Insbesondere PV-Dachanlagen genießen eine hohe Akzeptanz in der Bevölkerung. Jedoch reichen die Dachflächen, selbst wenn alle genutzt werden würden, nicht aus, um den Strombedarf vollständig zu decken. Unter Einbeziehung von PV-Freiflächenanlagen wäre dies zwar bilanziell möglich, das Problem liegt jedoch darin, dass die PV-Anlagen nicht über das ganze Jahr hinweg ausreichend Strom erzeugen können. Insbesondere in den Wintermonaten (und in der Nacht) sind die Erträge gering. Dementsprechend wären sehr große und teure Speicher notwendig, wenn auf die Windenergie verzichtet würde. Windenergie und Photovoltaik ergänzen sich bei den Erzeugungszeiten gut, sodass ein kontinuierlicher Ausbau beider für die erfolgreiche Umsetzung der Energiewende notwendig ist.



1.2 Wirkt sich der Ausbau der erneuerbaren Energien auf den Strompreis aus?

- Ja. Allerdings sowohl senkend, da sie sehr günstig elektrische Energie erzeugen, als auch steigernd, in der Vergangenheit vor allem in Form der EEG-Umlage.

Zusammensetzung des deutschen Strompreises 2024



- Netzentgelte
- Steuern und Abgaben
- Strombeschaffung

Datenquelle: <https://strom-report.com/strompreis-zusammensetzung/>

Deutschland zählt weltweit zu den Ländern mit den höchsten Strompreisen. Der durchschnittliche Strompreis eines 3-Personen Haushaltes mit einem jährlichen Verbrauch von 3.500 kWh lag im Jahr 2023 bei 46,90 ct/kWh. Im Jahr 2024 machte die Stromerzeugung einen Anteil von 44 % aus. Ein Großteil der Kosten entfällt auf Steuern und Abgaben. Diese Posten machen 29 % des Strompreises aus. Weitere 27 % entfallen auf die Nutzung der Stromnetze des Netzbetreibers.

Der Strompreis an der Börse (Stromerzeugung) wird über die sogenannte MeritOrder bestimmt. Diese legt die Einsatzreihenfolge verschiedener Kraftwerke fest. Relevant sind dabei vor allem die Grenzkosten, also die Kosten, die für die Produktion einer zusätzlichen MWh anfallen. Die Fixkosten werden nicht berücksichtigt. Die Grenzkosten der erneuerbaren Energien liegen nahe Null. Demnach werden sie zuerst eingespeist und erst nachfolgend werden mehr und mehr konventionelle Kraftwerke hinzugezogen. Der Börsenstrompreis ergibt sich aus den Grenzkosten, die das letzte zugezogene Kraftwerk zur Stromproduktion benötigt. Weil die erneuerbaren Energien teurere Kraftwerke aus der Merit-Order drängen, sinkt der Börsenstrompreis.

Einen nicht unerheblichen Anteil an den vergleichsweise hohen Haushaltspreis tragen mit rund 27 % die Netzentgelte. Lange mussten Verbraucher im Norden Deutschlands höhere Netzentgelte bezahlen, da dort wegen des Zubaus an Windenergie das Netz ausgebaut werden musste. Davon profitierte vor allem der Süden Deutschlands. Seit 2023 ist diese unfaire Regelung auf der Ebene der Übertragungsnetzbetreiber angeglichen.

1.3 Macht es Sinn die Windenergie weiter auszubauen, wenn es kaum Speichermöglichkeiten gibt?

- Ja. Es ist aktuell günstiger mehr Windenergieleistung zu installieren, welche zu Spitzenerzeugungszeiten ggf. abgeregelt wird, als wesentlich teurere Speicher zu bauen. In Zukunft sind Speicher als flexible Erzeuger im Energiesystem wichtig.

Grundlegend ist es richtig, dass Speichermöglichkeiten für ein auf erneuerbare Energien basierendes Stromnetz der Zukunft benötigt werden. In Regionen wie Schleswig-Holstein, in denen es häufig Netzengpässe gibt, gibt es bereits große Batteriespeicher, um kurzfristige Schwankungen auszugleichen. Technische Weiterentwicklungen und regulatorische Anpassungen sind notwendig, um den Ausbau der Speicherinfrastruktur weiter voranzubringen. Neben Installation von Großbatteriespeichern fällt der größte Anteil bisher gemeldeter Batteriespeicher auf Heimspeicher. Hier haben sich seit 2021 die Anzahl, Kapazität und Leistung innerhalb von zwei Jahren verdreifacht.

Im Jahr 2023 wurden etwa 10.479 GWh Strom aus erneuerbaren Energien abgeregelt. In Bezug auf die Gesamtstromerzeugung (449,8 TWh) beträgt das etwa 2,3 %. Um strombedingte Netzengpässe zu reduzieren, wurde eine Reform des EnWG beschlossen. Durch den Einsatz von steuerbaren Lasten wie Batteriespeichern, Großwärmepumpen oder Elektrolyseuren können Strommengen, die sonst abgeregelt werden würden, im Norden Deutschlands genutzt werden.

1.4 Können die erneuerbaren Energien eine ausreichende Versorgungssicherheit gewährleisten? Was bedeutet in diesem Zusammenhang Volatilität der Stromerzeugung?

- Ja. allerdings ist die Anpassung der aktuellen Infrastrukturen notwendig.
- Mit „Volatilität der Stromerzeugung“ ist die wetterabhängige Stromerzeugung der erneuerbaren Energien gemeint.

Das Stromnetz in Deutschland ist aktuell auf eine zentrale und regelbare Energieproduktion durch einige, große Kraftwerke ausgelegt. Da Strom aus erneuerbaren Energien jedoch wesentlich dezentraler und unregelmäßiger gewonnen wird, sind in diesem Bereich Anpassungen notwendig. Immer öfter wird in Frage gestellt, ob die Versorgungssicherheit bei einem zunehmenden Anteil erneuerbaren Energien im Energiemix gewährleistet werden kann. Hierbei wird u.a. auch an die „Volatilität der erneuerbaren Energien“ gedacht. Gemeint ist die wetter-

RUND

250 m

BETRÄGT DIE SPITZENHÖHE EINER
MODERNEN WINDENERGIEANLAGE

abhängige Stromproduktion durch erneuerbaren Energien. Dies steht konträr zur klassischen, bedarfsorientierten Stromerzeugung. Mit zunehmenden Anteil an erneuerbaren Energiequellen im Strommix wird daher auch die Volatilität steigen. Um trotzdem eine stabile Stromverfügbarkeit zu gewährleisten, wird nach wie vor ein Anteil an disponibler Leistung (Leistung, die zur Verfügung steht, wenn der Bedarf dafür vorhanden ist) notwendig sein. Die disponible Leistung kann mittels drei Varianten zur Verfügung gestellt werden: 1) über konventionelle Stromerzeugung durch fossile Brennstoffe, 2) Unterstützung durch Speichermedien und 3) disponible erneuerbare Energien (Biomasse, Biogas und grüne Gase). Für die Energiewende sind, auf lange Sicht, insbesondere die beiden letztgenannten Möglichkeiten am relevantesten. Aktuelle Studien, wie zum Beispiel vom Fraunhofer Institut für Solare Energiesystem ISE und vom DIW Berlin, haben durch Simulationen nachgewiesen, dass es möglich ist, die Energieversorgung zu 100 % auf erneuerbare Energien umzustellen. Hierfür sind insbesondere ein koordinierter Ausbau und die intelligente Vernetzung von Erzeugern, Infrastruktur und Speichern sowie wenn möglich die stärkere Ausrichtung des Verbrauchs an der Erzeugung notwendig. Auch die Einbindung in das europäische Stromnetz muss weiter verbessert werden.

1.5 Warum werden die Windenergieanlagen immer größer?

- **In größeren Höhen weht der Wind gleichmäßiger und mit einer höheren Windgeschwindigkeit. Außerdem werden die knappen Flächen so besser ausgenutzt.**

In den letzten Jahren sind die am Markt angebotenen und errichteten Anlagen immer größer geworden. Dies hat im Wesentlichen folgende Gründe:

- In größeren Höhen weht der Wind stetiger und mit einer höheren Windgeschwindigkeit. Je höher die Anlage ist, desto mehr Strom kann dementsprechend produziert werden. Auf den Energieertrag der Anlage wirkt sich dabei ein größerer Rotordurchmesser noch vorteilhafter aus als eine größere Nabenhöhe.
- WEA ab einer Leistung von 1 MW müssen an der Ausschreibung der Bundesnetzagentur teilnehmen, um die Marktprämie zu erhalten. Zuschläge erhalten nur die Anlagen, die den Strom zu möglichst günstigen Konditionen anbieten können. Dementsprechend wird es zunehmend schwieriger, mit kleineren und leistungsschwächeren Anlagen einen Zuschlag zu erhalten.
- Die Flächen auf denen WEA errichtet werden können, sind stark limitiert. Dementsprechend bietet es sich an, die wenigen vorhandenen Flächen möglichst optimal auszunutzen. Dies ist nur mit größeren und leistungsstärkeren Anlagen möglich.

Eine weitere Konsequenz der gestiegenen Anlagengröße ist auch ein größer notwendiger Mindestabstand zwischen den WEA. Je größer der Rotor der WEA ist, desto größer müssen auf Grund der Luftverwirbelungen auch die Abstände zwischen den Anlagen sein. Die Faustformel für den Abstand besagt: 5-facher Rotordurchmesser in Hauptwindrichtung und 3-facher Rotordurchmesser in Nebenwindrichtung.

1.6 Warum stehen die Windenergieanlagen manchmal still?

- **Verschiedene Gründe können eine Rolle spielen: Artenschutz, Reduzierung der Zeiten von beweglichem Schattenwurf, Eisbildung an den Rotoren, Wartungsarbeiten, Windgeschwindigkeit, Windpark und Netzmanagement.**

Teilweise stehen die WEA, trotz ausreichendem Windangebot, still. Ursächlich dafür können verschiedene Gründe sein:

> Artenschutzrechtliche Gründe

Im Genehmigungsverfahren werden artenschutzrechtlichen Aspekte geprüft. Häufig wird eine Genehmigung nur unter bestimmten Auflagen erteilt, die etwa eine Abschaltung der Anlage zu bestimmten Zeiten vorsieht. So etwa während Mahd- oder Feldumbruchsarbeiten, da kollisionsgefährdete Vogelarten von diesen Ereignissen angezogen werden. Auch zu Zeiten einer hohen Aktivität der Fledermäuse kann dies der Fall sein.

> Überschreitung des zulässigen Schattenwurfs

Die Belastung der verschiedenen Immissionsorte mit dem beweglichen Schattenwurf der Anlage ist zeitlich reglementiert. Kommt es zu einer Überschreitung der zumutbaren Zeiten, wird die Anlage durch die integrierte Abschaltautomatik abgeschaltet.

> Eiswurf und Eisfall

Unter bestimmten Witterungsbedingungen kann es zu einer Eisbildung an den Rotorblättern kommen. In dieser Situation können Eisstücke von einem sich drehenden Rotorblatt abgeworfen werden (Eiswurf)

oder von stehenden Rotorblättern herunterfallen (Eisfall). Um einen Abwurf des Eises zu verhindern, sind die WEA mit einem Eiserkennungssystem ausgestattet, welches die WEA abschaltet.

> Wartungsarbeiten

Von Zeit zu Zeit sind Wartungsarbeiten an der WEA notwendig. Aus Sicherheitsgründen wird in diesen Zeiträumen die Anlage abgeschaltet.

> Windgeschwindigkeit

In Abhängigkeit vom Anlagentyp, wird eine gewisse Anlaufwindgeschwindigkeit benötigt, um Energie zu erzeugen. Ist die Windgeschwindigkeit zu gering, trudelt der Rotor nur leicht im Wind. Ist die Windgeschwindigkeit auf der anderen Seite zu hoch, werden die Rotorblätter aus dem Wind gedreht, um Schäden an der Anlage zu vermeiden.

> Windparkmanagement

Häufig stehen mehrere Anlagen in einem Windpark. Die Anlagen beeinflussen sich dabei gegenseitig, da der Wind im Nachlauf zu einer vorgelagerten WEA schwächer und turbulenter ist. Um zu vermeiden, dass die Anlagen sich gegenseitig stören, kann bei bestimmten Windrichtungen die Abschaltung einzelner Anlagen erfolgen.

> Netzmanagement

Um die Netzstabilität zu gewährleisten und eine Netzüberlastung zu verhindern, müssen WEA teilweise abgeschaltet werden. Vorher wird jedoch versucht, über parallel verlaufende Netze zu überbrücken oder fossile Kraftwerke zu drosseln bzw. abzuschalten. Erst wenn dies nicht möglich bzw. ausreichend ist, werden EE-Anlagen abgeschaltet.

1.7 Wie lang ist die Nutzungsdauer von Windenergieanlagen?

- In der Regel werden die Anlagen mindestens 20 Jahre betrieben.

Im allgemeinen Verständnis wird die Lebensdauer von Windenergieanlagen mit 20 Jahren angegeben. Diese Zeitangabe ist, Stand heute, auf die Vergütung durch das Erneuerbare-Energien-Gesetzes (EEG) bezogen. Für diesen Zeitraum erhält der Anlagenbetreiber für den erzeugten Strom eine festgelegte Einspeisevergütung. Hinzu kommt, dass es sich nach rund 20 Jahren empfiehlt die Anlagen einem großen Technikcheck zu unterziehen. Dies ist oftmals mit einem erheblichen Kostenaufwand verbunden, weshalb viele Betreiber an diesem Punkt wirtschaftlich abwägen müssen. Steht die Fläche auf der die Anlage errichtet wurde auch perspektivisch für die Windenergienutzung zur Verfügung, bietet sich außerdem ein Repowering an. Aus rein technischer Sicht betrachtet ist ein Weiterbetrieb nach 20 Jahren jedoch in der Regel durchaus möglich.

1.8 Was ist unter Repowering zu verstehen?

- Ersatz alter Anlagen durch neuere.

Repowering bedeutet so viel wie Kraftwerkserneuerung. Die Anlagen in bereits bestehenden Windfeldern werden nach und nach durch größere und leistungsfähigere Anlagen ersetzt. Dies ist häufig nach rund 20 Jahren der Fall, da einerseits die EEG-Förderung auf diese Laufzeit begrenzt ist und häufig der finanzielle Aufwand zum Weiterbetrieb der Anlage zu hoch wird.

Das Repowering von WEA hat in den meisten Fällen eine deutliche Reduzierung der Anlagenzahl und eine Erhöhung der installierten Nennleistung und des Ertrags zur Folge. Während vor 20 Jahren Anlagen mit einer Nennleistung um 1 MW erbaut wurden, werden heute bereits Anlagen mit einer Nennleistung um 6 MW errichtet.

1.9 Wann werden Windenergieanlagen zurückgebaut und ist ein Recycling möglich?

- Ein Rückbau erfolgt oft nach 20 Jahren, wenn die Förderung ausgelaufen ist.
- Derzeit können etwa 80 bis 90 % einer Windenergieanlage recycelt werden.

Vom Deutschen Institut für Normung wurde im Jahr 2020 die „DIN SPEC 4866 Nachhaltiger Rückbau, Demontage, Recycling und Verwertung von Windenergieanlagen“ veröffentlicht. Diese wurde von verschiedenen Experten entwickelt und soll sich zum Branchenstandard etablieren. Der Rückbau erfolgt in der umgekehrten Reihenfolge zum Aufbau. Zuerst wird die Anlage vom Netz getrennt und trockengelegt, dann werden die Rotorblätter sowie die Nabe und anschließend das Maschinenhaus sowie der Turm demontiert. Abschließend werden die Fundamente und ggf. die Zuwegungen entfernt. Nach Gesetzeslage und den Windenergieerlassen der Länder wird keine Unterscheidung getroffen zwischen Flach- und Pfahlgründungen, sodass letztere grundsätzlich ebenfalls komplett zurückgebaut werden müssen. Unter dem Gesichtspunkt des Bodenschutzes ist dies allerdings nicht immer sinnvoll, da mit der vollständigen Beseitigung ein erheblicher Eingriff in die Bodenstruktur verbunden sein kann. Hier wird von den Gerichten und der Exekutive unterschiedlich beurteilt, ob nicht ein Verbleib der unteren Fundamentsegmente im Boden erfolgen kann.

Nach dem Abbau bleiben Kranstellflächen, Wege und Kabeltrassen übrig. Können diese nicht für Repoweringprojekte genutzt werden, sind sie ebenfalls rückstandsfrei zurückzubauen. Die weitere Verwendung der Anlagenbestandteile hängt im Wesentlichen von deren technischem Zustand ab. Ist eine weitere Nutzung der Anlage oder bestimmter Bestandteile möglich, dann werden diese nach der Demontage, ggf. überholt und anschließend weiterverkauft. Abnehmer für die gebrauchten Anlagen finden sich vor allem im Ausland wie etwa in Süd- und Osteuropa, Russland und Nordafrika. Ist eine weitere Verwendung nicht möglich, müssen die einzelnen Bestandteile verwertet werden. Die Recyclingquote von WEA liegt derzeit bei rund 80 bis 90 %.

Den anspruchsvollsten Bestandteil stellen die aus Faserverbundwerkstoffen bestehenden Rotorblätter dar. Eine thermische Verwertung ist auf Grund der Bestandteile nur in spezialisierten Betrieben möglich. Mittlerweile kann die dabei entstehende Asche in der Zementindustrie als Ersatz für andere Rohstoffe eingesetzt werden. Da zunehmend Altanlagen aus EEG-Förderung fallen, gewinnt das Thema Rückbau und Recycling immer mehr an Bedeutung. Weiterhin wird daran gearbeitet, die Rotorblätter künftig so zu bauen, dass ein Recycling der verwendeten Rohstoffe nach Ablauf der Nutzungszeit einfacher möglich wird. Im März 2023 wurden in einem Offshore-Windpark bei Helgoland erstmalig Turbinen mit vollständig wiederverwertbaren Rotorblättern in Betrieb genommen. Durch den Einsatz eines neuartigen Harzes mit einer speziellen chemischen Struktur können die für die Rotoren verwendeten Materialien später wieder voneinander getrennt werden.

1.10 Wie ist die Ökobilanz von Windenergieanlagen?

- **WEA verursachen etwa 7,9 bis 10,6 g CO₂-Äq./kWh.**
- **Die energetische Amortisationszeit einer WEA liegt bei 2,5 bis 3,2 Monaten.**

WEA gelten gemeinhin als „grüne Technologie“. Zur Realität gehört jedoch auch, dass für Herstellung, Transport, Betrieb, Rückbau und Entsorgung der Anlage Rohstoffe benötigt werden und Energie aufgewendet werden muss. Um die Umweltverträglichkeit eines Produktes zu ermitteln, ist es daher notwendig alle Input- und Outputflüsse sowie potenzielle Umweltwirkungen über den gesamten Lebenszyklus zusammenzustellen und zu beurteilen. Die dahinterstehende Methodik wird als Ökobilanzierung bezeichnet und ist in der DIN EN ISO 14040/44 standardisiert.

Die deutlich größten Umweltwirkungen bei Onshore-WEA werden während der Herstellung der Anlage verursacht, gefolgt von der Herstellung der Kabel, dem Umspannwerk, der Logistik, der Installation und der Nutzung und Wartung der Anlage. Da ein Großteil der Anlagenbestandteile recycelt werden kann, erfolgt für den Rückbau und die Verwertung der Anlagenbestandteile eine Gutschrift am Ende des Lebenszyklus.

Aus den Daten lässt sich das Treibhauspotenzial für die Erzeugung einer Kilowattstunde Strom ermitteln. An einem durchschnittlichen Schwachwindstandort liegt dieses bei 10,6 g CO₂-Äq./kWh und an einem durchschnittlichen Starkwindstandort bei 7,9 g CO₂-Äq./kWh. Zum Vergleich: das Treibhauspotenzial der Braunkohle liegt bei 1.054 g CO₂-Äq./kWh und das von Erdgas bei 433 g CO₂-Äq./kWh.

Weiterhin kann aus den Daten die durchschnittliche energetische Amortisationszeit bestimmt werden. Also die Betriebszeit der Anlage die benötigt wird, um die zuvor eingesetzte Energie auszugleichen. In Deutschland liegt diese bei Schwachwindanlagen bei 3,2 Monaten und bei Starkwindanlagen bei 2,5 Monaten.

2 PLANUNGSRECHT UND GENEHMIGUNGSVERFAHREN

2.1 Wie werden die Standorte für Windenergieanlagen festgelegt?

- In Sachsen werden die (potenziellen) Standorte von WEA durch Regionalpläne festgelegt. Diese Pläne werden von den regionalen Planungsverbänden beispielsweise unter Berücksichtigung von Siedlungs- und Naturschutzgebieten erstellt. Sobald ein Entwurf vorliegt, ist jeder berechtigt, durch Stellungnahmen an dem Prozess mitzuwirken.

WEA zählen zu den privilegierten Vorhaben im Außenbereich. Das heißt, sie sind prinzipiell zulässig, sofern dem Vorhaben keine anderen öffentlichen Belange entgegenstehen und eine ausreichende Erschließung gesichert ist. Das heißt, das WEA theoretisch immer dort errichtet und betrieben werden könnten, wo die oben genannten Vorgaben eingehalten werden. Eine Abweichung hiervon ist möglich, sofern an anderer Stelle Flächen für die Windenergienutzung ausgewiesen werden. Dies erfolgt über die Aufstellung von Flächennutzungs- oder Raumordnungsplänen und der damit verbundenen Ausweisung von Windenergiegebieten.

Die Landesregierung Sachsen hat im Landesplanungsgesetz festgelegt, dass die Regionalen Planungsverbände Windenergiegebiete ausweisen sollen. Der Freistaat ist in vier Planungsregionen aufgeteilt und die Aufstellung der Regionalpläne obliegt dem jeweils zuständigen Planungsverband: Leipzig-West Sachsen, Chemnitz, Oberes Elbtal / Osterzgebirge und Oberlausitz-Niederschlesien.

DER FREISTAAT SACHSEN IST IN 4 PLANUNGSREGIONEN AUFGETEILT

Die bisher ausgewiesenen Flächen reichen nicht aus, um die Ausbaupläne für erneuerbare Energien der aktuell geltenden Bundesgesetzgebung umzusetzen. Da in den nächsten Jahren mindestens 10 GW jährlich Windenergieleistung hinzugebaut werden sollen, bedarf es bundesweit mehr Flächen. Der Gesetzgeber hat 2022 in Form des Windenergiebedarfsflächengesetzes (WindBG) reagiert und Flächenziele festgelegt. Da die Aufstellung eines Regionalplanes ein langwieriger und komplexer Prozess ist, haben die Bundesländer Zeit, mindestens 1,4 % ihrer Flächen bis 2027 und 2% ihrer Flächen bis zum Jahr 2032 für Windenergie auszuweisen. Sachsens Regierung hat beschlossen, schon bis zum Jahr 2027 2% der Landesfläche auszuweisen und hat die Aufgabe an die vier regionalen Planungsverbände übertragen.

Um die Ziele zu erreichen, hat der Gesetzgeber zusätzlich das Baugesetzbuch (BauGB) angepasst. Während der Aufstellung der neuen Regionalpläne ist es für Kommunen möglich, über die Gemeindeöffnungsklausel (245e Absatz 5 BauGB) eigene Windenergiegebiete trotz bestehender Regionalpläne zu schaffen. Dem Antrag auf Zielabweichung soll statt gegeben werden, solange der Planung keine unvereinbaren Nutzungen entgegenstehen.

Sofern die Flächenziele erfüllt sind, sind WEA im Außenbereich nicht mehr privilegiert. Möchte die Kommune nach 2027 zusätzlich Windenergiegebiete ausweisen, ist das über einen Bebauungsplan möglich. Eine Ausnahme bildet das Repowering („Superprivilegierung“).

Auch die Beteiligung der Öffentlichkeit nimmt innerhalb des Verfahrens eine bedeutende Rolle ein. Nach Fertigstellung des Regionalplanentwurfes liegt dieser öffentlich aus und jeder kann innerhalb einer gesetzten Frist eine Stellungnahme abgeben. Da Regionalpläne mit einer voraussichtlichen Gültigkeit von 10 Jahren aufgestellt werden, ist es umso wichtiger, dass die Möglichkeit der Beteiligung in diesem Prozess wahrgenommen wird.

Im Anschluss setzt sich der Plangeber mit jeder Stellungnahme auseinander und passt die Inhalte des Plans in begründeten Fällen an. Sollten sich dabei wesentliche Änderungen ergeben, erfolgt eine erneute Auslegung und der beschriebene Prozess wird wiederholt.

2.2 Dürfen in Sachsen Windenergieanlagen im Wald errichtet werden?

- **Ja, neue WEA dürfen unter bestimmten Bedingungen innerhalb von Wäldern errichtet werden.**

Insbesondere in waldreichen Bundesländern wie Baden-Württemberg oder Rheinland-Pfalz wurde eine Vielzahl von Anlagen innerhalb von Wäldern errichtet. Auch in Sachsen bestehen vereinzelt WEA-Standorte in Waldgebieten. Hatte der Landesentwicklungsplan neue WEA in Wäldern zwar nicht verboten, aber politisch ausgeschlossen, können durch die 2022 verabschiedete Flexibilisierungsklausel WEA im Wald

grundsätzlich errichtet werden. Das Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie hat auf seiner Website Geo-Daten zur Standort-eignung für Windenergieanlagen in Wäldern veröffentlicht. Gemeinsam mit dem Sachsenforst wurden naturschutz-, forst- und wasserschutzrechtliche Aspekte geprüft. Unter diesen Aspekten werden die grünen Flächen als geeignet angesehen, bei gelben eine Einzelfallprüfung angeregt und die roten Gebiete als ungeeignet bewertet. Die Karte dient der Orientierung. Es obliegt der unteren Immissionsschutzbehörde, eine abschließende Aussage über eine Genehmigung zu treffen. Für die Zukunft gilt: Der Regionale Planungsverband kann auch Waldgebiete als Windenergiegebiete ausweisen.

Möglich wurde ein Betrieb von WEA im Wald überhaupt erst durch die zunehmende Anlagengröße. Da sich die Rotoren nun weit über den Baumspitzen befinden, ist der Betrieb technisch problemlos möglich. Insbesondere in dicht besiedelten Gebieten können Waldstandorte eine gute Möglichkeit sein, um größere Abstände zur Wohnbebauung zu ermöglichen. Zunehmend sprechen sich auch Waldbesitzer für die Nutzung der Windenergie im Wald aus. Durch die damit erzielbaren Pachteinahmen können Probleme wie Dürren oder der massive Befall mit Borkenkäfern, durch einen ökologischen Waldumbau kompensiert werden.

Für den Aufbau der WEA wird eine Fläche von etwa 0,9 Hektar in Anspruch genommen. Davon sind jedoch nur 0,5 Hektar, u.a. für das Fundament und die Kranstellfläche, dauerhaft freizuhalten. Die restlichen 0,4 werden im Anschluss wieder aufgeforstet. Die dauerhaft gerodeten 0,5 Hektar müssen in der Regel an anderer Stelle wieder aufgeforstet werden.



2.3 Warum werden bei einem geplanten Windenergieprojekt zuerst die Grundstückseigentümer angesprochen?

- Ein hoher Konkurrenzdruck zwischen den Windparkprojektieren zwingt diese zu einer schnellen Sicherung des Grundstücks.

Zur Errichtung einer WEA ist die Grundstücksverfügbarkeit bzw. die Sicherung der Rechte zur Errichtung und Betrieb der Anlage ein elementarer Bestandteil. Die Rechte an den entsprechenden Flächen werden in erster Linie über vertragliche Vereinbarungen gesichert. Im weiteren Verlauf erfolgt dann auch die grundbuchrechtliche Sicherung über die Eintragung von Dienstbarkeiten. Neben den Standorten der WEA müssen auch umliegende Grundstücke für die notwendige Zuwegung, die Kabeltrassen, die rotorüberstrichenen Flächen und die baurechtlichen Abstandsflächen gesichert werden. Die Berechnung dieser Fläche ist in der Sächsischen Bauordnung (SächsBO) bestimmt.

In den meisten Fällen werden die Grundstücke bereits gesichert, bevor erste Informationen zum geplanten Projekt an die Kommune getragen werden. Da die verfügbaren Flächen für WEA rar sind, es jedoch eine Vielzahl von Projektentwicklern am Markt gibt, ist der Konkurrenzkampf hoch. Bei Bekanntwerden eines neuen Gebietes oder entsprechender Aktivität eines Projektierers, versuchen Mitbewerber häufig selbst Zugriff auf die Grundstücke zu erhalten.

2.4 Wer genehmigt die Errichtung von Windenergieanlagen und wie läuft das Genehmigungsverfahren ab?

- Zuständig für das Genehmigungsverfahren sind die unteren Immissionsschutzbehörden.
- Für den Ablauf kommt entweder das förmliche Verfahren nach § 10 BImSchG oder das vereinfachte Verfahren nach § 19 BImSchG zum Einsatz.

Für die Errichtung einer WEA mit einer Gesamthöhe über 50 m ist die Erteilung einer Genehmigung nach dem Bundesimmissionsschutzgesetz (BImSchG) notwendig. Das Verfahren wird in der Regel von den zuständigen unteren Immissionsschutzbehörden geführt.

Eine Genehmigung wird erteilt, wenn die immissionsschutzrechtlichen Vorgaben des BImSchG eingehalten werden und keine anderen öffentlich-rechtlichen Vorschriften dem Vorhaben entgegenstehen. Andere öffentlich-rechtliche Vorschriften sind beispielsweise solche des Bauplanungsrechts, des Naturschutzrechts oder des Luftverkehrsrechts. Neben der Genehmigung nach BImSchG müssen keine weiteren Genehmigungsverfahren geführt werden, da alle anderen Fachbehörden in diesem beteiligt werden.

Prinzipiell sind zwei Verfahrensarten möglich. Das förmliche Verfahren nach § 10 BImSchG und das vereinfachte Verfahren nach § 19 BImSchG. Welches Verfahren angewandt wird, ist von verschiedenen Faktoren abhängig. Die zugehörige Systematik ist in der Anlage „FA Wind (o.J.): Ablauf des Genehmigungsverfahrens für Windenergieanlagen“ dargestellt.

Beim vereinfachten Verfahren erfolgt keine Umweltverträglichkeitsprüfung sowie keine öffentliche Bekanntmachung und Auslegung der Antragsunterlagen. Ebenfalls entfallen die formelle Öffentlichkeitsbeteiligung und der Erörterungstermin. Der Vorteil des formellen Verfahrens liegt insbesondere in der gesteigerten Transparenz und der Einbeziehung der Öffentlichkeit sowie dem rechtssicheren Anlaufen der Klagefristen.

2.5 Welche Möglichkeiten hat die Kommune um die Planung zu steuern?

- Kommunen haben im Wesentlichen vier Möglichkeiten: Abstimmung mit den Flächeneigentümern (Flächenpooling), Abstimmung mit dem Projektentwickler, Stellungnahmen zu den in Aufstellung befindlichen Regionalplänen und Aufstellung von Bebauungsplänen.

Die Windenergiegebiete werden in Sachsen durch die regionalen Planungsverbände festgelegt. Die Kommune kann eine Stellungnahme zu dem in Aufstellung befindlichen Regionalplan abgeben. Sind bereits Vorrang- und Eignungsgebiete ausgewiesen, besteht die Möglichkeit, durch die Aufstellung eines Bebauungsplanes die konkrete Ausgestaltung des Windfeldes zu steuern. Weiterhin können Kommunen eigene Windenergiegebiete ausweisen (245e Absatz 5 BauGB), sofern der

Regionalplan keine unvereinbaren Nutzungen der Fläche festlegt. Festlegungen, die eine realistische Nutzung des Windfeldes behindern, wie zum Beispiel durch eine Höhenbeschränkung auf 100 m oder eine Verkleinerung der Fläche durch den Bebauungsplan, sind unzulässig. In jedem Fall ist eine frühzeitige und regelmäßige Abstimmung mit dem Projektentwickler zu empfehlen, um, nach Möglichkeit, die Vorstellungen der Kommune in das Projekt einfließen zu lassen.

2.6 Werden die Kommune und die Bürger im Genehmigungsverfahren beteiligt?

- Während Kommunen grundsätzlich beteiligt werden, ist eine formelle Beteiligung der Bürger nur im förmlichen Verfahren nach § 10 BImSchG vorgesehen. Darüber hinaus kann der Vorhabenträger verschiedene freiwillige Beteiligungsmöglichkeiten anbieten.

Kommunen und Bürger werden bereits vor dem eigentlichen Genehmigungsverfahren für ein bestimmtes Projekt bei der Festlegung möglicher WEA-Standorte formell beteiligt. Dies geschieht im Rahmen der Aufstellung des Regionalplanes. Weiterhin ist es natürlich wünschenswert, dass vor Antragseinreichung eine informelle Beteiligung durch den Vorhabenträger stattfindet. Beispielsweise indem das geplante Vorhaben in einem persönlichen Gespräch mit dem Bürgermeister oder in einer Gemeinderatssitzung vorgestellt wird. Hier sollten auch mögliche Gestaltungsspielräume ausgelotet und genutzt werden. Formell werden die Kommune und die Bürger wie folgt beteiligt:

Nach § 10 Abs. 5 BImSchG muss die Genehmigungsbehörde von allen berührten Behörden Stellungnahmen zum geplanten Vorhaben ein-

holen. Dazu zählt u.a. auch die Kommune, auf deren Gebiet die WEA errichtet werden soll. Zur Beurteilung wird der Gemeindeverwaltung eine Ausfertigung der Antragsunterlagen zur Prüfung zugestellt. Die Gemeinde nimmt in dieser sogenannten „Beteiligung der Träger öffentlicher Belange“ eine gewisse Sonderrolle ein, da nach § 36 BauGB weiterhin die Erteilung des gemeindlichen Einvernehmens zum Vorhaben notwendig ist. Demnach gilt für die Abgabe der Stellungnahme eine Frist von zwei (anstatt von einem) Monaten. Wird in diesem Zeitraum das gemeindliche Einvernehmen nicht versagt oder werden keine weiteren Antragsunterlagen (auf Grund von Unvollständigkeit) nachgefordert, gilt das gemeindliche Einvernehmen als erteilt. Wird das Vorhaben im Laufe des Genehmigungsverfahrens wesentlich geändert (bspw. wesentliche Änderung des Anlagentyps), werden die Träger öffentlicher Belange erneut beteiligt. Das gemeindliche Einvernehmen kann gem. § 36 Abs. 3 BauGB nur aus den sich aus den §§ 31, 33, 34 und 35 ergebenden Gründen versagt werden. Ein rechtswidrig versagtes Einvernehmen der Gemeinde kann durch die Genehmigungsbehörde ersetzt werden.

139 Mrd. kWh

**GESAMTERTRAG WINDENERGIE
IM JAHR 2023**

Eine Beteiligung der Öffentlichkeit ist nur im förmlichen Verfahren nach § 10 BImSchG vorgesehen. Als erstes wird dafür der Antrag im Amtsblatt sowie im Internet oder der örtlichen Tageszeitung bekannt gemacht. Anschließend liegen die Antragsunterlagen in der Gemeinde und bei der Genehmigungsbehörde zur Einsichtnahme aus. Einwendungen sind bis zwei Wochen nach Ende der Auslegungszeit möglich. Zur Diskussion der eingegangenen Einwendungen kann die Genehmigungsbehörde einen Erörterungstermin ansetzen. Wie bereits zu Beginn dieses Abschnitts beschrieben, spielen bei der Kommunikation insbesondere informelle Beteiligungsformate eine große Rolle. So sollten die Bürger über geeignete Veranstaltungsformate beteiligt werden.

2.7 Wie wird sichergestellt, dass die Windenergieanlagen auch wieder zurückgebaut werden?

- Der Rückbau wird durch die Abgabe einer entsprechenden Verpflichtungserklärung gewährleistet. Diese wird in den meisten Fällen über eine Rückbaubürgschaft der finanzierenden Bank abgesichert.

Hat die WEA das Ende ihrer technischen oder wirtschaftlichen Lebenszeit erreicht, dann erfolgt der Rückbau der Anlage. Dies ist häufig nach rund 20 Jahren der Fall. § 35 Abs. 5 S. 2 BauGB schreibt vor, dass im Rahmen des Genehmigungsverfahrens eine Verpflichtungserklärung abzugeben ist, welche nach dauerhafter Aufgabe der zulässigen Nutzung zum Rückbau der WEA und zur Beseitigung der Bodenversiegelungen verpflichtet. Die Sicherstellung des Rückbaus soll gem. § 35 Abs. 5 S. 3 BauGB durch die Baugenehmigungsbehörde mittels lt. Landesrecht vorgehener Baulast oder in anderer Weise erfolgen.

Andere Möglichkeiten sind beispielsweise die Abgabe einer selbstschuldnerischen Bank oder Konzernbürgschaft oder die Hinterlegung einer Sicherheitsleistung. Wichtige weiterführende Hinweise zur Rückbaupflichtung und der zu erbringenden Sicherheitsleistung in Sachsen, wurden gemeinsam vom damaligen Sächsischen Staatsministerium für Umwelt und Landwirtschaft und dem Sächsischen Staatsministerium des Inneren veröffentlicht. Da in der Vergangenheit häufig Unklarheiten über den Umfang des Rückbaus von WEA bestanden, heißt es dort: „Zurückzubauen sind grundsätzlich alle ober- und unterirdischen Anlagenteile, einschließlich der vollständigen Fundamente (...)“. Zur Höhe der Sicherheitsleistung wird festgehalten: „Die Höhe der Sicherheitsleistung richtet sich nach den Kosten, die voraussichtlich für den Rückbau der Anlage, einschließlich der Beseitigung der Bodenversiegelung, entstehen. Zu den Rückbaukosten gehören auch die Entsorgungs- und Transportkosten, einschließlich Mehrwertsteuer.“. (SMUL, SMI, 2016, S. 1 ff.)

Zu beachten ist hierbei, dass es sich bei diesen Hinweisen um keine rechtsverbindlichen Festlegungen handelt, sondern diese eine Selbstverpflichtung der Behörden für eine einheitliche Genehmigungspraxis darstellen.

Weiterhin kann der Rückbau der Anlagen über städtebauliche Verträge oder Bauleitpläne festgeschrieben werden. Im Bebauungsplan kann beispielsweise festgelegt werden, dass der Neubau von Anlagen im entsprechenden Gebiet an den Rückbau der Altanlagen gekoppelt ist. Im Falle eines Repowerings müssen die Altanlagen vor der Errichtung einer neuen Anlage nach §16b BImSchG zurückgebaut werden.

20 GEWÖHNLICHE NUTZUNGSDAUER EINER WINDENERGIEANLAGE
Jahre



2.8 Wie viel Fläche nimmt eine moderne Windenergieanlage in Anspruch? Werden dafür entsprechende Kompensationsmaßnahmen vorgegeben?

- Moderne WEA benötigen für den Bau etwa 0,9 Hektar und während des Betriebes nur noch etwa 0,5 Hektar. Hinzu kommen Zufahrtswege.
- Die zu erbringenden Kompensationsmaßnahmen werden im Genehmigungsverfahren bestimmt.

Verglichen mit anderen erneuerbaren und fossilen Energiequellen ist der Flächenbedarf von WEA relativ gering. Während des Aufbaus wird eine Fläche von ca. 0,9 Hektar beansprucht. Dauerhaft benötigt werden ca. 0,5 Hektar für das Fundament und die Kranstellfläche. Lediglich für die Zuwegung zur Anlage kommt es zu einer weiteren Flächeninanspruchnahme. Die Wege weisen eine Breite von ca. 5 Metern auf. Gegebenenfalls können bereits bestehende Wege genutzt werden. Die damit verbundene Flächeninanspruchnahme hängt wesentlich von der Entfernung zur nächstgelegenen Anbindung an das öffentliche Straßennetz ab. Durch den Eingriff in die Natur und die Beeinträchtigung des Landschaftsbildes verpflichtet die Gesetzgebung zur Umsetzung von Kompensationsmaßnahmen. Der konkrete Umfang wird im Rahmen des Genehmigungsverfahrens festgelegt. Mögliche Kompensationsmaßnahmen können etwa Flächenentsiegelungen, die Pflanzung von Gehölzen oder die Renaturierung von Teichen sein.

WEA in Sachsen befinden sich größtenteils auf Landwirtschaftsflächen. Eine landwirtschaftliche Nutzung ist weiterhin möglich. Um die Einschränkungen für den Landwirt möglichst gering zu halten, empfiehlt sich bei der Planung des Windparks eine Abstimmung mit dem Bewirtschafter der Fläche.

3 POTENZIELLE BEEINTRÄCHTIGUNGEN

3.1 Wie werden Anwohnende sowie Natur und Umwelt vor potenziellen Beeinträchtigungen geschützt?

- Potenzielle Beeinträchtigungen werden insbesondere im Rahmen des Genehmigungsverfahrens nach Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG) geprüft.

Der Schutz vor potenziellen Beeinträchtigungen der WEA auf Mensch und Natur wird an zwei Stellen berücksichtigt. Bei der Festlegung der Windenergiegebiete durch die Regionalplanung und im Rahmen des Genehmigungsverfahrens. Bei der Festlegung von Windenergiegebieten werden die Flächen anhand einer strukturierten und nachvollziehbaren Vorgehensweise ermittelt. Dabei werden rechtliche Ausschlusskriterien beachtet und zusätzliche Vorsorgeabstände durch die Regionalplanung festgelegt. Weiterhin werden die verschiedenen öffentlichen Belange miteinander abgewogen, um im Ergebnis möglichst konfliktarme Flächen für die Errichtung von WEA zu identifizieren.

Bei WEA mit einer Gesamthöhe größer 50 m ist weiterhin eine Genehmigung nach dem Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG) notwendig. Ziel des Gesetzes ist der Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge. Im Rahmen des Genehmigungsverfahrens werden verschiedene Belange abgeprüft, so etwa potenzielle Schall- oder Schattenwurfbelastungen. Auf die einzelnen Aspekte wird nachfolgend näher eingegangen.

3.2 Gibt es pauschale Abstandswerte für Windenergieanlagen zur Wohnbebauung?

- Ja. Seit dem Jahr 2022 hat Sachsen einen verbindlichen Mindestabstand von 1.000 m zur Wohnbebauung eingeführt. Mit Zustimmung der Kommunen kann dieser jedoch auch unterschritten werden.

Lange Zeit gab es in Sachsen keine allgemeingültigen pauschalen Abstandswerte für WEA zur Wohnbebauung. Lediglich bei der Aufstellung der Regionalpläne wurden solche Abstände definiert. Mittlerweile wurde jedoch ein fester Abstand von 1.000 m zur Wohnbebauung in § 84 der Sächsischen Bauordnung (SächsBO) eingeführt. Dieser Abstand ist zur Wohnbebauung im Innenbereich nach § 30 und § 34 BauGB einzuhalten. Weiterhin gilt der Mindestabstand auch zur Wohnbebauung im Außenbereich, sofern diese aus mindestens fünf zusammenhängenden Wohngebäuden besteht. Wenn die betroffene Gemeinde und die Ortschaft dem ausdrücklich zustimmt, kann der Mindestabstand zur Wohnbebauung im Außenbereich für neue Vorhaben unterschritten werden. Für Repoweringvorhaben gilt dies bei Zustimmung der Gemeinde und Ortschaft ebenfalls für eine Unterschreitung des Mindestabstandes zur Wohnbebauung im Innenbereich.

Objektiv betrachtet ist ein pauschaler Mindestabstand zur Wohnbebauung nicht notwendig, da im Rahmen des Genehmigungsverfahrens nach BImSchG die potenziellen Beeinträchtigungen geprüft und die Einhaltung der gesetzlichen Vorschriften sichergestellt wird. Um Anwohnerinnen und Anwohner vor einer bedrängenden Wirkung zu schützen, müssen die WEA nach § 249 Abs. 10 BauGB um mindestens das Zwei-

fache ihrer Gesamthöhe von der Wohnbebauung entfernt stehen. Ein umweltsychologischer Studienvergleich zu diesem Thema kommt zu dem Schluss, dass kein Zusammenhang zwischen größeren Abständen und der Akzeptanz bzw. der Stresswirkung der Anlagen auf die Anwohner besteht. Vielmehr seien finanzielle Beteiligungsmöglichkeiten, die Einstellung zur Energiewende im Allgemeinen, die Sichtbarkeit der Anlagen von der eigenen Wohnung aus sowie die gemachten Erfahrungen während des Planungsprozesses wesentliche Einflussgrößen auf die lokale Akzeptanz.

3.3 Wie sicher sind die Windenergieanlagen?

- Damit das Unfallrisiko minimiert wird, müssen Betreiber von WEA verschiedene Sicherheitsvorkehrungen im Genehmigungsverfahren nachweisen und ein Monitoring während des Betriebes durchführen.

Von Zeit zu Zeit wird in den Medien von havarierten WEA berichtet. Ein Rotorblatt reißt ab, der Turm bricht oder ein Blitz schlägt in die Anlage ein und entzündet die Gondel. Zwischenfälle dieser Art werden derzeit nicht in einem bundeszentralen Register erfasst, da dies in die Zuständigkeit der jeweiligen Landesbehörde fällt. Nichtsdestotrotz handelt es sich dabei um Einzelfälle und die Sicherheit der Anlagen wird als vergleichsweise hoch eingeschätzt. Anhaltspunkte über Personenschäden in Folge derartiger Ereignisse existieren nicht.

Im Rahmen des Genehmigungsverfahrens wird die Sicherheit der zu errichtenden Anlage umfangreich geprüft. So muss etwa ein Brandschutzkonzept vorgelegt werden, die Standsicherheit wird nachgewie-

sen und auch beim Thema Eiswurf müssen Konzepte zur Reduzierung des Risikos nachgewiesen werden. Bestandteil der Genehmigung ist ebenfalls die Verpflichtung zur regelmäßigen Wartung der Anlage. Während des Betriebs der WEA überwachen verschiedene Sicherungs- und Monitoringsysteme dauerhaft den Zustand der Anlage und schalten diese im Zweifelsfall ab. Auch die Genehmigungsbehörde überwacht die Anlage in wiederkehrenden Intervallen.

3.4 Können brennende Windenergieanlagen krebserregend sein?

- In der Theorie vermutlich ja, praktisch ist es aber ausgesprochen unwahrscheinlich, dass Menschen dieser Gefahr tatsächlich ausgesetzt sind.

Die Rotorblätter von Windenergieanlagen werden aus Glasfaserverstärkten Kunststoffen (GFK) oder auch aus Carbonfaserverstärkten Kunststoffen (CFK) gefertigt. Insbesondere unter dem Stichwort „Fiese Fasern“ ist in verschiedenen Online-Artikeln die Vermutung zu finden, dass verbrennendes GFK Fasern emittiert, welche die WHO als potenziell krebserregend einstuft.

Laut WHO können Fasern, welche länger als 5 µm und dünner als 3 µm sind sowie ein Längen-/Durchmesserverhältnis von größer 3 aufweisen krebserregend sein. Durch Ihre Größe sind die Fasern klein genug, um tief in der Lunge bis in die Lungenbläschen vorzudringen, aber gleichzeitig so groß, dass Fresszellen sie nicht mehr effizient abtransportieren können. Verbleiben die Fasern dadurch länger in der Lunge, sind sie potenziell krebsauslösend. Asbest, welches mittlerweile nicht mehr verbaut wird, emittiert genau diesen kritischen Fasertyp bei der Bearbeitung.

Bezüglich der Carbonfaserverstärkten Kunststoffe gibt die aktuelle Fachliteratur zusammenfassend an, dass bei Bränden oberhalb von 650°C der beschriebene Fasertyp entstehen kann. Zwar scheint die krebserregende Wirkung noch nicht empirisch bestätigt, doch sollte dem Risiko ausreichend Beachtung geschenkt werden.

Damit der Stoff seine krebserregende Wirkung auch tatsächlich entfalten kann, muss er allerdings mit dem Menschen in Berührung kommen. Da Brände von Windenergieanlagen in der Regel in einem ländlich geprägten Raum und – zumindest in der Anfangszeit, in großer Höhe stattfinden, kann problemlos ein genügend großer Sicherheitsabstand zur Gefahrenstelle eingehalten werden. Durch die einzuhaltenden Abstände zwischen den Windenergieanlagen und der Wohnbebauung ist von keiner starken Konzentration der Fasern in der Luft auszugehen. Das Risiko betrifft daher in erster Linie die Einsatzkräfte vor Ort. Feuerwehren sollten allerdings durch regelmäßige Schulungen auf derartige Brände vorbereitet sein, da GFK bzw. CFK zunehmend auch in anderen brandgefährdeten Bereichen, wie Fahrzeugen, anzutreffen ist.



Weiter risikomindernd wirkt sich aus, dass Windenergieanlagen äußerst selten brennen. Aktuell gibt es keine repräsentative bundesweite Erfassung zu der Brandhäufigkeit. Eine deutschlandweite Erhebung hat allerdings mit etwa 6,29 Bränden pro Jahr in den Jahren 2005 bis 2015 nur sehr wenige Brände identifizieren können. Die Brandhäufigkeit lag damit bei 0,01 % bis 0,04 % gemessen an der Gesamtzahl der installierten Anlagen. Auch traten bei den untersuchten Ereignissen insgesamt nur zwei verletzte Personen auf – Tote gab es keine.

3.5 Besteht eine Gefahr durch Eiswurf von Windenergieanlagen?

- Theoretisch ja, praktisch werden allerdings verschiedene Vorkehrungen getroffen, um die Gefahr von Eiswurf stark zu minimieren oder ganz auszuschließen.

Insbesondere in großen Höhen kann es unter bestimmten Wetterbedingungen zu einer Eisbildung an den WEA kommen. Wie auch bei Häusern, Brücken oder anderen Bauwerken besteht ein potenzielles Verletzungsrisiko durch abfallende Eismassen (Eisabfall). Weiterhin besteht bei WEA die Besonderheit, dass durch die Rotation der Blätter die Eismassen theoretisch „weggeschleudert“ werden könnten (Eiswurf). Hierbei ist zu beachten, dass die Windgeschwindigkeit einen weitaus größeren Einfluss auf die Flugweite der Eismassen hat, als die Rotation der Flügel selbst. Personenschäden sind im Zusammenhang mit Eisabfall und Eiswurf bei WEA bislang nicht bekannt.

Dennoch wird im Rahmen des Genehmigungsverfahrens geprüft, wie hoch das Risiko am jeweiligen Standort ist. Dazu wird in einem ersten Schritt ein Prüfradius um die Anlage bestimmt. Dieser ermittelt sich aus $1,5 \times (\text{Nabenhöhe} + \text{Rotordurchmesser})$. Befinden sich innerhalb dieses Radius schutzwürdige Objekte, wie etwa ein Gebäude oder eine Straße,

muss ein Sachverständiger eine konkrete Risikobewertung durchführen. Eine Risikobewertung ist ebenfalls erforderlich, wenn die Anlage in einem besonders eisgefährdeten Gebiet errichtet werden soll. Verfügt die WEA über ein Eiserkennungssystem, dass die Anlage bei Eisansatz abschaltet, so wird innerhalb der Risikobewertung lediglich der Eisabfall geprüft. Verfügt die Anlage nicht über ein derartiges System, wird ebenfalls der Eiswurf untersucht. Je nach Ergebnis der Risikoanalyse können weitere Maßnahmen, wie etwa die Integration einer Rotorblattheizung, die Sperrung von Wegen in den entsprechenden Zeiträumen oder die Verschiebung der WEA notwendig werden. Auch für den Anlagenbetreiber besteht ein großes Interesse an der Verhinderung des Eisansatzes bzw. an der rechtzeitigen Abschaltung der Anlage, da Eismassen an Rotorblättern zu Unwuchten führen, die einen verstärkten Verschleiß verschiedener Komponenten verursachen.



3.6 Gibt es Richtwerte für Schallimmissionen?

- Ja. Wie auch für andere Schallquellen von technischen Anlagen ist für WEA die „Technische Anleitung Lärm“ relevant.

WEA verursachen während des Betriebs wahrnehmbare Geräusche, die neben mechanischen insbesondere auf aerodynamische Ursachen zurückzuführen sind. Die Schallwellen entstehen durch Druckschwankungen in der Luft und breiten sich gleichmäßig von der Quelle aus. Im Rahmen des Genehmigungsverfahrens müssen die Schallemissionen ermittelt und beurteilt werden. Hierbei spielt insbesondere die „Technische Anleitung Lärm“ eine große Rolle. Diese legt unter anderem Grenzwerte für verschiedene Gebietskategorien fest. Gemessen wird hier jeweils außerhalb der Gebäude.

Gebietskategorie	Grenzwert Tag (6:00 – 22:00 Uhr)	Grenzwert Nacht (22:00 – 6:00 Uhr)
Industriegebiete	70 dB(A)	70 dB(A)
Gewerbegebiete	65 dB(A)	50 dB(A)
Urbane Gebiete	63 dB(A)	45 dB(A)
Kerngebiete, Dorf und Mischgebiete	60 dB(A)	45 dB(A)
Allg. Wohngebiete und Kleinsiedlungsgebiete	55 dB(A)	40 dB(A)
Reine Wohngebiete	50 dB(A)	35 dB(A)
Kurgebiete, Krankenhäuser u. Pflegeanstalten	45 dB(A)	35 dB(A)

Quelle: Technische Anleitung Lärm

Zur Ermittlung der potenziellen Schallimmissionsbelastung ist im Rahmen des Genehmigungsverfahrens eine Schallimmissionsprognose zu erstellen. Die angewandte Systematik zur Berechnung der Schallausbreitung wird als „Interimsverfahren“ bezeichnet. In das Gutachten

fließen nicht nur die Schallemissionen der geplanten und ggf. bereits bestehenden WEA, sondern auch die aller anderen relevanten Emissionsquellen, wie beispielsweise nahegelegene Industrie oder Gewerbegebiete, ein.

Ergibt die Berechnung, dass die Richtwerte nicht eingehalten werden können, besteht die Möglichkeit, die Anlage in den kritischen Zeiträumen in einem schallreduzierten Betriebsmodus laufen zu lassen. Dies hat jedoch auch eine Reduzierung des Energieertrags zur Folge. In den vergangenen Jahren wurde viel geforscht, um die Geräuschemissionen zu verringern. Mechanische Geräusche können durch eine geräuschemindernde Auslegung des Getriebes und eine Dämmung des Maschinenhauses weitestgehend reduziert werden. Die aerodynamisch bedingten Geräusche können durch die Modifikation der Rotorblätter beeinflusst werden. Zum Beispiel kann durch den Einsatz gezackter Bauteile an der Blatthinterkante, den Trailing-Edge-Serrations, die entstehenden Luftverwirbelungen reduziert werden. Bei modernen WEA besteht die Möglichkeit, die Anlagen (zum Beispiel nachts) in leiseren Schall-Modi zu betreiben.

3.7 Sind Windenergieanlagen Infrasschallquellen und ist dieser gefährlich?

- WEA emittieren zwar Infrasschall, dieser liegt jedoch unterhalb der menschlichen Wahrnehmungsschwelle. Von einer Gesundheitsgefährdung ist nicht auszugehen.

Im Kontext der Schallbelastung durch WEA ist zunehmend auch das Thema tieffrequenter Schall bzw. Infrasschall Teil der Diskussion. Infrasschall liegt im Frequenzbereich unter 20 Hertz und ist damit für den Menschen im eigentlichen Sinne nicht hörbar. Eine Wahrnehmung ist bei

hinreichender Intensität trotzdem möglich und wird als eine Art Pulsation oder Druckgefühl beschrieben.

Bei sehr hoher Intensität kann Infraschall zu gesundheitlichen Problemen beim Menschen führen und beispielsweise Erschöpfung, Kurzatmigkeit oder Kopfschmerzen auslösen. Quellen von Infraschall sind unter anderem Wind, Gewitter, Meeresbrandung, Klima und Lüftungsanlagen oder der Straßenverkehr. Auch WEA zählen zu den Emittenten von Infraschall. Die Intensität ist jedoch vergleichsweise gering und liegt unterhalb der menschlichen Wahrnehmungsschwelle. Auch bei Messungen in der Nähe von WEA wird der emittierte Infraschall bereits nach wenigen hundert Metern von den Umgebungsgläuschen überlagert. Verschiedene wissenschaftliche Studien haben sich mit dem durch WEA emittierten Infraschall und möglichen Effekten auf die menschliche Gesundheit beschäftigt. Negative Auswirkungen konnten dabei bisher nicht festgestellt werden.

3.8 Gibt es Richtwerte für den Schattenwurf der Windenergieanlagen?

- Ja. Jedes Wohngebäude darf höchstens 30 Minuten am Tag und 30 Stunden im Jahr von dem beweglichen Schattenwurf getroffen werden.

Durch die drehenden Rotorblätter verursachen WEA einen beweglichen Schattenwurf. Dieser wird im Wesentlichen beeinflusst von der Anlage selbst (Größe, Position und Azimutstellung des Rotors), dem Sonnenstand und den allgemeinen Wetterbedingungen. Der Schattenwurf wird laut BImSchG als Immission gewertet und ist dementsprechend im Genehmigungsverfahren zu bewerten. Die Grundlage zur Bewertung bilden die von der Bund/LänderArbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz entwickelten „Hinweise zur Ermittlung und Beurteilung der optischen

Immissionen von Windkraftanlagen“. Diese schreiben u.a. Richtwerte für die astronomisch maximal mögliche Beschattungsdauer vor. Diese darf an jedem Immissionsort (Wohngebäude) höchstens 30 Stunden pro Jahr und 30 Minuten pro Tag betragen. Wirken mehrere WEA auf einen Immissionsort ein, so gelten die Vorgaben kumulativ für alle relevanten WEA. Die Einhaltung dieser Vorgaben wird im Rahmen des Genehmigungsverfahrens durch eine Schattenwurfprognose geprüft. Werden die Grenzwerte überschritten, dann muss die Anlage mittels technischer Vorrichtungen, bspw. einer Abschaltautomatik, ausgestattet werden.

3.9 Was ist unter dem Diskoeffekt zu verstehen?

- Unter dem Diskoeffekt sind Lichtreflexionen auf den Rotorblättern zu verstehen. Durch die Verwendung mittelreflektierender Farben und matter Glanzgrade spielt dieser Effekt heutzutage jedoch keine Rolle mehr, da Belästigungen so weitestgehend vermieden werden können.

RICHTWERT SCHATTENWURF DER WINDENERGIEANLAGEN

30 Min/Tag
Std / Jahr

3.10 Warum blinken die Windenergieanlagen in der Nacht?

- Die nächtliche Befeuerung von WEA dient der Luftfahrtsicherheit.

Um eine Kollision von Luftfahrzeugen mit WEA zu verhindern, ist ab einer Gesamtanlagenhöhe von 100 Metern deren Kennzeichnung als Luftfahrthindernis vorgeschrieben. An bestimmten Standorten, wie etwa in der Nähe von Flughäfen, besteht auch bei kleineren Anlagen eine Kennzeichnungspflicht.

Die Tageskennzeichnung wird über farbliche Markierungen an der Anlage realisiert, die teilweise durch ein weißes Blitz bzw. Blinklicht (Befeuerung) ergänzt werden. Die Nachtkennzeichnung erfolgt durch rote Blitz- bzw. Blinklichter an der Anlage. Die genauen Regelungen lassen sich der „Allgemeinen Verwaltungsvorschrift zur Kennzeichnung von Luftfahrthindernissen“ entnehmen. Insbesondere die Nachtkennzeichnungen werden von einigen Anwohnern als störend empfunden, so dass verschiedene Regelungen umgesetzt wurden, um die Akzeptanz zu steigern: So ist die Abschirmung der Blitz bzw. Blinklichter nach unten möglich, die Synchronisierung der Schaltzeit und Blinkfolge der Befeuerung wurde verpflichtend und die Taktung standardisiert. Bei Einsatz eines Sichtweitenmessgerätes an der Anlage und entsprechend guter Sicht, ist weiterhin die Reduzierung der Lichtintensität möglich. Seit dem Jahr 2015 besteht auch die Möglichkeit der „Bedarfsgesteuerten Nachtkennzeichnung (BNK)“. Die nächtliche Befeuerung wird hierbei nur aktiviert, wenn sich ein Luftfahrzeug in der Nähe des Windparks befindet. Eine Vielzahl von Windenergieanlagen (WEA) sind bereits heute mit einer Nachtkennzeichnung zur Flugsicherung ausgestattet. Um die Akzeptanz zum Bau von neuen WEA zu erhöhen, hat der Gesetzgeber (§ 9 Abs. 8 EEG 2023) festgelegt, dass diese ab dem 01.01.2025 mit einer BNK ausgerüstet sein müssen.

3.11 Haben Windenergieanlagen einen Einfluss auf die Grundstücks- und Immobilienpreise in der Umgebung?

- Viele verschiedene Faktoren haben einen Einfluss auf die Bildung von Grundstücks- und Immobilienpreisen. Der Einfluss von WEA auf diese Preisbildung ist schwer zu ermitteln. Experten gehen nicht von langfristigen negativen Effekten aus, kurzfristig kann es jedoch durchaus zu Preisrückgängen kommen.

Der Preis einer Immobilie bzw. eines Grundstückes hängt von verschiedenen Faktoren ab, ergibt sich jedoch grundsätzlich aus dem Verhältnis von Angebot und Nachfrage. Die Nachfrage wird von verschiedenen standortbezogenen Faktoren wie etwa Bevölkerungsstruktur und -entwicklung, Fern- und Nahverkehrsanbindung, Einkaufsmöglichkeiten, Schul- und Kindertagesstätten, Medizinische Versorgung, Image des Standortes, Umweltverschmutzungen u.v.m. beeinflusst. Bei Immobilien kommen weiterhin noch das Gebäude betreffende Faktoren wie Größe, Ausstattung, Erhaltungszustand, Energieeffizienzgrad usw. dazu. Das Angebot wird vom vorhandenen Bestand, dem Leerstand und der Bauaktivität beeinflusst. Da die Preisbildung von vielen Faktoren abhängig ist, ist es schwierig zu beurteilen, inwiefern die Änderung eines einzelnen Faktors (hier die Errichtung und der Betrieb von WEA) einen Einfluss auf die Preisentwicklung haben. Um dies genau zu bestimmen, wäre es notwendig die Preisentwicklung zweier vollständig identischer Grundstücke oder Immobilien zu betrachten, wenn in der Nähe des ersten Grundstückes eine WEA errichtet wird und in der Nähe des zweiten Grundstückes nicht. Derartig optimale Randbedingungen existieren jedoch so gut wie nie.

WEA werden vorrangig in ländlichen Gebieten errichtet. Experten sehen insbesondere den demographischen Wandel als zentrale Einflussgröße auf die Immobilienpreisentwicklung in diesen Gebieten. Durch einen verstärkten Wegzug der Bevölkerung in die Städte steigt das Angebot an verfügbaren Häusern und Wohnungen. Gleichzeitig können der Bevölkerungsrückgang und der damit sinkende Bedarf auch dazu führen, dass bestimmte infrastrukturelle Angebote wie etwa Einkaufsmöglichkeiten oder das Angebot an Schulen und Kindertagesstätten reduziert oder abgeschafft werden. Dies wirkt sich wiederum negativ auf die Nachfrage nach Immobilien in der entsprechenden Region aus. Durch kommunale Einnahmen aus den Anlagen ist es möglich, die Gegebenheiten vor Ort zu verbessern und so die Nachfrage nach Immobilien wieder zu erhöhen. Experten zufolge haben WEA keinen dauerhaften negativen Einfluss auf die Grundstücks- und Immobilienpreise einer Region. Die Tatsache, dass immer mehr Anlagen in immer mehr Gebieten errichtet werden und somit ein Gewöhnungseffekt einsetzt, untermauert diese Aussage. Kurzfristige Preisrückgänge sind hingegen durchaus vorstellbar, jedoch häufig darin begründet, dass die Verkäufer den Preis auf Grund der errichteten Anlage(n) von vornherein geringer bewerten, als dies eigentlich notwendig wäre.

3.12 Haben Windenergieanlagen einen Einfluss auf den lokalen Tourismus?

- Ob WEA einen Einfluss auf den Tourismus haben, ist schwer zu ermitteln. Bestehende Untersuchungen legen nahe, dass die überwiegende Mehrheit der Touristen sich durch WEA in der Urlaubsregion nicht wesentlich gestört fühlt.

Ob sich WEA negativ auf den Tourismus in einer Region auswirken, lässt sich nur schwer messen. Zwar gibt es verschiedene Studien zu diesem Thema, jedoch beziehen sich diese lediglich auf einzelne Gebiete und die gewöhnliche Schwankung der Besucherzahlen, von Jahr zu Jahr, kann nicht verlässlich quantifiziert werden. Ursache für die Befürchtung WEA könnten zu verminderten Tourismuszahlen führen ist, dass die entsprechenden Gebiete häufig auf Grund ihrer Landschaft und Nähe zur Natur von Touristen aufgesucht werden. Der Eingriff in das Landschaftsbild wird daher als potenzielle Gefahr wahrgenommen.

Die bestehenden Untersuchungen legen nahe, dass die überwiegende Mehrheit der Touristen sich durch WEA in der Urlaubsregion nicht wesentlich gestört fühlt. Jedoch lässt diese Akzeptanz mit steigender Anlagenanzahl und kleinerem Abstand zu den Anlagen nach. Insbesondere die älteren Besucher fühlen sich von den Anlagen gestört. Dennoch würde ein Großteil der Besucher eine Region, trotz WEA, erneut besuchen. Da, wie erwähnt, die Ergebnisse der Untersuchungen nicht zwangsläufig verallgemeinerbar sind, kann eine Befragung zu diesem Thema in der Region durchaus sinnvoll sein. Um eine übermäßige Prägung des Landschaftsbildes zu vermeiden empfiehlt es sich, freie Sichtachsen zu lassen. Hierauf hat die Kommune jedoch nur bedingt Einfluss. Worauf die Kommune im Gegenzug Einfluss nehmen kann ist, wie mit den bestehenden oder geplanten Anlagen umgegangen wird. Einige Kommunen sind mittlerweile dazu übergegangen WEA als festen Bestandteil ihres klimafreundlichen Selbstverständnisses darzustellen oder mittels Erlebnispfade oder Besichtigungsmöglichkeiten neue touristische Attraktionen zu schaffen. So halfen die Einnahmen aus der Windkraftnutzung der Gemeinde Mörsdorf eine der längsten Hängebrücken Europas, die Geierlay, als touristische Attraktion zu bauen.

3.13 Welchen Einfluss haben Windenergieanlagen auf ...

3.13.1 Vögel?

- WEA können für Vögel eine Gefahr darstellen. Im Vergleich zu anderen von Menschen gemachten Gefährdungen sind diese allerdings gering. Zusätzlich werden verschiedene Schutzmaßnahmen bei der Windparkplanung und dem Betrieb getroffen.

Häufig sind Berichte zu hören, denen zufolge durch WEA Jahr für Jahr viele tausende Vögel verletzt oder getötet werden. Und tatsächlich, WEA stellen eine nicht zu vernachlässigende Gefahr für bestimmte Vogelarten dar. Schätzungen zufolge gibt es jährlich in Deutschland ca. 100.000 sogenannte „Schlagopfer“. Zur Einordnung: an Glasscheiben sterben jährlich zwischen 100 und 115 Mio. Vögel, durch Hauskatzen zwischen 20 und 100 Mio. und im Straßen- und Bahnverkehr ca. 70 Mio. Im Vergleich zu den anderen genannten Todesursachen, sind insbesondere Greifvögel bzw. geschützte Vogelarten durch WEA bedroht. Diese sind im BNatSchG unter kollisionsgefährdete Vogelarten erfasst und geschützt. Demnach ist es notwendig, dass potenzielle Auswirkungen der Anlagen im Vorfeld betrachtet und bestmöglich minimiert werden. Grundsätzlich ist es nach § 44 Abs. 1 Bundesnaturschutzgesetz (BNatSchG) verboten, wild lebende Tiere besonders geschützter Arten zu stören, zu verletzen, zu töten oder ihre Fortpflanzung und Ruhestätten zu zerstören. Das BNatSchG führt in § 44 Abs. 5 Satz 2 dazu weiter aus, dass ein Verstoß gegen das Tötungsverbot nicht vorliegt, wenn unter Einbeziehung geeigneter Schutzmaßnahmen das Tötungsrisiko gegenüber dem „normalen Lebensrisiko“ nicht wesentlich erhöht wird. Die Einhaltung

dieser Rahmenbedingungen wird im Genehmigungsverfahren geprüft. Zur einheitlichen Bewertung wurde Ende 2021 der „Leitfaden Vogelschutz an Windenergieanlagen im Freistaat Sachsen“ veröffentlicht. Dieser listet die windkraftempfindlichen Vogelarten im Freistaat auf und macht Vorgaben wie die sogenannte „Signifikanzprüfung“ durchzuführen ist. Weiterhin werden verschiedene Schutzmaßnahmen angegeben. Eine etablierte Maßnahme ist beispielsweise, die Abschaltung der Anlage während Feldumbrucharbeiten oder der Mahd von landwirtschaftlichen Flächen, da diese Ereignisse eine Vielzahl von Vögeln anlocken. Relativ neu hingegen ist der Einsatz technischer Systeme zur automatisierten Vogelerkennung und Abschaltung der Anlage. Gemäß aktuellem Vogelschutzbericht, ist die Population windkraftempfindlicher Arten, trotz weiterem Ausbau der Windenergie, stabil oder sogar steigend.

3.13.2 Fledermäuse?

- Da WEA eine Gefahr für Fledermäuse darstellen können, werden mittlerweile umfangreiche Schutzmaßnahmen, welche auch die Anlagenabschaltung zu bestimmten Zeit beinhalten, umgesetzt.



LEITFADEN
FLEDERMAUSSCHUTZ
SACHSEN.PDF

Für Fledermäuse stellen WEA eine potenzielle Gefahr gleich in zweierlei Hinsicht dar. Einerseits besteht, wie bei Vögeln, die Gefahr einer Kollision mit den Rotorblättern, andererseits ist es möglich, dass die Tiere ein sogenanntes Barotrauma erleiden. Durch die Luftverwirbelungen und den Druckabfall hinter der Anlage, können die Lunge und die inneren Organe der Tiere stark geschädigt werden. Schätzungen gehen davon aus, dass jedes Jahr 200.000 dieser Tiere in Deutschland durch WEA sterben.

Auch der mögliche Einfluss der WEA auf Fledermäuse wird daher im Genehmigungsverfahren geprüft. Ein aktueller Leitfaden für den Fledermausschutz an Windenergieanlagen im Freistaat Sachsen ist veröffentlicht. Das heißt jedoch nicht, dass derzeit keine Schutzvorkehrungen für diese Tiere getroffen werden. Eine weitläufig etablierte Schutzmaßnahme ist beispielsweise die Abschaltung der Anlage zu bestimmten Zeiten. Verstärkte Flugaktivitäten zeigen die Tiere für gewöhnlich von März bis Oktober, zwischen Sonnenunter- und aufgang, bei geringer Windgeschwindigkeit und bestimmten Temperaturen. In diesen Zeiträumen werden die Anlagen abgeschaltet, um das Risiko zu minimieren. Ergänzt wird dieser Abschaltalgorithmus häufig um ein sogenanntes Gondelmonitoring. Da die soeben angesprochenen Zeiträume eher grobe Richtwerte sind, wird hierbei die genaue Aktivität der Tiere vor Ort erfasst und der Abschaltalgorithmus entsprechend angepasst. In vielen Fällen werden diese pauschalen Abschaltungen sowie ein zweijähriges Gondelmonitoring von den Genehmigungsbehörden als Auflage zur Genehmigung der WEA festgelegt. Der über die Aktivitätswerte des Gondelmonitorings ermittelte Betriebsalgorithmus ist so auszurichten, dass im Regelfall die Zahl der verunglückten Fledermäuse bei unter zwei Tieren pro WEA und Jahr liegt.

3.13.3 Insekten?

- Die negativen Auswirkungen von WEA, insbesondere im Vergleich zu anderen Einflussfaktoren, wie beispielsweise der Landwirtschaft, sind nach aktuellem Stand der Forschung äußerst gering.

In den letzten Jahren hat sowohl die absolute Anzahl als auch die Artenzahl der Insekten deutlich abgenommen. Grund dafür sind vor allem die intensive landwirtschaftliche Nutzung der Flächen, das Ausbringen von Pestiziden, die verstärkte Häufigkeit von Monokulturen, die Zerstörung von Lebensräumen durch Ausbau der Infrastruktur und der Klimawandel.

Ob und wie weit WEA ebenso zu diesem Rückgang beitragen, wurde bislang so gut wie nicht untersucht. Eine Hochrechnung aus dem Jahr 2019 vom Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt kommt zu dem Schluss, in den Sommermonaten würden täglich zwischen 5 und 6 Milliarden Insekten oder rund 1.200 t pro Jahr an WEA sterben. Diese Zahlen basieren jedoch nicht auf einer tatsächlichen Erfassung, sondern auf Zahlen aus Literaturrecherchen und Hochrechnungen. In einem Faktenpapier des Bundesamtes für Naturschutz heißt es dazu:

„Die vom Autor zitierten Quellen zum Insektenrückgang, zum Ausbau der Windenergie, Fotos von kollidierten Insekten an Rotorblättern bzw. Stromertragsverlusten durch Rotorblattverschmutzung, sind kein Beleg für einen kausalen Zusammenhang. Vielmehr wurde vom Autor nicht berücksichtigt, dass die Hauptursachen (wie z. B. Flächen und Lebensraumverluste, die Intensivierung der Landnutzung oder auch der Einsatz von Pflanzenschutzmitteln) bereits über einen langen Zeitraum wirken. Gegenüber den für den Insektenrückgang bislang nachgewiesenen Hauptursachen hat der massive Ausbau der Windenergie in der Fläche erst in den letzten 10–15 Jahren eingesetzt. Es zeigt sich zudem, dass

der Insektenrückgang eine weltweit feststellbare Entwicklung ist, auch in Regionen, in denen es noch keine oder kaum Windräder gibt.“ (BfN, 2019, S. 2 f.) Eine Untersuchung aus dem Jahr 2021 beschäftigte sich mit der Frage, ob WEA eine Anlockwirkung auf nachtaktive Insekten haben. Dieser Frage wurde mit Hilfe von Lichtfallen nachgegangen. Im Ergebnis wurde festgestellt, dass die Insektdichte auf Nabenhöhe der Anlagen weitaus geringer war als erwartet. Im Ergebnis wird davon ausgegangen, dass WEA nicht zum Artenschwund der Insekten beitragen.

3.14 Können Windenergieanlagen das (Mikro)Klima beeinflussen?

- Ja. Windenergieanlagen können einen temporären Einfluss auf das Mikroklima haben. Temporär deshalb, da der Einfluss nur während des Betriebes der Anlage auftritt.

Beim Betrieb einer WEA kommt es auf der Hinterseite des Rotors zu einer Verwirbelung der Luft. Weiterhin hat der Wind auf der Rückseite eine geringere Geschwindigkeit als auf der Vorderseite, da diesem Energie entzogen wurde. Das ist auch der Grund, warum bei der Planung von Windparks gewisse Mindestabstände zwischen den Anlagen eingehalten werden müssen. Dieser Umstand wird als Nachlauf- oder Wake-Effekt bezeichnet. Dabei kommt es auch zu einer Verwirbelung der unteren mit den oberen Luftschichten, was wiederum zu einer Zunahme der Lufttemperatur am Boden führen kann. Dieser Effekt ist besonders in der Nacht spür- bzw. messbar, da am Tag ohnehin eine stärkere Durchmischung der Luft durch Konvektion gegeben ist. WEA können also durchaus einen Einfluss auf das Mikroklima haben. Dieser ist jedoch, insbesondere im Vergleich zu fossilen Kraftwerken, relativ gering und verschwindet sobald die Anlage abgeschaltet wurde.



3.15 Wird der Einfluss von Windenergieanlagen auf das Landschaftsbild bei der Planung berücksichtigt?

- Ja. Sowohl bei der Festlegung von Windenergiegebieten als auch im Rahmen des Genehmigungsverfahrens.

Insbesondere durch die zunehmende Größe der Anlagen sind diese häufig weithin sichtbar. Demnach ist es nachvollziehbar, dass der Einfluss auf das Landschaftsbild einer der häufigsten Kritikpunkte im Zusammenhang mit der Nutzung der Windenergie ist. Naturlandschaften, also Bereiche in denen sich die Natur vollkommen ungestört entwickeln konnte, sind heute in Deutschland kaum mehr zu finden. Über Jahrhunderte hat der Mensch diese stark beeinflusst und für eine stetige Veränderung gesorgt.

Der Schutz bzw. der Einfluss der WEA auf das Landschaftsbild wird an mehreren Stellen der Planung berücksichtigt. So ist die Errichtung von WEA in bestimmten Landschaftsschutzgebieten bisher aufgrund eines gültigen Regionalplanes ausgeschlossen. Durch die Pflicht der Regionalen Planungsverbände, 2 % der jeweiligen Fläche auszuweisen, können nun auch ehemalige Landschaftsschutzgebiete als zukünftige Windenergiegebiete in Frage kommen.

Weiterhin wird der Eingriff in das Landschaftsbild auch im Genehmigungsverfahren nach BImSchG berücksichtigt. Dazu wird der Einfluss der Anlagen auf das Landschaftsbild beurteilt. Dazu erstellt der Projektierer häufig Visualisierungen, die verschiedene Sichtachsen mit den zu errichtenden Anlagen darstellen. Durch den Vorrang des Ausbaus der erneuerbaren Energien nach § 2 EEG soll das Landschaftsbild nun aber lediglich in Ausnahmefällen noch Vorrang erhalten.

Historische Denkmäler sind nicht direkt von der Errichtung der Anlagen betroffen. Dennoch regeln die Landesdenkmalschutzgesetze, inwiefern ein Umgebungsschutz für Denkmäler in der Kulturlandschaft besteht. Hierbei wird oftmals die unmittelbare Umgebung betrachtet. Die Fernwirkung von Windparks auf Denkmäler wird nur begrenzt berücksichtigt. Insbesondere durch § 2 EEG müssen künftig besonders gewichtige Gründe des Denkmalschutzes vorliegen, um innerhalb der in § 35 BauGB vorzunehmenden Abwägung zu dem Ergebnis zu kommen, dass die Baugenehmigung für die geplante Windenergieanlage aus Gründen des Denkmalschutzrechts zu versagen ist.

Für den Eingriff in die Landschaft müssen Ersatzmaßnahmen nach §15 BNatSchG erfolgen. Je nachdem kann der Eingriff in die Natur und Landschaft durch Realkompensation, wie den Abriss alter Gebäude, oder durch Ersatzgeldzahlungen geleistet werden.

4 TEILHABEMÖGLICHKEITEN

4.1 Gibt es Möglichkeiten zur finanziellen Teilhabe der Kommune?

- Ja. Kommunen können sogar durch verschiedene Mechanismen profitieren.

Sächsische Kommunen auf deren Gebiet sich WEA befinden, können auf unterschiedliche Weise finanziell von den Anlagen profitieren:

> **Erneuerbare-Energien-Ertragsbeteiligungsgesetz (EEErtrBetG)**
Nach dem im Juni 2024 beschlossenen Gesetz, müssen Kommunen in Sachsen an den Erträgen von Wind- oder PV-Freiflächenanlagen (PV-FFA) beteiligt werden. Das Gesetz gilt für Betreiber aller Anlagen,

die eine Genehmigung nach dem 31.12.2024 erlangt haben. Für WEA ab einer Leistung von 1 MW müssen mindestens 0,2 ct/kWh gezahlt werden, für PV-FFA 0,1 ct/kWh. Die Kommunen können im Rahmen einer Individualvereinbarung mit dem Betreiber eine Zahlung bis zum Doppelten des genannten Wertes verhandeln. Das Geld, das die Betreiber jährlich zahlen, ist zweckgebunden und muss für Projekte vor Ort ausgegeben werden.

> § 6 EEG

Nach § 6 EEG können die Anlagenbetreiber den betroffenen Kommunen Zahlungen von bis zu 0,2 ct pro eingespeister kWh zahlen. Als betroffen gelten alle Kommunen, die sich im Umkreis von 2.500 m um die WEA befinden. Sollte der 2.500 m Radius mehrere Kommunen erfassen, dann erfolgt die Zahlung anteilig zur Fläche. Je nach Anlagentyp und Standort unterscheidet sich der Energieertrag deutlich. Bei modernen WEA kann jedoch durchaus von jährlichen Zahlungen zwischen 20.000 und 40.000 Euro pro Anlage ausgegangen werden. Eine Zahlung nach § 6 EEG kann im Rahmen der Individualvereinbarung des Erneuerbaren-Energien-Ertragsbeteiligungsgesetzes vereinbart werden.

> Pachteinnahmen

Zur Errichtung der WEA werden mit den jeweiligen Grundstückseigentümern Pachtverträge für den Standort, die Abstandsflächen sowie für Stromleitungen und Wege abgeschlossen. Sofern sich im betreffenden Gebiet auch Flurstücke im Besitz der Kommune befinden, ergeben sich hieraus laufende Pachtzahlungen. Die Höhe kann dabei stark variieren. Häufig wird ein fester Prozentsatz des erzielten Erlöses aus dem Stromverkauf für die Eigentümer vereinbart.

> Gewerbesteuer

Die Zerlegungsmaßstab der Gewerbesteuer in § 29 Gewerbesteuergesetz (GewStG) wurde für Wind- und Solarparks ebenfalls im Jahr 2021 angepasst. Nunmehr entfallen 90 % der Gewerbesteuer auf die Kommune, in deren Gebiet sich die WEA befindet und lediglich 10 % auf die Kommune, in der der Betreiber der Anlagen seinen Sitz hat.

4.2 Gibt es Möglichkeiten zur finanziellen Teilhabe der Bürger?

- Ja. Es gibt verschiedene Möglichkeiten um Bürger finanziell an den Projekten zu beteiligen. Insbesondere bei direkten Beteiligungsmöglichkeiten sollten jedoch auch die möglichen Risiken einer Investition bedacht werden.

Es gibt viele verschiedene Möglichkeiten um Bürger an EE-Projekten zu beteiligen. Grundlegend kann zwischen direkten und indirekten Teilhabemöglichkeiten unterschieden werden.

Bei indirekten Teilhabemöglichkeiten erfolgt keine direkte Investition in das Projekt. Vielmehr profitieren die Bürger von der Wertschöpfung, die durch die entsprechenden Anlagen entsteht. Beispielsweise wenn die Zahlungen an die Kommune nach § 5 EEErtrBetG verwendet werden, um neue Spielplätze anzulegen, eine Sporthalle zu bauen oder ähnliches. Teilweise werden von den Betreibern auch vergünstigte Bürgerstromtarife angeboten oder Bürgersparbriefe in Zusammenarbeit mit einer Bank ausgegeben.

Von einer direkten finanziellen Teilhabemöglichkeit spricht man, wenn Investitionen in das Projekt ermöglicht werden. Dies kann entweder in Form einer Fremdkapital- oder einer Eigenkapitalbeteiligung erfolgen.

Bei einer Fremdkapitalbeteiligung wird dem Betreiber bspw. Geld für das Projekt über einen Darlehensvertrag geliehen. Der verliehene Betrag wird entsprechend verzinst. Eine häufige Form ist die sogenannte Schwarmfinanzierung durch Nachrangdarlehen. Weiterhin gibt es auch in Sachsen bereits Bürgerenergiegenossenschaften, die PV- und vereinzelt Windprojekte umgesetzt haben.

Bei einer Eigenkapitalbeteiligung erwirbt der Käufer Teile der Projektgesellschaft, beispielsweise indem er als Kommanditist in die GmbH & Co. KG eintritt. Zu beachten ist hierbei stets, dass mit der Investition in ein Projekt auch immer ein unternehmerisches Risiko eingegangen wird.

GIBT ES NOCH FRAGEN, DIE UNBEANTWORTET
GEBLIEBEN SIND? SCHREIBEN SIE UNS GERN.

info@saena.de

Hinweis zur sprachlichen Gleichstellung:
Aus Gründen der besseren Lesbarkeit und Verständlichkeit wird auf die Anwendung der geschlechtergerechten Sprache verzichtet. Personen und Funktionsbezeichnungen gelten für alle Geschlechtsidentitäten.

Bildnachweis:
Titel: ©industrieblick/stock.adobe.com
S.4: ©PhotoGranary/stock.adobe.com
S.13: ©engel.ac/stock.adobe.com
S.16: ©TanTanika/pixabay.com
S.19: ©mhollaen/pixabay.com
S.20: ©fotoblend/pixabay.com
S.27: ©Skitterphoto/pixabay.com

QUELLEN UND WEITERFÜHRENDE INFORMATIONEN

BfN (2019):

„Insektenrückgang potenzieller Einfluss der Windenergienutzung in Deutschland?“

BMWK (2023):

„Erneuerbare Energien in Zahlen“

BMWK (2021):

„Zeitreihen zur Entwicklung der erneuerbaren Energien in Deutschland 1990/2020“

BMWK (2023):

„Stromspeicher-Strategie“ **BNetzA (2021):**
„Quartalsbericht Netz und Systemsicherheit Gesamtes Jahr 2020“

BNetzA (o.J.):

„Ausschreibungen zur Ermittlung der finanziellen Förderung von Windenergieanlagen an Land“

BNetzA (2018):

„Gleiche Netzentgelte für alle“

Bundesregierung (2022):

„Stromkunden werden entlastet“

DDA, BfN, LAG VSW (2019):

„Vögel in Deutschland – Übersichten zur Bestandssituation“

Deutsche WindGuard GmbH (2017):

„Wirtschaftlichkeit unterschiedlicher Nabenhöhen von Windenergieanlagen“

DFBEW (2021):

„Ökologische Kompensation beim Bau von Onshore Windparks und Photovoltaik-Freiflächenanlagen in Deutschland und Frankreich“

DIW (2021):

„100 Prozent erneuerbare Energien für Deutschland: Koordinierte Ausbauplanung notwendig“

DIW (2021):

„100 % Erneuerbare Energien für Deutschland: Koordinierte Ausbauplanung notwendig“

Endura kommunal (2022):

„Häufig gestellte Fragen zum Flächenpooling“

EnergieAgentur.NRW GmbH (2017):

„Faktencheck Windenergie und Immobilienpreise – Dokumentation der Veranstaltung“

EnergieAgentur NRW GmbH (2018):

„Windenergie und periodischer Schattenwurf“

FA Wind (2015):

„Bauleitplanung und Windenergie – Zum Verhältnis von Raumordnungsplanung und Bauleitplanung“

FA Wind (2015):

„Mehr Abstand – mehr Akzeptanz?“

FA Wind (2016):

„Kompensation von Eingriffen in das Landschaftsbild durch Windenergieanlagen“

FA Wind (2017):

„Frühzeitige Öffentlichkeitsbeteiligung im Kontext der Windenergie“

FA Wind (2018):

„Was tun nach 20 Jahren?“

FA Wind (2019):

„Eiswurf und Eisfall an Windenergieanlagen“

FA Wind (2020):

„Fledermausschutz an Windenergieanlagen“

FA Wind (2021):

„Entwicklung der Windenergie im Wald“

FA Wind (2021):

„Rückbau von Windenergieanlagen – Ein Blick auf die Rückbauverpflichtung und weitere städtebauliche Instrumente“

FA Wind (2021):

„Umsetzung der bedarfsgesteuerten



Nachtkennzeichnung“

FA Wind (o.J.):

„Ablauf des Genehmigungsverfahrens für Windenergieanlagen“

Fraunhofer ICT (o.J.):

„Recycling von Windkraftanlagen“

Fraunhofer IEE (2022):

„Netzregelung 2.0. Stromrichter können das Verbundnetz auch mit sehr hohen Anteilen erneuerbarer Energien stabil halten“

Fraunhofer ISE (2022):

„Öffentliche Netztromerzeugung in Deutschland im Jahr 2022“

Fraunhofer ISE (2012):

„100 % Erneuerbare Energien für Strom und Wärme in Deutschland“

Gardt, Broekel, Gareis, Litmeyer (2017):

„Einfluss von Windenergieanlagen auf die Entwicklung des Tourismus in Hessen“

Hübner, Pohl (2010):

„Akzeptanz und Umweltverträglichkeit der Hinderniskennzeichnung von Windenergieanlagen“

Koch, Holzheu, Hundhausen (2022):

„Windenergieanlagen und Infraschall: Keine Evidenz für gesundheitliche Beeinträchtigungen – eine physikalische, medizinische und gesellschaftliche Einordnung“

LandesEnergieAgentur Hessen GmbH, 2015:

„Faktenpapier Windenergie und Infraschall“

LandesEnergieAgentur Hessen GmbH (2017):

„Faktenpapier Windenergie in Hessen: Landschaftsbild und Tourismus“

LandesEnergieAgentur Hessen GmbH (2017):

„Faktenpapier Windenergie in Hessen

Tourismus und Landschaftsbild“

LandesEnergieAgentur Hessen GmbH (2018):

„Faktenpapier Sicherheit von Windenergieanlagen“

LandesEnergieAgentur Hessen GmbH (2021):

„FaktenUpdate Windenergie und Infraschall“

NABU (o.J.):

„Das große Vogelsterben“

NABU (o.J.):

„Insektensterben in Deutschland“

Pohl, Faut, Mausfeld (1999):

„Belästigung durch periodischen Schattenwurf von Windenergieanlagen“

Quack, HeinzDieter (o.J.):

„Windenergie und Tourismus“

r2b energy consulting GmbH,

Consentec GmbH, Fraunhofer ISI,

TEP Energy GmbH (2021):

„Monitoring der Angemessenheit der Ressourcen an den europäischen Strommärkten“

Sächsische Ökokontoverordnung (2008)

SAENA (2021)

„Checkliste für die Vorbereitung von Dialogveranstaltungen“

Sächsisches Staatsministerium für Energie,

Klimaschutz, Umwelt und Landwirtschaft

(2023):

„Genehmigungsverfahren für Windenergieanlagen“

SMEKUL (2021a):

„Energie- und Klimaprogramm Sachsen 2021“

SMEKUL (2021b):

„Leitfaden Vogelschutz an Windenergieanlagen im Freistaat Sachsen“

SMNK (2021):

„Anlockwirkung von Windenergieanlagen

auf nachtaktive Insekten“

SMUL, SMI (2016):

„Gemeinsame Hinweise des SMUL und des SMI zur Rückbaupflichtung und Sicherheitsleistung gemäß § 35 Abs. 5 BauGB“

Statista (2022):

„Anteil Erneuerbarer Energien am Endenergieverbrauch in Deutschland in den Jahren 2004 bis 2022“

StromReport (2022):

„Strompreis Zusammensetzung“

Strom Report (2024):

Strompreiszusammensetzung

UBA (2018):

„Emissionsbilanz erneuerbarer Energieträger“

UBA (2019)

„Entwicklung eines Konzepts und Maßnahmen für einen ressourcensparenden Rückbau von Windenergieanlagen“

UBA (2019):

„Nutzung von Flüssen: Wasserkraft“

UBA (2021):

„Aktualisierung und Bewertung der Ökobilanzen von Windenergie und Photovoltaikanlagen unter Berücksichtigung aktueller Technologieentwicklungen“

UBA (2021):

„Kapazitätskredit erneuerbarer Energien – welchen Beitrag zur Versorgungssicherheit können Wind und Solarenergie leisten?“

UBA (2021):

„Themenpapier Genehmigungsverfahren“

UBA (2021):

„Themenpapier Natur und Artenschutz“

UBA (2021):

„Themenpapier Planungsverfahren“

UBA (2021):

„Themenpapier Windenergie im Wald“

UBA (2022):

„Bioenergie“

UMK (2020):

„Standardisierter Bewertungsrahmen zur Ermittlung einer signifikanten Erhöhung des Tötungsrisikos im Hinblick auf Brutvogelarten an Windenergieanlagen (WEA)an Land – Signifikanzrahmen“

Windenergie Handbuch (2023):

„Rechtsrahmen für den Windenergieausbau“

Windmesse (2022):

„Nächster Offshore-Windpark fährt hoch“

Wirtschaftsdienst (2022):

„Flächenziele für die Windenergie: Wie zielführend ist das neue Wind-an-Land-Gesetz?“

Wissenschaftliche Dienste (2020):

„Lokale mikroklimatische Effekte durch Windkrafttröder“

Wissenschaftliche Dienste (2020):

„Windkraftanlagen – Technische Aspekte der Schallemissionen“



www.sachsen-erneuerbar.de



www.saena.de