



Für das Erreichen der Klimaneutralität ist eine erneuerbare Energieversorgung wesentlich. Da auf dem Weg in eine klimaneutrale Zukunft eine Vielzahl an Prozessen elektrifiziert wird, ist von einer deutlichen Erhöhung des Strombedarfs auszugehen. Zur Deckung desselben werden Windenergieanlagen eine wichtige Rolle spielen.

Mit dieser Zusammenstellung möchten wir auf häufig gestellte Fragen zum Thema Windenergie näher eingehen. Als gemeinsame Diskussionsgrundlage für die Transformation des Energiesektors in unserer Region als einen wichtigen Beitrag zu einer klimaneutralen Zukunft.

## ENERGIEWENDE UND WINDENERGIE ALLGEMEIN

### Können erneuerbare Energien die Grundversorgung garantieren?

Ja, der Mix aus verschiedenen Energieträgern macht es möglich.

Die Erzeugung von Wind- und Solarstrom unterliegt witterungsbedingten Schwankungen. Für diese Herausforderung gibt es allerdings Lösungen: kombinieren, verteilen, speichern. Es gibt eine Reihe von Möglichkeiten, eine verlässliche Grundversorgung durch Windenergie zu gewährleisten: Zum Beispiel durch den bundesweiten Ausbau der Windenergie, die Kombination mit anderen erneuerbaren Energiequellen, der weitere Ausbau von Speichertechnologien oder die Kombination mit flexiblen Gaskraftwerken. Denn meist scheint entweder die Sonne oder der Wind weht, so dass an fast allen Tagen im Jahr ausreichend Energie geliefert werden kann. Aus Biomasse, Wasserkraft und Geothermie kann wetterunabhängig immer Strom gewonnen werden. So können naturbedingte Schwankungen bei der Einspeisung von Windenergie ausgeglichen werden. In keiner Weise gefährdet der Ausbau der Windkraft die Grundversorgung.

Quelle: DIW Berlin (2021): [100 Prozent erneuerbare Energien für Deutschland: Koordinierte Ausbauplanung notwendig](#)

### Welche Bedeutung hat die Windenergie in Deutschland?

Die Stromerzeugung aus Windkraftanlagen spielt im deutschen Strommix eine bedeutende Rolle. Im Jahr 2022 betrug der Anteil der Windenergie an der Nettostromerzeugung ca. 25%. Rund die Hälfte des Stroms aus erneuerbaren Energien wird von Windkraftanlagen produziert. Dieser Strom wird, im Gegensatz zu Photovoltaikstrom, vor allem in den Herbst- und Wintermonaten in das Stromnetz eingespeist. Das ist wichtig, denn unser elektrischer Energiebedarf in diesen Monaten wächst beispielsweise mit zunehmendem Einsatz von Wärmepumpen.

Der Anteil aus Windenergie am deutschen Strommix soll weiter steigen. Dies gibt das Erneuerbare-Energien-Gesetz vor. Ende 2022 waren ca. 60 Gigawatt Windenergie-Leistung an Land installiert. Bis 2030 soll ca. doppelt so viel Leistung installiert sein.

**Weitere Informationen:** [Umweltbundesamt – Flächen für die Windenergie an Land](#)

## Sind erneuerbare Energien teuer?

Wind- und Solarenergie-Anlagen produzieren bereits heute günstigeren Strom als neue Kohle-, Gas-, oder Atomkraftwerke.

Strom aus Wind- und Solaranlagen sind bei Vollkostenbetrachtung die kostengünstigste Form der Stromgewinnung. Das haben die Ausschreibungsergebnisse der Bundesnetzagentur gezeigt. Demnach produzieren beide Technologien für rund 6 Cent/kWh klimafreundlichen Strom.

Unabhängig von der Energiewende müssten in den kommenden Jahrzehnten rund 40 Prozent der deutschen Stromerzeugungskapazitäten ersetzt werden. Darunter sind neben den Atommeilern auch viele alte Kohlekraftwerke. Diese mit der gleichen Technologie ersetzen zu wollen, wäre sehr viel teurer und stände im Widerspruch zu den Klimaschutzzielen der Bundesrepublik.

Quellen:

Fraunhofer Institut für Solare Energiesysteme (ISE). [Stromgestehungskosten für Erneuerbare Energien 2018](#)

Forum Ökologisch Soziale Marktwirtschaft (FÖS). [Was Strom wirklich kostet](#)

Fraunhofer ISE (2021): [Studie: Stromgestehungskosten erneuerbare Energien](#)

## Wer entscheidet, welche Flächen für Windenergieanlagen ausgewiesen werden?

Die generellen Ziele werden von der Landesregierung festgelegt. Zur Erreichung des Klimaschutzziels sollen Gebiete in einer Größenordnung von mindestens 2 % der Landesfläche für die Nutzung von Windenergie und Photovoltaik auf Freiflächen genutzt werden.

Zum 1. Januar 2024 hat der Regionalverband Bodensee-Oberschwaben einen Entwurf des Teilregionalplans Energie für die Region fertiggestellt und zur Anhörung offengelegt. Dieser zeigt die aktuell in Frage kommenden Gebiete für Windenergie- und PV-Freiflächenanlagen auf.

**Weitere Informationen:** [rvbo-energie.de](http://rvbo-energie.de)

## Lohnen sich Windkraftanlagen im Süden Deutschlands? Sollte man Windkraftanlagen nicht lieber im Norden bauen?

Durch das Wind-an-Land-Gesetz des Bundes (2022) und das Klimaschutzgesetz des Landes Baden-Württemberg (2023) wurde festgelegt, dass jede Region ihren Teil zur Energiewende in Deutschland beitragen muss. Der bis jetzt wenig bebaute Süden Deutschlands ist deshalb gesetzlich verpflichtet Windkraftanlagen zu errichten. Der Ausbau ist sogar politisch gewollt, da Anlagen an windschwachen Standorten eine höhere Einspeisevergütung erhalten.

Aufgrund des schleppenden Ausbaus von Stromleitungen in den Süden und des größer werdenden Nord-Süd-Gefälles im Stromsektor ist dieses Ziel richtig und wichtig.

In den letzten Jahren hat sich dabei auf technischer Sicht so viel verändert, dass Flächen, die früher aufgrund der geringeren Windhöflichkeit ausgeschlossen wurden, heute wieder interessant für die Errichtung von Windkraftanlagen werden.

Aufgrund der höheren Nabenhöhe erreichen Anlagen zum einen windstärkere Zonen und zum anderen konnten dadurch die Rotorblätter und damit auch die überstrichene Fläche der Flügel vergrößert werden. Mit Hilfe größerer Generatoren können Anlagen dann deutlich mehr Energie produzieren.

**Weitere Informationen:** [Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg](#)

## Beeinträchtigen Windenergieanlagen den Tourismus vor Ort?

Kritiker befürchten, dass Windenergieanlagen durch den Eingriff in das Landschaftsbild zu abnehmenden Besucher- und Einwohnerzahlen führen oder sogar den Tourismus negativ beeinträchtigen würden.

Umfragen zeigen jedoch, dass Windenergieanlagen auch ein positives Image haben und zu einem sinnvollen Tourismus beitragen können. Sie stehen für Innovation, Zukunftsorientierung, Nachhaltigkeit und ökologischen Fortschritt. Inzwischen werden sogar Windparks aktiv in Tourismuskonzepte eingebunden (*neue energie (09/2014): Das Ziel heisst: Erneuerbar. Tourismus und Windkraft sind kein Gegensatz, J.-R. Zimmermann, Berlin 2014, S. 29*).

Ob Windenergieanlagen positiv oder negativ gesehen werden, hängt vor allem von den zu Grunde liegenden Wertvorstellungen der jeweiligen Touristen ab. Befürworter von Windenergieanlagen nennen als Argumente den Umweltschutz, die Einstellung gegen Atomkraft und den Wunsch nach „sauberem“ Strom. Andere wiederum verweisen vor allem auf die Optik, die Kosten und den Naturschutz.

### Weitere Informationen:

[Studie aus Schleswig-Holstein zum Einfluss der Windenergie auf den Tourismus Energiewende und Tourismus](#)

[Position der Reisewirtschaft zum Klimaschutz](#)

## Sinken Immobilienpreise aufgrund von Windenergieanlagen?

Windenergieanlagen haben nachweislich keine negativen Preiseffekte auf Immobilien. In strukturschwachen Regionen schaffen sie sogar Werte.

Bei der Errichtung von Windenergieanlagen werden gesetzliche Immissionswerte und Mindestabstände berücksichtigt, wodurch eine Minderung der Wohn- und Wertqualität der Umgebung verhindert wird. Der Wert einer Immobilie hängt vielmehr von einer ganzen Reihe von Faktoren ab, grundlegend von Angebot und Nachfrage. Das bestätigt auch ein Urteil des Bundesverwaltungsgerichts, in dem darauf verwiesen wird, dass die konkrete Stärke einer Emissionsquelle nur einer unter vielen Faktoren ist, welcher die Belastung eines Schutzobjekts bestimmt.

Die [Energieagentur NRW](#) kommt zu dem Ergebnis, „dass Windenergieanlagen keinen dauerhaft negativen Einfluss auf die Immobilienwerte haben.“ Und auch nach Einschätzung der EBZ Business School in Bochum ist ein negativer Einfluss von Windenergieanlagen auf die Entwicklung von Immobilienpreisen nicht belegbar. Betrachtet man den Zuzug von Arbeitskräften in den ländlichen Raum sowie die regionale Wertschöpfung durch den Ausbau der Windenergie, so kann vielmehr unterstellt werden, dass diese insbesondere in strukturschwachen Regionen eher positiv auf die Entwicklung der Immobilienpreise wirkt.

### Weitere Informationen:

[Urteil des Bundesverwaltungsgerichts](#)

[Informationen Eifel Energiegesellschaft](#)

[regierung-mv.de/Landesregierung/em/Energie/Wind/Fragen-und-Antworten/](http://regierung-mv.de/Landesregierung/em/Energie/Wind/Fragen-und-Antworten/) (Vortrag Nr. 5: Prof. Dr. Günter Vornholz: „Schaden Windenergieanlagen den Immobilienpreisen?“ Vortrag & Diskussion am 15. September 2015)

[Faktencheck Windenergie und Immobilienpreise](#)

# BAU, ANLAGENTECHNIK UND BETRIEBSFÜHRUNG

## Welche Dimensionen haben Fundament, Turm und Rotor einer modernen Windkraftanlage?

Volumen und Gewicht einer Windenergieanlage (Beispiel: Vestas V-172)

Nabenhöhe	175 m
Rotordurchmesser	172 m
Gesamthöhe	261 m
Überstrichene Fläche	ca. 23.200 m <sup>2</sup>
Durchmesser Fundament:	26 m
Gewicht Rotorblatt	ca. 25 t
Windgeschwindigkeiten Betrieb	3–25 m/s
Drehzahl	4,3–12,1 U/min
Energierücklaufzeit	ca. 6–7 Monate
Recyclingrate	86,6%

## Welche Fläche wird für eine Windenergieanlage benötigt?

Insgesamt wird etwa eine Fläche von rund 1,2 bis 1,3 Hektar für den Bau einer modernen Windenergieanlage benötigt. Nur ein Teil dieser Fläche wird für die Betriebsdauer offengehalten. Mehr als die Hälfte der Fläche wird nach Inbetriebnahme wieder bepflanzt, der Rest an überbauter Fläche wird an anderer Stelle durch Naturschutzmaßnahmen, z. B. Aufforstungen wieder ausgeglichen. Je nach Anlagentyp und topographischen Bedingungen kann die in Anspruch genommene Fläche auch größer ausfallen.

Im Vergleich zu anderen Formen der erneuerbaren Stromerzeugung haben Windkraftanlagen mit deutlichem Abstand die beste Flächeneffizienz. Mit einem Hektar landwirtschaftlicher Fläche kann man durch Biogas ca. 0,02 GWh Strom im Jahr erzeugen. Auf der gleichen Fläche schafft eine Photovoltaik-Anlage das Fünzigfache, also 1 GWh. Je nach Standort und Windhöflichkeit produziert eine Windkraftanlage mit einem Flächenbedarf von gut einem Hektar ca. 10 GWh Strom pro Jahr. Also nochmal zehn Mal mehr als die PV-Anlage.

Quelle: [biogas.fnr.de/daten-und-fakten/faustzahlen](http://biogas.fnr.de/daten-und-fakten/faustzahlen)

## Wie lange dauert es, bis eine Windenergieanlage den Strom produziert hat, der für ihre Produktion benötigt wurde?

Schon nach drei bis sieben Monaten hat eine Windenergieanlage den Strom produziert, der für ihre Herstellung benötigt wurde. Während ihrer Laufzeit von 20 Jahren erzeugt sie gut 40– bis 70–mal so viel Energie, wie für ihre Herstellung, Nutzung und Entsorgung eingesetzt wird. Rechnet man die Wiederverwertung der Materialien in die Ökobilanz mit ein, erzeugt eine Anlage sogar bis zu 90–mal mehr Energie. Keine andere Anlage zur Stromerzeugung hat sich bereits nach so kurzer Zeit energetisch amortisiert.

Quelle: [Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz](http://Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz)

## Welche Gründe gibt es für einen Stillstand der Anlage?

Die Windkraft gehört zu den volatilen oder auch fluktuierenden Energieerzeugungsarten. Windkraftanlagen produzieren Strom nicht gleichmäßig, sondern schwankend.

Diese Eigenschaft gehört bei diesen Anlagen mit dazu. Trotz der Stillstandzeiten sind Windkraftanlagen wirtschaftlich und leisten einen substantziellen Beitrag zum Klimaschutz. Neben fehlendem Wind gibt es noch andere Gründe für einen vorübergehenden Stillstand der Rotorblätter: Zum einen können Windparks im Zuge der immissionsschutzrechtlichen Genehmigung zu Abschaltungen verpflichtet werden. Werden beispielsweise Schattenzeiten oder Schallpegel zu bestimmten Zeiten überschritten, wird die Anlage auch trotz Wind abgeschaltet.

Auch für den Artenschutz können Abschaltzeiten festgelegt werden. Beispielsweise in den Abendstunden für den Fledermausschutz.

Eisansatz bei bestimmten Wetterbedingungen, lokale Netzüberlastungen und regelmäßige Wartungen führen ebenfalls zu Stillständen.

Häufig nehmen die Stillstände eine untergeordnete Rolle im Verhältnis zum Gesamtertrag ein. Die Stillstandzeiten werden bereits in den Windgutachten berücksichtigt und sind somit Grundlage für die Investitionsentscheidung.

## Sind Windenergieanlagen sicher?

Windenergie-Anlagen gehören zu den sichersten Bauwerken.

Windkraft-Anlagen werden in Deutschland auf Basis der Richtlinie des Deutschen Instituts für Bautechnik (DIBt) typengeprüft und genehmigt. Diese Typenprüfung bildet die Basis für Baugenehmigungen. Während der Aufstellung findet eine Bauüberwachung statt. Mit Inbetriebnahme werden alle Komponenten, die den Betrieb und die Sicherheit beeinflussen können, abgenommen. Alle zwei bis vier Jahre findet in der Betriebsphase die wiederkehrende Prüfung statt. Dabei wird der Anlagenzustand durch anerkannte Sachverständige im Hinblick auf Sicherheit und ordnungsgemäße Wartung untersucht. Turnusmäßig werden zudem Steuerelemente, Rotorblätter, Triebstrang und alle weiteren sicherheitsrelevanten Verschleißteile geprüft.

Auch die niedrigen Versicherungsprämien für Haftpflicht (rund 60 Euro im Jahr) und die Tatsache, dass die Versicherung für Maschinenbruch- und Ertragsausfallversicherung in der Regel in die Service- bzw. Wartungsverträge einkalkuliert sind, weisen darauf hin, dass die Schadenquoten absolut gering sind. Etablierte Abstände zu Wohnbebauungen und Straßen gewährleisten größtmöglichen Schutz.

Quelle: [Hessisches Ministerium für Wirtschaft, Energie, Verkehr und Landesentwicklung](#)

## Wie hoch ist die Brandgefahr bei Windenergieanlagen?

Brände von Windenergie-Anlagen sind äußerst selten. Nach einer aktuellen Veröffentlichung der Landesenergieagentur Hessen aus dem Jahr 2018 gab es in Deutschland an Land zwischen 2005 und 2015 insgesamt 62 Brandvorfälle (Vollbrände, Kleinbrände oder Schwelbrände). Bezogen auf den Gesamtanlagenbestand von über 17.500 Anlagen (2005), beziehungsweise mehr als 25.800 Anlagen (2015), liegt der Anteil von Brandereignissen an Windrädern pro Jahr in einem Bereich von lediglich 0,01 bis 0,04 Prozent.

Die für die Konstruktion von Windenergie-Anlagen verwendeten Baustoffe bestehen größtenteils aus nicht brennbaren Materialien (Metalle und Stahlbeton). Jede einzelne Anlage wird rund um die Uhr von einer Leitwarte aus mittels aufgeschalteter Sensoren überwacht. Im Falle einer Störung wird die Anlage automatisch stillgesetzt und die zuständige Feuerwehr durch die Leitwarte verständigt. Die Einsatzkräfte rücken dann zum Standort aus, sichern das Umfeld der Windenergie-Anlage und Verhindern das Übergreifen des Brandes auf die Umgebung.

Quelle: Bürgerforum Energieland Hessen. Faktencheck: Sicherheit von Windenergieanlagen. [Kurzdokumentation](#).

**Weitere Informationen:** [Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg](#)

## Können Blitzeinschläge zu Schäden und Bränden an Windenergieanlagen führen?

Schäden an Windenergie-Anlagen durch Blitzschlag sind sehr selten, da Windenergie-Anlagen mit einem Blitz- und Überspannungsschutz ausgestattet sind.

Windenergie-Anlagen sind aufgrund ihrer Höhe, Komplexität und der exponierten Lage besonders gefährdet, vom Blitz getroffen zu werden. Vordringlichstes Ziel ist daher die Vermeidung von Blitzschäden. Das Blitzschutzsystem einer Windenergie-Anlage besteht aus dem äußerem Blitzschutzsystem und dem Überspannungsschutz. Der äußere Blitzschutz wird durch Fangeinrichtungen sowie Ableiter realisiert, die den Blitzstrom über definierte Wege in die Erde ableiten. Dieses System ist vergleichbar mit dem Blitzableiter an Wohnhäusern.

## Kann sich Eis an den Flügeln der Windräder bilden?

Windräder sind mit einer automatischen Eiserkennung ausgestattet und gehen erst wieder in Betrieb, wenn die Rotorblätter eisfrei sind.

Im Winter können am Anlagenstandort Bedingungen vorherrschen, welche zur Bildung einer Eisschicht auf den Rotorblättern der Windenergie-Anlage führen. Um zu verhindern, dass diese abgelagerten Eisschichten in Form von Bruchstücken weggeschleudert werden, wird jede Windenergieanlage mit einem Überwachungssystem zur Eiserkennung ausgestattet. Dieses Überwachungssystem überprüft ständig das Schwingungsverhalten der Blätter und erkennt mögliche Veränderungen durch anhaftende Eisschichten. Die Anlage wird infolgedessen automatisch stillgesetzt.

Ein Wiederaufstart der Anlage für den Produktionsbetrieb ist erst dann wieder möglich, wenn das System keine kritischen, am Rotorblatt anhaftenden Eismassen mehr detektiert. Somit ist ein Eiswurf bei modernen Windenergieanlagen nicht möglich. Man spricht hier von Eisabfall. Das Herabfallen von Eisstücken von einer stehenden Windenergie-Anlage ist mit der Situation an Strommasten vergleichbar und beschränkt sich auf das direkte Umfeld unter der Windenergieanlage.

**Weitere Informationen:** [Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg](#).



## Sind Windrad-Betreiber versichert?

Jeder Betreiber eines Windrades besitzt eine Betreiberhaftpflichtversicherung, eine Maschinen-Betriebsunterbrechungs-Versicherung und einen Vollwartungsvertrag – denn ohne Versicherungen und Vollwartungsvertrag gibt es keine Kreditvergabe durch finanzierende Banken. Die jährliche Deckungssumme der Haftpflichtversicherung beträgt in der Regel fünf Millionen Euro pro Windrad. Die Betreiberhaftpflicht deckt alle Schäden von Dritten ab. Niemand bleibt im unwahrscheinlichen Fall eines Schadens auf diesem sitzen. Die Maschinen-Betriebsunterbrechungs-Versicherung sichert die Windenergie-Anlage gegen Schäden ab (z. B. gegen Blitzschlag, Hagel etc.).

Entstehen während der Laufzeit am Windrad selbst Schäden durch Verschleißerscheinungen, beispielsweise am Getriebe, so sind diese immer durch einen Vollwartungsvertrag abgedeckt. Dieser wird zwischen Betreiber und Anlagenhersteller über die Dauer von 20 Jahren abgeschlossen und beinhaltet regelmäßige Wartungsintervalle. Zusätzlich werden auftretende Schäden vom Windradhersteller behoben. Sind längere Reparaturen notwendig wird der durch die Stillstandszeiten verursachte Ertragsausfall des Betreibers vom Windradhersteller beglichen. Das eingebrachte Eigenkapital der Kommanditisten (Bürger) wird in keinem Fall zur Begleichung von Schäden oder bei Haftungsfällen herangezogen!

## SF6 Einsatz in Windenergieanlagen – Wie klimafreundlich sind Windkraftanlagen wirklich?

Schwefel-Hexafluorid, kurz SF<sub>6</sub>, ist unter normalen Bedingungen ein geruchloses Gas. Aufgrund der hervorragende Isoliereigenschaft wird es als Isolation und Lichtbogenlöschgas in Großteilen der Elektrizitätsinfrastruktur eingesetzt. Schaltanlagen mit SF6 können kompakt konstruiert werden und kommen deshalb vor allem dort zur Anwendung, wo der verfügbare Platz beschränkt ist; wie im Turm einer Windkraftanlage.

Das Gas hat eine sehr hohe Treibhauswirkung und verweilt sehr lange in der Atmosphäre. Aus diesem Grund wird das Gas nur in geschlossenen Systemen eingesetzt und wird im Betrieb im Normalfall nicht freigesetzt. Mit der Novellierung der EU-F-Gaseverordnung wird außerdem ein Pfad zum SF6-freien Betrieb von elektrischen Betriebsmitteln aufgezeigt. Der Rat der Europäischen Union hat die vorläufige Einigung zur Novelle gebilligt. Der zuständige Ausschuss für Umweltfragen des Europäischen Parlaments stimmte der Einigung Ende Oktober 2023 ebenfalls zu. Die Novelle muss nun noch vom Europäischen Parlament und vom Rat formal verabschiedet werden, bevor sie im Amtsblatt der EU veröffentlicht wird und anschließend in Kraft treten kann.

Bei sachgerechter Wartung und Entsorgung ist das Risiko einer Leckage mit weniger als 0,1% pro Jahr laut einem Bericht des Bundesministeriums für Umwelt, Verbraucherschutz und nukleare Sicherheit äußerst gering. ([umweltbundesamt.de/endbericht\\_sf6\\_de.pdf](https://umweltbundesamt.de/endbericht_sf6_de.pdf))

Demgegenüber stehen die sehr großen CO<sub>2</sub>-Einsparungen einer Windkraftanlage, die die sehr geringen und überhaupt möglichen Leckagemengen um ein Vielfaches übertreffen.

### Weitere Informationen:

[wind-energie.de/BWE-Faktencheck\\_SF6.pdf](https://wind-energie.de/BWE-Faktencheck_SF6.pdf)

[wind-energie.de/BWE-Informationspapier\\_SF6.pdf](https://wind-energie.de/BWE-Informationspapier_SF6.pdf)

## Nutzen Windenergieanlagen Seltene Erden?

Seltene Erden, ohne die die Herstellung von Smartphones, Flachbildschirmen und Laptops undenkbar wäre, werden unter anderem auch zur Produktion von Autos, Flugzeugen und Windenergieanlagen verwendet. Permanentmagnete, die in vielen Elektromotoren zum Einsatz kommen, benötigen Seltene Erden wie zum Beispiel Neodym. Magnete auf dieser Basis sind um ein Vielfaches leistungsfähiger als herkömmliche Eisenmagnete.

## Welche Materialien werden für Rotorblätter von Windenergieanlagen verwendet?

Die Rotorblätter einer Windenergieanlage bestehen aus einer Reihe von Materialien, die miteinander kombiniert werden, um widerstands- und bruchfest zu sein und zugleich ein geringes Eigengewicht aufzuweisen. So beispielsweise Balsaholz, das aus dem Modellflugzeug- oder Bumerangbau bekannt ist. Hiesige Hersteller von Windenergieanlage setzen nach Angaben des Bundesverbands Windenergie nur Balsahölzer ein, die vom Forest Stewardship Council (FSC) als nachhaltig zertifiziert wurden. Nebst Balsaholz kommen Verbundwerkstoffe und Epoxidharz zum Einsatz. Der hohe Preis von Balsaholz und die eingeschränkte Recyclingfähigkeit führen zur verstärkten Suche nach alternativen Werkstoffen wie recyclingfähigen PET- oder PVC-Schäumen. In absehbarer Zeit werden die Hersteller somit komplett auf Balsaholz in Rotorblättern verzichten.

### Quelle und weitere Informationen:

[Balsaholz in Rotorblättern von Windenergieanlagen](#)  
[Recycling von Balsaholz aus Rotorblättern](#)

## Ist der Rückbau der Windenergieanlagen gesichert?

Ja. Der vollständige Rückbau ist Teil der Genehmigung. Er wird über eine hinterlegte Bankbürgschaft vor Baubeginn abgesichert. Die Höhe der Bürgschaft ist landesspezifisch geregelt und wird von der Genehmigungsbehörde festgesetzt.

Die Bürgschaft sichert den Rückbau im Falle einer Insolvenz des Betreibers ab. Dieser Fall tritt sehr selten ein, da die finanzierenden Banken üblicherweise ein sehr hohes Interesse am Weiterbetrieb der Anlagen haben, schließlich ist der Großteil von den Banken finanziert. Heutzutage haben Windenergie-Anlagen nach Betriebsende meist noch einen so hohen Restwert (Weiterbetrieb im Ausland), dass die Bürgschaft, selbst im Falle einer Insolvenz, nicht zwangsläufig fällig wird.

## Können Windkraftanlagen recycelt werden und wie werden Sie entsorgt?

Ja, rund 90% der Gesamtmasse einer Windkraftanlage können in etablierten Recyclingkreisläufen verwertet werden. Dies betrifft vor allem die Beton- und Stahlteile des Fundaments, des Turms und des Maschinenhauses. Auch Kupfer aus Leitungen, Generator, Transformator und Umrichter wird zurückgewonnen.

Beim Recycling der Rotorblätter gibt es aktuell noch Herausforderungen. Durch die sehr speziellen Verbundstoffe der Rotorblätter wird das Trennen der Materialien erschwert. Aktuell werden sie in der Zementindustrie oder thermisch verwertet.



Mehrere [Anlagenhersteller](#) forschen an [Recyclingkonzepten](#), die einen Recyclinganteil von 100% ermöglichen sollen. Des Weiteren werden neue recyclingfähige Materialien für die Rotorblätter entwickelt. So existieren bereits heute erste Rotorblätter, die zu 100% recycelt werden können. Damit wird sich auch die Öko-Bilanz der Anlagen noch weiter verbessern.

**Quellen und weitere Informationen:**

[Rückbau und Recycling von Windenergieanlagen](#)

[Rotorblattaufbereitung und Recycling von Faserverbundwerkstoffen](#)

[Recycling von Balsaholz aus Rotorblättern](#)

[100% recyclebare Rotorblätter](#)

# OPTISCHE WIRKUNG UND SCHALL

## Wie laut sind Windenergieanlagen?

Für Windenergieanlagen gibt es klare baurechtliche Vorschriften, die Grenzwerte für die erlaubten Geräuschpegel festlegen und in der „Technischen Anleitung zum Schutz vor Lärm“ (TA-Lärm DIN-ISO 9613-2) festgehalten sind. Die zulässige Geräuschbelastung durch Windenergieanlagen liegt zwischen 35 Dezibel in reinen Wohngebieten und 45 Dezibel in Mischgebieten. 35 Dezibel entsprechen in etwa einem menschlichen Flüstern. 45 Dezibel kann man mit üblichen Geräuschen in einer Wohnung vergleichen.

Der Bau von Windenergieanlagen ist an die sehr strengen Anforderungen der TA-Lärm gebunden. In Gutachten muss nachgewiesen werden, dass diese Anforderungen eingehalten werden (Berechnung nach dem Interimsverfahren). Die Schallgutachten sind unter anderem Grundlage dafür, ob ein Windpark genehmigt werden kann.

Grundsätzlich sind moderne Windenergieanlagen leiser als ihre Vorgänger aus der Pionierzeit der Windenergie. Sie sind besser schallgedämmt und besitzen schalltechnisch optimierte Rotorblattformen. Schon in wenigen 100 Metern Entfernung ist das durch die Rotorblätter hervorgerufene gleichmäßige Rauschen kaum noch wahrnehmbar. Zudem überlagern Umgebungsgeräusche – Bäume und Büsche, Straßenlärm und andere Alltagsgeräusche – die Geräuschentwicklung von Windenergieanlagen erheblich.

Durch fortwährende Forschung und Entwicklung arbeiten die Anlagenhersteller daran, die Schallemissionen, also die Lautstärke der Windräder weiter zu minimieren. Dies geschieht vor allem über die Verbesserung der aerodynamischen Eigenschaften der Rotorblätter, etwa durch so genannte „Serrations“, das sind kleine gezackte Profile an der Flügelhinterkante. Dieses System verringert die Luftverwirbelungen hinter dem Flügel.

**Weitere Informationen:** [www.lubw.baden-wuerttemberg.de/erneuerbare-energien/windenergie-und-schall](http://www.lubw.baden-wuerttemberg.de/erneuerbare-energien/windenergie-und-schall)

## Erzeugen Windenergieanlagen Infraschall?

Tieffrequente Geräusche und Infraschall (Körperschall) sind bei Windenergieanlagen messtechnisch nachweisbar, aber für den Menschen nicht hörbar. Die Frequenzen bei Infraschall liegen unterhalb der durch das menschliche Ohr wahrnehmbaren Frequenzen von 16 Hz. Der menschliche Hörbereich liegt zwischen 16 Hz – 20.000 Hz. Frequenzen darüber werden als Ultraschall bezeichnet.

Infraschall ist in unserem Alltag gegenwärtig: Natürliche Quellen sind Gewitter, Wasserfälle und Meeresbrandung, u.a. technische Quellen in unserem Alltag sind Straßenverkehr, im Pkw selbst, Flugzeuge, Kühlschränke, Klimaanlage, Industriearbeitsplätze etc.

Durch die gesetzlichen Abstände zwischen Windrädern und Wohnbebauung bleibt der von den Anlagen erzeugte Infraschall deutlich unter der Hör- und Wahrnehmungsschwelle des Menschen. Mehrere Studien, unter anderem Langzeitstudien der Landesämter für Gesundheit Bayern und Baden-Württemberg belegen, dass keine gesundheitlichen Belastungen zu erwarten sind.

Weit höheren Infraschallwerten setzen wir uns täglich vollkommen freiwillig aus: Die Messwerte im Innenraum eines mit 130 km/h fahrenden Mittelklasse Pkw übersteigen die einer Windenergieanlage um ein Vielfaches. Auch gewöhnliche Geräte im Haushalt wie Waschmaschinen oder Ölheizungen verursachen nach einer [Studie der LUBW](#) mehr Infraschall als Windkraftanlagen, die 300 Meter entfernt sind. Negative Auswirkungen von Infraschall auf die menschliche Gesundheit sind auch nach derzeitigem internationalem Kenntnisstand daher nicht plausibel.

Die Annahme deutlich höherer Infraschallbelastungen durch Windenergieanlagen die in einer Untersuchung der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR) aus dem Jahr 2004 formuliert ist wurde zudem zwischenzeitlich mehrfach widerlegt und durch die BGR berichtigt.

#### **Weitere Informationen:**

[Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg](#)

[Studie des Landesgesundheitsamts Bayern](#)

[Fachagentur Windenergie an Land](#)

[Landesregierung Mecklenburg-Vorpommern](#) (Vortrag Nr.7: Prof. Dr. Caroline Herr: „Macht Infraschall krank?“ Vortrag & Diskussion am 4. November 2015)

[Korrektur der BGR-Studie zu Infraschall](#)

## **Was ist der sogenannte Schattenwurf?**

Abhängig von Wetterbedingungen, Windrichtung, Sonnenstand und Betrieb kann eine Windenergieanlage mit ihren rotierenden Flügeln einen bewegten Schatten werfen. Bei den Berechnungen des Schattenwurfs wird zwischen der theoretisch maximal möglichen Einwirkzeit – wobei stets Sonnenschein, eine bestimmte Windrichtung und ein drehender Rotor vorausgesetzt werden (astronomisch) – und der realen Einwirkzeit unter örtlich tatsächlichen Wetterbedingungen (meteorologisch) unterschieden.

Bei der astronomisch maximal möglichen Beschattung wird der periodische Schattenwurf als nicht belästigend angesehen, wenn nachfolgende Kriterien erfüllt werden:

Maximale jährliche Beschattungsdauer: 30 h/a

Maximale tägliche Beschattungsdauer: 30 min/d

Im Genehmigungsverfahren ist durch Gutachten nachzuweisen, dass keine unzulässigen Schattenbelästigungen auftreten. Überschreitungen werden mit einem speziellen Sensor und durch eine Abschaltautomatik vermieden. Zur Umsetzung dieser Maßnahmen wird die nachfolgend definierte meteorologisch wahrscheinliche Beschattung herangezogen.

Bei diesem Verfahren werden die jährlichen Betriebsstunden der Windkraftanlagen für jeden Himmelsrichtungssektor und die Sonnenscheinwahrscheinlichkeiten für jeden Monat in der Berechnung berücksichtigt. Dabei sind folgende Grenzwerte einzuhalten:

Maximale jährliche Beschattungsdauer: 8 h/a

Maximale tägliche Beschattungsdauer: 30 min/d

Quelle: [Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg](#)

## Blinken Windräder in der Nacht rot?

Die rot leuchtenden Signale machen die Anlagen für Flugzeuge im Dunkeln sichtbar. Windräder werden heute standardmäßig und ab 2024 auch verpflichtend mit einer sogenannten bedarfsgerechten Nachtkennzeichnung ausgestattet. Die Signalleuchten blinken dann nur noch, wenn sich tatsächlich auch ein Flugzeug nähert.

**Quelle:** [fachagentur-windenergie.de/bedarfsgerechte-nachtkennzeichnung](https://fachagentur-windenergie.de/bedarfsgerechte-nachtkennzeichnung)

## UMWELT UND NATUR

### Welchen Einfluss haben Windenergieanlagen auf den Lebensraum von Vögeln und Fledermäusen?

Windenergieanlagen stellen eine weitaus geringere Gefahr für Vögel und Fledermäuse dar, als dies oft behauptet wird. Bei diversen Vogelarten wurden vereinzelt sogar verstärkte Brutaktivitäten in der Nähe von Windenergieanlagen festgestellt. So stieg seit 1990 beispielsweise parallel zum Ausbau der Windenergie an Land die Seeadlerpopulation deutlich an, und das insbesondere innerhalb Niedersachsens, Schleswig-Holsteins und Brandenburgs – den Bundesländern mit den meisten Windenergieanlagen.

Bei der Wahl von Standorten für Windenergieanlagen werden bedeutende Schutz- und Rastgebiete von Vögeln berücksichtigt. Das garantieren mehrmonatige naturschutzrechtliche Untersuchungen. Diese beinhalten zum Beispiel auch die Analyse der Raumnutzung sowie die Flugbewegungen der am Standort vorkommenden windkraftsensiblen Arten. Im Genehmigungsverfahren für Windparks müssen diese Fachgutachten eingereicht und von den zuständigen Naturschutzbehörden intensiv geprüft werden.

Grundsätzlich wird bei jeder Standortplanung geprüft, ob windkraftrelevante Tierarten, wie Zug- und Brutvögel, Fledermäuse, Wildkatzen und Haselmäuse, vorkommen. Dabei wird sowohl Bezug genommen auf vorhandene Verbreitungs- und Artvorkommensdaten der Fachbehörden als auch auf die leitfadenskonformen Kartierungen und Gutachten.

Kommt das Gutachten zu dem Schluss, dass erhebliche Beeinträchtigung z. B. für brütende oder ziehende Vögel besteht, werden die Windenergieanlagen nicht genehmigt oder sie müssen, wenn dies möglich ist, zum Beispiel zeitweise abgeschaltet werden. Die Praxis zeigt, dass die Kollisionsgefahr sehr gering ist. Die Rotoren der heute gebauten Anlagen drehen sich zudem weit langsamer und meist über den üblichen Flughöhen von Brutvögeln. Zugvogelarten halten meist mehr Abstand zu den Windrädern, werden jedoch nicht vertrieben.

**Quelle und weitere Informationen:** [wind-energie.de/naturschutz](http://wind-energie.de/naturschutz)

### Ist der Rotmilan vor einer Gefährdung durch Windenergieanlagen geschützt?

Windenergieanlagen stellen extrem selten eine Gefahr für Rotmilane dar. Das EU-Forschungsprojekt Life-Eurokite erforscht seit 2019 grenzübergreifend die Todesursachen für den Rotmilan in Europa. Dazu wurden bis Ende 2022 über 2.000 Rotmilane besendert. Tod durch Vergiftung und Kollisionen im Straßenverkehr sind die häufigsten menschengemachten Gefahren für den Rotmilan. Die Rotmilanpopulation in Deutschland und Europa steigt trotz Windenergieausbau seit Jahren an.

Grundsätzlich wird bei jeder Standortplanung geprüft, ob windkraftrelevante Tierarten vorkommen. Dabei wird sowohl Bezug genommen auf vorhandene Verbreitungs- und Artvorkommensdaten der Fachbehörden als auch auf die leitfadenskonformen Kartierungen und Gutachten.

Kommt das Gutachten zu dem Schluss, dass erhebliche Beeinträchtigung z. B. für brütende oder ziehende Vögel besteht, werden die Windenergieanlagen nicht genehmigt oder sie müssen, wenn dies möglich ist, zum Beispiel zeitweise abgeschaltet werden. Die Praxis zeigt, dass die Kollisionsgefahr sehr gering ist. Die Rotoren der heute gebauten Anlagen drehen sich zudem weit langsamer als frühere und Zugvogelarten wie der Rotmilan halten meist Abstand zu den Windrädern, werden jedoch nicht vertrieben.

**Quelle und weitere Informationen:**

[wind-energie.de/naturschutz](http://wind-energie.de/naturschutz)

[life-eurokite.eu/de/unsere-voegel/zahlen-fakten](http://life-eurokite.eu/de/unsere-voegel/zahlen-fakten)

## Gibt es Maßnahmen für einen ökologischen Ausgleich?

Grundsätzlich gilt: Nicht überall, wo Windräder technisch realisierbar wären, werden sie auch gebaut. Denn der Eingriff in den Forst und in die Natur muss stets mit Augenmaß und so gering wie möglich ausfallen. Daher werden bereits in der Frühphase eines Windenergie-Projektes vorgeschädigte Bereiche eines Wirtschaftswaldes, Windwurf- und Sukzessionsflächen sowie ökologisch weniger wertvolle Bereiche gemeinsam mit den Forstbetrieben identifiziert und in der Standortplanung berücksichtigt. Zudem wird geprüft, inwiefern bestehende Infrastruktur – Waldwege, Rückegassen etc. – in den Windpark integriert werden kann. Die Planungsgrundsätze lauten daher: Vermeiden, Reduzieren, Kompensieren.

Generell ist der Flächenverbrauch einer modernen Windenergieanlage gering. In Abhängigkeit vom Anlagentyp und der Standortbeschaffenheit beträgt dieser bei einer 7-Megawatt-Anlage, wie sie derzeit geplant wird, ca. rund 1,2 bis 1,3 Hektar, wobei nur ein Teil dieser Fläche für den Betriebszeitraum von 20 Jahren tatsächlich frei von Bäumen gehalten wird. Temporär genutzte Bereiche, wie zum Beispiel Lagerflächen, werden nach Abschluss der Bauphase wieder aufgeforstet. Die Freifläche um das Fundament und die Kranauslegerfläche können ebenfalls durch eine Wildwiese begrünt werden. Dadurch werden über die Hälfte der Fläche wieder bepflanzt.

Schon bei der Planung eines Windparks werden Maßnahmen vorgesehen, um den Eingriff in die Natur bei der Errichtung der Windenergie-Anlagen gering zu halten. So werden beispielsweise ökologisch weniger wertvolle Fichtenwälder bevorzugt, um den Bestand an wertvollen alten Laubbäumen (Eiche, Buche etc.) zu schützen.

Je nach Standort werden mit der Naturschutzbehörde Maßnahmen abgestimmt, um dem Arten- und Naturschutz Rechnung zu tragen. So werden etwa für den Bau des Windparks genutzte Waldflächen nach Abschluss der Bauphase wieder in Waldwiesen und abgestufte Waldränder umgewandelt oder unter ökologischen Gesichtspunkten aufgeforstet. Eine weitere Ausgleichsmaßnahme ist die Sicherung von Altholz als Fledermaushabitat und die damit verbundene Schaffung neuer Lebensräume für Wildtier.

**Weitere Informationen:**

[Hintergrundpapier des BWE zu Naturschutz und Ausgleichsmaßnahmen](#)



## Sind Windräder für den Rückgang der Insektenpopulation verantwortlich?

„Es wäre völlig an den Haaren herbeigezogen, eine nennenswerte Gefährdung von Insektenpopulationen durch Windräder abzuleiten“, sagt [Lars Lachmann vom Nabu](#). Allein in deutschen Wäldern würden jährlich 400.000 Tonnen Insekten von Vögeln gefressen. Zwar fliegen Insekten in den warmen Monaten und in Zeiten der Migration zu neuen Brut- und Nahrungsplätzen auch in größeren Höhen. Die meiste Zeit halten sie sich aber in bodennahen Regionen auf – und damit unterhalb der Rotoren von Windenergieanlagen. Es zeigt sich zudem, dass der Insektenrückgang eine weltweit feststellbare Entwicklung ist, auch in Regionen, in denen keine oder kaum Windräder stehen. Ein Gefahrenzusammenhang zwischen Windrädern und Insektenschwund wird daher häufig überschätzt. Als größten Treiber des Insektenschwundes identifizierten Forscher stattdessen den Verlust des Lebensraumes durch die intensive Landwirtschaft und das Ausbringen von [Pestiziden](#).  
Quellen: Bundesamt für Naturschutz (2019): Insektenrückgang – potenzieller Einfluss der Windenergienutzung in Deutschland?

## Ist es sinnvoll Windkraftanlagen im Wald zu errichten?

Da jede Region 1,8% ihrer Fläche für Windkraftanlagen zur Verfügung stellen muss, werden in waldreichen Bundesländern aus Platzgründen immer mehr Anlagen im Wald errichtet. Dadurch können zum Beispiel die Abstände zur Wohnbebauung einfacher eingehalten werden. Werden Anlagen im Wald errichtet wird der dafür benötigte Eingriff immer so gering wie möglich gehalten. Die nötige Flächeninanspruchnahme im Forst muss immer durch individuell festgelegte Maßnahmen ausgeglichen werden. Wälder, die sehr stark unter den Auswirkungen des Klimawandels leiden, werden durch den Ausbau von Erneuerbaren Energien und dessen Treibhausgaseinsparungen geschützt.  
**Weitere Informationen:** [wind-energie.de/themen/mensch-und-umwelt/wind-im-forst](http://wind-energie.de/themen/mensch-und-umwelt/wind-im-forst)

Stand: 7. Februar 2024

Die Fragen und Antworten werden laufend aktualisiert.

Die neuste Version ist unter [klimaplan-markdorf.de/windkraft](http://klimaplan-markdorf.de/windkraft) verfügbar.