

Energie-Intranet: Fakten-Check Windenergie und Freiflächen- Photovoltaik

Version 1.1 (15.07.2026)

Inhalt

1. Windenergie.....	1
1.1. Zentrale Kenngrößen der Windenergie.....	1
1.2. Windstrom wird immer günstiger	2
1.3. Wind- und Solarenergie ergänzen sich im Energiesystem	3
1.4. Windenergie und Artenschutz schließen einander nicht aus	4
1.5. Infraschall von Windenergieanlagen	6
1.6. Windenergieanlagen haben keinen Einfluss auf das Wetter	7
1.7. Windenergieanlagen sind recyclebar	9
1.8. Mikroplastik und PFAS von Windenergieanlagen	10
1.9. Windenergieanlagen beeinflussen Immobilienpreise kaum.....	11

1. Windenergie

1.1. Zentrale Kenngrößen der Windenergie

Zu den zentralen Kenngrößen der Windenergie zählen die Nennleistung, der jährliche Stromertrag, die Volllaststunden und der Kapazitätsfaktor.

Die Nennleistung wird in Megawatt (MW) angegeben und beschreibt die maximale elektrische Leistung einer Anlage, beispielsweise 4 bis 7 MW bei modernen Windenergieanlagen. Der jährliche Stromertrag wird in Megawattstunden (MWh) gemessen und liegt je nach Standort und Anlagentyp häufig im Bereich von mehreren zehntausend MWh pro Jahr.

Die Volllaststunden geben an, wie viele Stunden eine Anlage rechnerisch mit voller Leistung betrieben wird, typischerweise etwa 2.500 bis 3.500 Stunden pro Jahr an guten Standorten. Der Kapazitätsfaktor setzt den tatsächlichen Ertrag ins Verhältnis zur theoretisch möglichen Maximalerzeugung und liegt häufig zwischen 30 und 40 Prozent. Diese Kenngrößen sind zentral für die Bewertung von Wirtschaftlichkeit, Netzintegration und den Beitrag der Windenergie zum Energiesystem.

1.2. Windstrom wird immer günstiger

Der Preis für Windstrom wird bis 2045 weiter sinken und voraussichtlich zwischen 3,9 und 8,3 Cent pro Kilowattstunde liegen. Windstrom ist besonders preisstabil, da weder Brennstoffkosten noch CO₂-Preisrisiken anfallen. Technologische Verbesserungen, größere und leistungsfähigere Anlagen sowie effizientere Produktions- und Logistikprozesse treiben die Kostensenkung weiter voran. Neue Wind- und Solarprojekte sind in vielen Regionen bereits heute die günstigste Form der Stromerzeugung, auch ohne Subventionen.

Der Preis für Windstrom bis 2045 weiter sinken, auf 3,9 bis 8,3 Cent/kWh. Die Kosten für die Stromerzeugung aus Windenergie sind in den letzten Jahren kontinuierlich gesunken. Laut der aktuellen Fraunhofer-Studie zu Stromgestehungskosten erneuerbarer Energien (2024) betragen die Kosten für Onshore-Windenergieanlagen im **Jahr 2024 zwischen 4,3 und 9,2 Cent pro Kilowattstunde (kWh)**.

Dies macht Windenergie zu einer der günstigsten Technologien zur Stromerzeugung, insbesondere im Vergleich zu fossilen Energieträgern, deren Kosten aufgrund von CO₂-Zertifikaten steigen.

Die Kostensenkungen sind vor allem auf technologische Verbesserungen, größere Anlage und effizientere Produktionsmethoden zurückzuführen. Moderne Windenergieanlagen bieten heute höhere Leistung bei gleichzeitig sinkenden Investitions- und Betriebskosten. Studien nennen als Treiber vor allem höhere Volllaststunden durch größere Rotordurchmesser, bessere Leistungselektronik und standardisierte Logistik.

Ein entscheidender Vorteil von Windstrom ist seine Preisstabilität. Im Gegensatz zu fossilen Kraftwerken, deren Kosten stark von Brennstoffpreisen und CO₂-Zertifikaten abhängen, bleibt Windenergie weitgehend unabhängig von solchen Schwankungen.

Laut Prognosen wird der Preis für Windstrom bis 2045 weiter sinken – auf 3,7 bis 7,9 Cent/kWh für Onshore-Anlagen. Internationale Einordnungen zeigen, dass neue Wind- und Solarprojekte in vielen Regionen bereits die günstigste Form neuer Stromerzeugung sind, auch ohne Subventionen.

1.3. Wind- und Solarenergie ergänzen sich im Energiesystem

Windenergie und Solarenergie sind keine Konkurrenz, sondern ergänzen sich: Solar liefert vor allem tagsüber und im Sommer viel Strom, Windenergie besonders im Winterhalbjahr und oft auch nachts. Ein ausgewogener Mix macht das Stromsystem stabiler, günstiger und unabhängiger.

Solarenergie hat ihre Stärken vor allem an sonnigen Tagen und in den Sommermonaten, wenn die Einstrahlung hoch ist. Windenergie liefert dagegen häufig dann viel Strom, wenn Solar weniger produziert: im Herbst und Winter, bei Wetterlagen mit kräftigem Wind und oft auch in den Abend- und Nachtstunden. Diese zeitliche Ergänzung ist ein zentraler Vorteil für die Versorgungssicherheit.

Ein Stromsystem, das auf mehrere erneuerbare Quellen setzt, gleicht Schwankungen besser aus. Wenn Wind- und Solarkapazitäten gemeinsam ausgebaut werden, sinkt die Wahrscheinlichkeit, dass beide gleichzeitig unter Bedarf liefern. Zusätzlich verbessert ein breiter Mix die Planbarkeit und reduziert die Abhängigkeit von fossilen Kraftwerken und Energieimporten.

Weiterführende Links

- [Agora Energiewende 2026 | Die Energiewende in Deutschland](#)
- [IEA 2024 | Report Renewables - Analysis and Forecast to 2028](#)
- [Umweltbundesamt 2025 | Erneuerbare Energien in Zahlen](#)

1.4. Windenergie und Artenschutz schließen einander nicht aus

Auswirkungen auf Natur und Artenschutz werden bei der Planung von Windenergieanlagen frühzeitig geprüft, so weit wie möglich vermieden und bei Bedarf ausgeglichen. Fachgutachten untersuchen streng geschützte Arten, Zugkorridore und Brutreviere, sensible Gebiete sind von vornherein ausgeschlossen. Verbleibende Risiken werden durch gezielte Maßnahmen wie zeitweise Abschaltungen, angepasste Bauzeiten und technische Lösungen weiter reduziert. Insgesamt sind die Auswirkungen von Windenergie auf Vögel und Fledermäuse im Vergleich zu anderen menschlichen Einflüssen und zum Klimawandel gering, während Ausgleichsmaßnahmen langfristig Lebensräume schaffen und verbessern.

Windenergie und Artenschutz schließen einander nicht aus. Auswirkungen auf Natur und Arten werden bereits bei der Planung einer Windenergieanlage berücksichtigt, so gering wie möglich gehalten und ausgeglichen, wenn sie unvermeidbar sind. Selbstverständlich ist auch eine Windenergieanlage ein Eingriff in die Natur. Wie bei jedem Bauvorhaben wird im Planungs- und Genehmigungsverfahren darauf geachtet, dass die Auswirkungen auf Natur, Artenschutz und Landschaftsbild minimiert werden.

Vor Bau und Betrieb gilt in Deutschland ein strenges Prüfregime nach Bundesimmissionsschutzgesetz, UVP-Gesetz und Bundesnaturschutzgesetz. Fachgutachten klären, ob am Standort geschützte Vogel- und Fledermausarten vorkommen. Es werden Raumnutzungsanalysen, Telemetrie, Horstkartierungen und mehrjährige Voruntersuchungen eingesetzt, um Zugkorridore, Brutreviere und Jagdgebiete zu erkennen und zu meiden. Artenschutzrechtlich bedeutsame Gebiete werden von vornherein ausgeschlossen, die Nutzung konzentriert sich auf ausgewiesene Vorrangflächen.

Sind Eingriffe in Natur und Umwelt unvermeidbar, müssen Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen durchgeführt werden, die den Eingriff angemessen kompensieren. Beispiele sind strukturreiche Aufforstungen, Hecken, Extensivwiesen, Gewässerrandstreifen, Horstschutzzonen, die Lenkung von Freizeitnutzung, sowie die Entsiegelung und Renaturierung von Flächen.

Alle 25 in Deutschland heimischen Fledermausarten sind streng geschützt. Bei besonders hoher Fledermausaktivität werden die Anlagen vorsorglich abgeschaltet, um das Gefährdungspotenzial zu minimieren.

Für Vögel gilt: Die Kollisionsraten an Windenergieanlagen liegen deutlich unter den Verlusten durch Verkehr, Gebäude, Landwirtschaft und Hauskatzen. Pro erzeugter Energiemenge ist die Auswirkung von Wind auf Vögel wesentlich geringer als bei fossiler Stromerzeugung, die zusätzlich Lebensräume durch Abbauflächen und Emissionen belastet. Im Fall des Rotmilans ist die Kollision mit den Rotorblättern ein sehr seltenes Zufallsereignis. Gute Praxis sind standortspezifische Meideabstände zu Horsten, Pufferzonen sowie Mahdmanagement fern der Anlagen in sensiblen Phasen.

Grundsätzlich gilt: 98 Prozent der Fläche Deutschlands stehen nicht für die Windenergienutzung zur Verfügung und bleiben frei von Windenergieanlagen. Bedacht werden sollte, dass Alternativen wie der Kohleabbau und ein ungebremster Klimawandel eine weitaus größere Bedrohung für die biologische Vielfalt darstellen als die Windenergie. Der schnelle Ausbau Erneuerbarer Energien senkt Emissionen, schützt Habitate vor Verschiebung, Dürren und Extremereignissen und stützt damit den Artenschutz indirekt.

Weiterführende Links:

- [IPCC 2026 | Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability](#)
- [BfN 2026 | Artenschutz und rechtliche Neuregelungen zum Windenergieausbau an Land](#)
- [Umweltbundesamt 2026 | Windenergie an Land](#)

1.5. **Infraschall von Windenergieanlagen**

Infraschall entsteht überall in unserer Umwelt, auch durch Wind, Verkehr und Haushaltsgeräte. Windenergieanlagen erzeugen ebenfalls Infraschall, jedoch in sehr niedrigen Pegeln, die in typischen Abständen meist unterhalb der menschlichen Wahrnehmungsschwelle liegen.

Infraschall bezeichnet sehr tieffrequente Schallanteile unterhalb des normalen Hörbereichs. Er ist ein natürlicher Bestandteil unserer Umwelt. Auch Wind, Meeresbrandung, Straßenverkehr oder große Maschinen erzeugen Infraschall. Windenergieanlagen tragen dazu bei, aber im Vergleich zu vielen Alltagsquellen ist die Belastung in Wohnabständen in der Regel gering.

Wichtig ist: Infraschall ist nicht automatisch gefährlich, nur weil er „unsichtbar“ klingt. Entscheidend sind Frequenz und Schalldruckpegel. Messungen zeigen, dass die Pegel in üblichen Entfernungen deutlich unterhalb der Schwelle liegen, bei der Infraschall bewusst wahrgenommen wird.

Mit mehr als 100.000 installierten Windenergieanlagen in Europa leben und arbeiten Menschen seit Jahrzehnten in ihrer Nähe. Die Datenlage ist konsistent: Windfelder verursachen keine nachteiligen gesundheitlichen Effekte. Das gilt für elektromagnetische Felder, Schattenwurf, hörbaren Schall, tieffrequenten Schall und Infraschall.

Infraschall wird besonders häufig angeführt. Die größten und methodisch saubersten Studien, darunter eine Erhebung von Health Canada mit über 1.200 Haushalten, zeigen, dass Infraschall moderner Onshore-Anlagen weit unter der Wahrnehmungsschwelle liegt und kein belegtes Gesundheitsrisiko darstellt [Health Canada LargeStudy]. Natürliche Quellen wie Wind selbst erzeugen deutlich stärkere Infraschallanteile. Alltägliche Quellen wie Verkehr, Meereswellen oder Industrieanlagen erreichen ähnliche oder höhere Pegel als Windenergieanlagen.

Weiterführende Links

- [Government of Canada 2014 | Wind Turbine Noise and Health Study: Summary of Results](#)
- [LFU Bayern 2023 | Windenergieanlagen, Infraschall und Gesundheit](#)
- [WHO 2018 | WHO-Leitlinien für Umgebungslärm für die Europäische Region](#)

1.6. Windenergieanlagen haben keinen Einfluss auf das Wetter

Windenergieanlagen können die Luft direkt in ihrer Nähe minimal verwirbeln und den Wind kurzzeitig bremsen aber sie verändern weder das Wetter noch großräumige Wetterlagen.

Das Wettergeschehen wird von einem dynamischen, komplexen System bestimmt, das von zahlreichen natürlichen Prozessen beeinflusst wird, darunter solare Einstrahlung, Meeresströmungen, globale Zirkulationsmuster und lokale Geländegegebenheiten.

Dieses System operiert über weite Skalen, sowohl räumlich als auch zeitlich, und ist selbst in wissenschaftlichen Modellen schwierig vollständig abzubilden. Im atmosphärischen Grenzbereich, dem Teil der Atmosphäre, der direkt an der Erdoberfläche anliegt und in dem Windenergieanlagen betrieben werden, können Anlagen lokal kleine Veränderungen der Windgeschwindigkeit und der Turbulenz erzeugen. Diese Effekte entstehen, weil die Rotorblätter Energie und Impuls aus dem Wind entziehen und hinter den Anlagen Wirbelschleppen (sogenannte Wakes) bilden, in denen die Windgeschwindigkeit reduziert und die Turbulenz leicht erhöht ist. Solche Veränderungen sind typisch für jedes große Objekt, das dem Wind ausgesetzt ist (z. B. Gebäude, Brücken).

Feldmessungen und Simulationen zeigen, dass diese Wirbelwirkungen lokal begrenzt sind und mit der Entfernung vom Windfeld schnell abnehmen. Studien zeigen, dass Windgeschwindigkeit und Temperatur leicht verändert sein können, wenn man sich direkt in oder unmittelbar hinter einem Windfeld befindet, doch diese Effekte verlieren ihre Stärke, je weiter man sich davon entfernt.

Einige Modelle und Beobachtungen deuten darauf hin, dass in sehr großflächigen Windfeldern die vertikale Durchmischung von Luftschichten etwas stärker sein kann als in ungestörter Atmosphäre. Dies kann kurzfristig und nur lokal geringfügige Temperatur- oder Feuchteunterschiede erzeugen, aber im Vergleich zu natürlichen vertikalen Transfers von Wärme und Feuchte in der Atmosphäre und den Meeren ist dieser Beitrag minimal. Windenergieanlagen selbst erzeugen keine Wärmeenergie, sondern mischen lediglich bereits vorhandene Luftmassen.

Einige wissenschaftliche Arbeiten, darunter Feldstudien und Modellanalysen, haben lokal veränderte Temperaturprofile oder Windgeschwindigkeiten registriert, insbesondere bei stabilen atmosphärischen Bedingungen. Messungen zeigen z. B., dass die nächtliche Temperatur knapp über Windfeldern leicht höher und am Tag etwas niedriger sein kann. Das wird als Folge der durch die Anlagen verstärkten vertikalen Durchmischung interpretiert. Solche Effekte sind jedoch nicht mit einer Störung der überregionalen Wetterlage gleichzusetzen, sondern zeigen lediglich, wie komplex die physikalischen Prozesse in der Atmosphäre sind.

Die globalen und langfristigen Veränderungen des Klimas sind vor allem auf den Ausstoß von CO₂ und anderen Treibhausgasen aus der Verbrennung fossiler Brennstoffe zurückzuführen und nicht auf die physikalischen Effekte von Windenergieanlagen.

Weiterführende Links

- [R. J. Barthelmie et al. 2009 | Modelling and Measuring Flow and Wind Turbine Wakes in Large Wind Farms Offshore](#)

- [IPCC 2022 | Climate Change 2021: The Physical Science Basis](#)
- [Richard J.A.M. Steve 2017 | Flow Structure and Turbulence in Wind Farms](#)

1.7. Windenergieanlagen sind recyclebar

Etwa 90 Prozent einer Windenergieanlage sind ohne Probleme wiederverwertbar. Die Rotorblätter aus Verbundwerkstoffen (etwa 10% der Gesamtmasse) sind schwieriger zu recyceln. Windenergieanlagen gehören zu den Technologien mit den niedrigsten Lebenszyklus-Emissionen. Erste vollständig recycelbare Rotorblätter sind bereits im Einsatz.

Etwa 90 Prozent der Bauteile einer Windenergieanlage sind wiederverwertbar. Der Hauptanteil entfällt auf Stahl und Beton. Betonteile aus Fundamenten werden nach der Aufbereitung als Recyclingbaustoffe genutzt, zum Beispiel im Straßenbau. Stahlsegmente gehen als Sekundärmaterial zurück in die Stahlproduktion.

Die Rotorblätter stellen den aufwendigsten Teil dar. Sie bestehen aus Verbundwerkstoffen wie Glasfaser und Kohlefaser mit Harzsystemen. Neben der Weiterverwendung über Zweitmärkte kommen heute mehrere Recycling- und Recovery-Verfahren zum Einsatz. Beim Zement-Co-Processing werden Glasfasern als Rohstoff in der Klinkerproduktion eingebracht, die Harzanteile dienen als Prozessenergie.

Analysen berichten eine CO₂-Reduktionen in der Zementherstellung von bis zu einer Tonne pro Tonne aufgenommenem Verbundabfall, zusätzlich werden Kohle, Kreide und Sand substituiert. Mechanisches Mahlen zerlegt die Blätter in Fasern und Pulver für den Einsatz in anderen Industrien. Pyrolyse und Solvolyse gewinnen Fasern und Harzbestandteile für neue Anwendungen zurück.

Hersteller investieren in Kreislaufwirtschaft, Null-Emissionsziele und Design-for-Recycling. Siemens Gamesa hat vollständig recycelbare Rotorblätter eingeführt, weitere Anbieter testen lösungsmittelfreie Harze und demontagefreundliche Verbundsysteme.

Weiterführende Links

- [BWE 2023 | Rückbau und Recycling von Windenergieanlagen](#)
- [Umweltbundesamt 2022 | Rotorblattverwertung von A bis Z](#)
- [Siemens 2025 | RecyclableBlade](#)

1.8. Mikroplastik und PFAS von Windenergieanlagen

Der Abrieb von Rotorblättern trägt nur einen sehr kleinen Anteil zur Mikroplastikbelastung bei, verglichen mit Reifenabrieb, Farben und Textilien.

Die Sorge, Windenergieanlagen könnten große Mengen Mikroplastik freisetzen, ist unbegründet. Eine Worst-Case-Abschätzung für das Jahr 2020 über alle rund 30.000 Anlagen in Deutschland kommt auf maximal 1.395 Tonnen Abrieb pro Jahr. Fachstellen weisen darauf hin, dass der tatsächliche Eintrag deutlich darunter liegt.

Praxiswerte zeigen, wie niedrig die realen Mengen sind. Eine Untersuchung in Norwegen ermittelte etwa 200 Gramm Mikroplastik pro Anlage und Jahr, also rund 2 Kilogramm über zehn Jahre [norwegische Fachuntersuchung, Umweltverwaltung]. Diese Größenordnung passt zu technischen Analysen, die für moderne Rotorblattmaterialien geringere Abriebraten annehmen, vor allem bei ordnungsgemäßer Beschichtung und Wartung.

Der Vergleich mit Hauptquellen macht die Einordnung klar. In Deutschland entstehen pro Jahr schätzungsweise 98.280 Tonnen Mikroplastik durch Reifenabrieb und rund 8.720 Tonnen durch Schuhsohlen. Farben und Textilien tragen ebenfalls erheblich bei [Umweltbundesamt, Mikroplastikquellenbilanz]. Eine niederländische Analyse schätzt den Beitrag von Windenergieanlagen an der nationalen Mikroplastiklast auf lediglich etwa 0,0005 Prozent.

Auch andere Emissionen fallen bei Wind im Betrieb nicht an. Es gibt keine Abgase wie Schwefeldioxid, Stickoxide oder Feinstaub. Damit entfallen relevante Gesundheitsbelastungen, die bei fossiler Stromerzeugung auftreten.

Bisphenol A wird im Kontext von Verbundwerkstoffen häufig diskutiert. Für Windenergie liegen Schätzungen etwa bei 0,2 Gramm BPA pro Anlage und Jahr, also im vernachlässigbaren Bereich. Lebenszyklusbewertungen sehen hier kein relevantes Risiko, insbesondere bei heute üblichen, ausgehärteten Harzsystemen und Schutzschichten.

Was ist mit PFAS? Die EU berät über Beschränkungen für PFAS, die in vielen Sektoren verwendet werden, etwa in Dichtungen und Isolationsmaterialien im Netzbereich. Die Windindustrie setzt für Rotorblattbeschichtungen bereits PFAS-freie Systeme ein und prüft laufend Alternativen für weitere Bauteile. Dort, wo die Netztechnik heute noch PFAS benötigt, arbeiten Hersteller an Ersatzmaterialien. Übergangsfristen können notwendig sein, um Sicherheit und Zuverlässigkeit zu gewährleisten.

Unterm Strich bleibt: Mikroplastik aus Rotorblattabrieb ist messbar, aber im Quellenvergleich gering. Mit guter Beschichtung, Wartung und Reparaturkonzepten sinken die Emissionen weiter. Gleichzeitig vermeidet Windenergie Luftschadstoffe und Treibhausgase, was Umwelt und Gesundheit entlastet.

Weiterführende Links

- [Energie Atlas Bayern | Mikroplastik und Windenergie](#)
- [Umweltbundesamt 2026 | ECHA berichtet aktuellen Stand und Ausblick](#)
- [Deutscher Bundestag 2025 | Mikroplastikemissionen aus Windkraftan](#)

1.9. Windenergieanlagen beeinflussen Immobilienpreise kaum

Der Einfluss von Windenergieanlagen auf Immobilienpreise ist nach Studien null oder gering. Die Wahrnehmung der optischen Wirkung ist subjektiv und nimmt mit der Gewöhnung häufig ab, die Akzeptanz in Nachbarschaften steigt mit der Nähe und erlebten Vorteilen.

Gegner behaupten, Windfelder drückten Immobilienpreise und verschlechterten die Lebensqualität. Der Blick in die Forschung zeigt ein anderes Bild. Mehrere groß angelegte Studien finden keinen oder nur einen sehr geringen Effekt auf Wohnpreise im Umfeld von Windenergieanlagen. Methodisch robuste Analysen nutzen große Zeitreihen und Vergleichsgebiete, um Sondereffekte auszuschließen. In der Praxis bleiben Preisentwicklungen überwiegend von allgemeinen Faktoren wie Lagequalität, Arbeitsmarkt, ÖPNV und Zinsen geprägt.

Die optische Wirkung von Windenergieanlagen wird sehr unterschiedlich beurteilt. Sie hängt von persönlichen Vorlieben, Landschaftscharakter und Gewöhnung ab. Empirische Untersuchungen zeigen, dass anfängliche Skepsis oft nachlässt, sobald Menschen Erfahrung mit den Anlagen im Alltag gesammelt haben. Wer in der Nähe wohnt und direkte Vorteile erkennt, bewertet Windenergie tendenziell positiver. Dazu zählen Klimaschutz, regionale Wertschöpfung und transparente Beteiligungsmodelle.

Für eine gute Einbindung lohnt sich klare Gestaltung. Sichtachsen werden in der Planung berücksichtigt. Abstände zur Wohnbebauung und Vorgaben zum Schall- und Schattenwurf sichern Lebensqualität. Information, frühe Beteiligung und freiwillige Vorteile wie vergünstigte Bürgerstromtarife oder Beteiligungsangebote steigern die Zustimmung messbar.

Weiterführende Links

- [ACP 2023 | Property-Values-Land-Based-Wind-Turbines](#)
- [Karberg, S. 2024 | So beeinflussen Windräder die Preise von Häusern](#)
- [Energieatlas Bayern 2026 | Windräder und Immobilienpreise](#)

