

# Faktencheck

## Wie hoch ist die Brandgefahr bei Windenergieanlagen?

**Das Risiko eines Brandes bei Windenergieanlagen ist sehr gering!** Es liegt bei nur bis zu 0,04 Prozent Anteil an den WEA (Faktenpapier Sicherheit von Windenergieanlagen, 2018). Die steigende Zahl installierter WEA führt bundesweit zu keinem erkennbaren Anstieg von Waldbränden.

Für Windenergieanlagen gibt es konkrete Anforderungen für den **Brand-schutz**, die an manchen Standorten besonders umfangreich sein können. In vielen Fällen wird daher unter Beachtung der länderspezifischen Vorgaben ein **Brandschutzkonzept** durch einen Gutachter erstellt, welches dann als Beurteilungsgrundlage für die spätere Genehmigung dient. Durch das Brandschutzkonzept wird u.a. die Löschwasserversorgung (ggf. durch Zisternen) und vorhandenes Absperrmaterial sichergestellt.

### Zwei Brandszenarien werden unterschieden:

- *Vollbrände* im Bereich von Rotorblättern und dem Maschinenhaus sind aufgrund der Höhe tatsächlich nicht löschbar. In diesen Fällen sichert die Feuerwehr die Gefahrenstelle und lässt die Anlage kontrolliert abbrennen.
- *Klein- und Schwelbrände* können entweder durch das Löschen brennender Teile eingedämmt werden oder man blockiert die Luftzufuhr im Turm, sodass das Feuer keinen Sauerstoff mehr bekommt.



## Ist Erosion an den Rotorblättern gefährlich?

Durch Regen und Wind werden über die gesamte Lebensdauer einer WEA kleine Partikel von den Rotorblättern abgetragen, sogenanntes Mikroplastik (Kunststoffteilchen mit einem Durchmesser kleiner 5 mm). Nach Worst-Case Betrachtung schätzungsweise jährlich max. ein Abrieb von 1.395 t Mikroplastik bei ca. 31.000 WEA (zum Vergleich: jährlicher Schuhsolenabrieb 9.047 t/a, jährlicher Reifenabrieb 102.090 t/a).

### Feinstaub vs. Mikroplastik

Feinstaub sind Partikel, die unter zehn Mikrometer groß sind. Feinstaub entsteht grundsätzlich nur bei der Produktion und beim Zerkleinern der Rotorblätter. Bei den Partikelabrieb während der Betriebszeit handelt es sich um Mikroplastik.

### Erosion an den Rotorblättern

Erosion an den Rotorblättern ist zwar ein Thema, aber kann durch regelmäßige Wartung und Reparaturen weitgehend kontrolliert werden. Die Freisetzung von gefährlichen Fasern im normalen Betrieb ist unwahrscheinlich, und für Anwohner besteht kein messbares Gesundheitsrisiko. Schutzmaßnahmen sind primär für die Arbeiter erforderlich, die direkt in der Herstellung der Rotorblätter beschäftigt sind.

# Faktencheck

## Kann sich Eis an den Rotorblattflügeln bilden?

Windräder sind mit einer automatischen **Eiserkennung** ausgestattet und gehen erst wieder in Betrieb, wenn die Rotorblätter eisfrei sind. Somit entsteht kein Eiswurf, sondern höchstens Eisabfall, welcher sich auf das Umfeld der Anlage beschränkt.

Jede Anlage wird mit einem Überwachungssystem ausgestattet welches das Schwingungsverhalten der Blätter überprüft und somit mögliche Veränderungen durch anhaftende Eisschichten erkennt. Die Anlage wird infolgedessen automatisch stillgesetzt und erst wieder in Betrieb genommen wenn am Rotorblatt keine kritische Eismassen mehr detektiert werden.



## Schadet SF6 durch seine Verwendung in Windkraftanlagen dem Klima mehr als es nutzt?

SF6 (Schwefelhexafluorid) ist ein ungiftiges, träges Isolier- und Löschgas. Es wird z.B. für Schallschutzfenster, Fahrzeugreifen, in Sportschuhen oder als Isolier- und Lichtbogenlöschmittel in elektrischen Anlagen eingesetzt. Es gibt jedoch immer mehr SF6-freie technische Lösungen in Schaltanlagen. Zudem wird SF6 schrittweise durch einen EU-Rechtsrahmen verboten.

Windkraftanlagen sind elektrische Anlagen und enthalten daher ebenfalls SF6. Eine Windkraftanlage enthält ca. 3kg SF6 in gasisolierten Schaltanlagen, rechnerisch können daraus ca. 3 Gramm pro Jahr entweichen. Dies bedeutet, dass beim Betrieb eines Windrades ca. 0,0705 Tonnen CO2-Äquivalente pro Jahr entweichen können.



# Faktencheck

## Wie wird eine Windkraftanlage zurückgebaut?

Der Rückbau ist klar geregelt! Dieser ist Teil der Genehmigung und somit gesichert. Er wird über eine hinterlegte Bankbürgschaft vor Baubeginn abgesichert und sichert auch den Rückbau im Falle einer Insolvenz des Betreibers ab.

Die Anlage wird durch Trennung der Kabelverbindungen vom Netz genommen und damit dauerhaft stillgelegt. Anschließend wird sie vollständig zurückgebaut. Auch Kranstellflächen, Wege und Kabeltrassen sind rückstandsfrei zurückzubauen.



- Zur Trockenlegung werden Getriebe- sowie andere Öle, Fette und Schmiermittel entnommen und einer Verwertung nach der Altölverordnung zugeführt
- Rückgewinnung des in den Schaltanlagen meist enthaltenen Gases Schwefelhexafluorid (SF6) durch zertifiziertes Personal
- Die Demontage beginnt mit dem Entfernen der Rotorblätter, Zerlegen der Rotorblätter erfolgt am Boden
- Ist eine Weiterverwendung der Gondel nicht vorgesehen, kann auch hier eine Zerlegung vor Ort erfolgen
- Segmente von Stahl- und Gittertürmen werden schrittweise mechanisch demontiert und mittels eines Krans zu Boden gebracht.
- Fundamentgrube wird mit Boden verfüllt und kann bspw. wieder landwirtschaftlich genutzt werden

## Welche Bestandteile können recycelt werden?



Vieles wird vor Ort demontiert, verkleinert, zersägt und abtransportiert und kann in den Recyclingkreislauf zurück geführt werden. **Hier ein paar Beispiele:** Wiederverwendung des Betons, Wiederverwendung von Ölen nach Aufarbeitung, Verwertung von Kunststoffen und Metalle, Rückführung in den Markt oder Recyclingkreislauf.

**Windenergieanlagen bestehen zum Großteil (95%) aus Beton & Stahl. Eine vollständige Verwertung ist möglich bei:**

- Turmsegmente und Fundament aus Stahl/ Stahlbeton
  - Verwendung im Straßenbau und Stahlproduktion
- Technische Komponenten
  - Recycling über Fachbetriebe für Entsorgung als Elektronik- und Metallschrott
- Verkauf für weitere Nutzung bspw. für Ersatzteile
- Zuwegungen und Kabelinfrastruktur können zurückgebaut neu begrünt werden

**Leider keine 100% Verwertung der Rotorblätter**

- Rotorblätter enthalten Harze, Klebstoffe und glasfaserverstärkte Kunststoffe (GFK), neuere Rotoren zusätzlich Carbonfasern (CFK)
- GFK-Teile werden zerkleinert (100% Verwertung) und stofflich (Sandsubstitut, WPC-Böden) oder thermisch verwertet (Kohlesubstitut)
- CFK-Teile werden weiterverarbeitet (75% Verwertung) indem sie in Verwertungsanlagen entsorgt und Sekundärfasern gewonnen und genutzt werden, daraus können vorbearbeitete Rohstoffe hergestellt werden

# Faktencheck

## Ist der Rückbau der Anlagen 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.

- Heutzutage haben Windenergieanlagen nach Betriebsende meist noch einen so hohen Restwert (Weiterbetrieb im Ausland), dass die Bürgschaft, selbst im Falle einer Insolvenz, nicht zwangsläufig fällig wird.
- **JUWI verpflichtet sich, die Windräder nach der Betriebsphase zurückzubauen** - dazu gehören neben den Windenergieanlagen auch die Fundamente, die Kabel und die Wege.
- Die Bürgschaftsurkunde liegt der Genehmigungsbehörde vor und kann im Ernstfall von dort gezogen werden.



## Sind Anlagenbetreiber versichert?

Jeder Betreiber eines Windrades besitzt eine Betreiberhaftpflichtversicherung, eine Maschinenbetriebsunterbrechungsversicherung und einen Vollwartungsvertrag mit dem Hersteller - denn ohne Versicherungen und Vollwartungsvertrag gibt es keine Kreditvergabe durch finanzierende Banken.

**Niemand bleibt in Falle eines Schadens auf den Kosten sitzen. Auch eingebrachtes Eigenkapital wird in keinem Fall zur Begleichung von Schäden oder Haftungsfällen herangezogen.**



Die jährliche Deckungssumme der **Haftpflichtversicherung** beträgt in der Regel 5 Millionen Euro pro Windrad. Die Betreiberhaftpflicht deckt alle Schäden von Dritten ab.



Entstehen während der Laufzeit am Windrad selbst Schäden durch Verschleißerscheinungen so sind diese immer durch einen **Vollwartungsvertrag** abgedeckt.



Die **Maschinenbetriebsunterbrechungsversicherung** sichert die Windenergieanlage gegen Schäden wie z.B. Blitzschlag und Hagel ab.

# Faktencheck

## Wirkt sich Windenergie auf den Tourismus aus?

**Welche Auswirkung Windenergieanlagen auf den Tourismus in einer Region haben, ist noch nicht hinreichend erforscht. Windenergieanlagen werden jedoch, insbesondere von der jüngeren Generation, als Teil einer strukturreichen Kulturlandschaft wahrgenommen**

- Windenergieanlagen werden nach dem Bundesimmissionsschutzgesetz (BImSchG) zugelassen. Im Rahmen der Genehmigung sind auch die Ziele des Bundesnaturschutzgesetzes zu berücksichtigen. Dazu zählt unter anderem, „Vielfalt, Eigenart und Schönheit“ von Natur und Landschaft zu bewahren.
- Eine hohe Landschaftsbildqualität oder hohe Besucherzahlen führen nicht automatisch zum Ausschluss einer Region vom Ausbau der Windenergie. Dennoch verfügt die Regionalplanung über Möglichkeiten, landschaftlich wertvolle Räume von Windenergieanlagen freizuhalten – aus Gründen des Natur-, des Arten-, Gebiets- oder Denkmalschutzes.

### Studienergebnisse

Wie viele Touristen eine Region aufgrund von Windrädern meiden, ist nicht bekannt. Ob Gäste sich von den Anlagen abschrecken lassen, hängt unter anderem von der geographischen Beschaffenheit der Region ab, von der Art des Tourismus, die dort vorherrscht, und vom Alter der Besucher.

## Lassen Windkraftanlagen die Immobilienpreise sinken?

**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.

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.

# Faktencheck

## Wieviel CO<sub>2</sub> kann eine Windenergieanlage einsparen?

Je nach Standort reichen 2,5 Monate, um den so genannten Energy-Payback zu erreichen. Im schlechtesten Fall sind es 11 Monate.

Braunkohleverstromung emittiert 1.140 Gramm CO<sub>2</sub>-Äquivalente pro erzeugter Kilowattstunde, bei Erdgas sind es 490. Bei Windstrom sind es hingegen am schlechtesten Standort (onshore Schwachwind) zwischen 5,2 und 15,6 Gramm CO<sub>2</sub>-Äquivalente pro erzeugter Kilowattstunde.

Windenergieanlagen sparen also CO<sub>2</sub> ein. Sowohl der Energiebedarf als auch der CO<sub>2</sub> Ausstoß bei der Herstellung hat sich nach kurzer Laufzeit amortisiert, danach ist die Anlage CO<sub>2</sub> negativ anders als Kohlekraftwerke, die über die gesamte Laufzeit immer mehr CO<sub>2</sub> ausstoßen.



Weitere Infos zur Amortisation von Wind- und PV-Anlagen.

### Was genau ist Energetische Amortisation?

Energetische Amortisation beschreibt die Zeitspanne, den ein Energiesystem benötigt, um die Energiemenge zu erzeugen, die für seine Herstellung, Installation und Betrieb aufgewendet wurde. Es ist der Zeitraum, nach dem ein Energiesystem mehr Energie produziert hat, als für seinen gesamten Lebenszyklus aufgewendet wurde.

## Erhöhen Windkraftanlagen das Risiko eines Blackouts?

Windkraftwerke selbst erhöhen das Risiko eines Blackouts **nicht**, allerdings bringt ihre wetterabhängige Stromproduktion Herausforderungen mit sich.

- Windenergie kann nur dann Strom liefern, wenn ausreichend Wind weht. In windarmen Phasen, insbesondere während der sogenannten **Dunkelflaute**, sinkt die Energieproduktion.
- Um die Auswirkungen der Dunkelflaute abzumildern ist der **Ausbau von Energiespeichern**, um in Zeiten mit viel Wind Energie zu speichern und bei Flaute wieder abzugeben, sowie der verstärkte Einsatz von flexiblen Energiequellen wie Biomasse oder Wasserkraft, wichtig. Auch der Ausbau der Stromnetze, um regionalen Schwankungen entgegenzuwirken, spielt eine wichtige Rolle.

### Was sind Dunkelflaute?

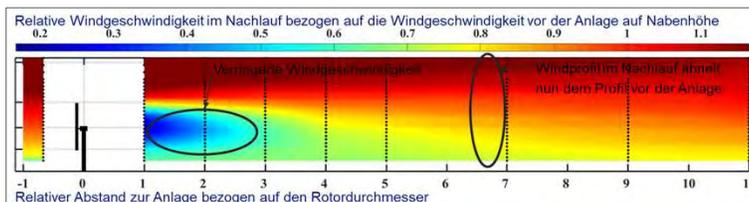
Eine Dunkelflaute bezeichnet das Fehlen von genügend Wind und Sonne um die Last zu decken über einen Zeitraum von Tagen, Wochen oder Monaten.



# Faktencheck

## Beeinflusst Windenergie das Mikroklima?

Windenergieanlagen nutzen Windenergie, d.h. hinter der Anlage nimmt die Windgeschwindigkeit ab. **Aber** der Effekt wird nach kurzer Distanz irrelevant und das Windprofil geht dem Ausgangszustand entgegen. Der turbulente Bereich ist vor allem an den Rotorblattspitzen vorzufinden. Horizontale Luftschichten vermischen sich vertikal hinter einer Anlage.<sup>[1]</sup>



### Einfluss auf bodennahe Lufttemperatur

Laut einer Studie aus 2016 mit Messreihen aus einem im Betrieb befindlichen Windpark in Kalifornien, USA, ergab sich folgendes Ergebnis:

- Tagsüber: erhebliche Abkühlung durch Einbringung von kühlerer Höhenluft an den Boden
- Nachts und am frühen Morgen: leichte Erwärmung, da bodennahe Luftschichten nachts auskühlen und die herabgeführte Höhenluft wärmer ist

### Haben Windenergieanlagen einen Einfluss auf das Pflanzenwachstum?

- Austausch und Umverteilung von Gasen (z.B. CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub> etc.), (Luft-) Feuchtigkeit und Wärme beeinflussen generell das Pflanzenwachstum → Windenergieanlagen fördern diese vertikale Durchmischung und können somit direkt dahinterliegende Vegetation in Windrichtung beeinflussen.
- Keine allein durch Windkraft messbaren Auswirkungen auf das Pflanzenwachstum und den Ertrag in der Landwirtschaft.<sup>[3]</sup>

#### Quellen:

[1] Barlas, E., Buckingham, S. & van Beeck, J. Roughness Effects on Wind-Turbine Wake Dynamics in a Boundary-Layer Wind Tunnel. *Boundary-Layer Meteorol* 158, 27–42 (2016). <https://doi.org/10.1007/s10546-015-0083-z>

[2] Baidya Roy, Somnath, and Justin J. Traiteur. "Impacts of wind farms on surface air temperatures." *Proceedings of the National Academy of Sciences* 107.42 (2010): 17899-17904.

[3] Rajewski, Daniel A., et al. "Crop wind energy experiment (CWEX): observations of surface-layer, boundary layer, and mesoscale interactions with a wind farm." *Bulletin of the American Meteorological Society* 94.5 (2013): 655-672.

# Klimaänderungen

## Ursachen, globale Klimaänderungen und Folgen

- **Hauptverursacher** des gegenwärtigen Klimawandels seit Beginn der Industrialisierung ist der Mensch, vor allem durch Treibhausgasemissionen (Kohlenstoffdioxid, Methan, Lachgas etc.)
- Natürliche Faktoren (Vulkanismus, Sonne etc.) haben einen geringen Einfluss auf das Klima
- Starke Änderungen in der Atmosphäre, Biosphäre und im Ozean mit weltweit beobachtbaren Wetterextremen, Auswirkungen und Schäden sind die Folge

**Klima:** Mittlerer Zustand der Atmosphäre (Durchschnitt meist über 30 Jahre) auf einem Gebiet (z.B. Deutschland, global)

**Wetter:** Momentaner Zustand der Atmosphäre zu einem bestimmten Zeitpunkt an einem Ort

[1]

## Global auftretende Auswirkungen aufgrund des Klimawandels

Wasser- und Nahrungsmittelknappheit, Viehhaltung und -gesundheit sowie Fischsterben

Infektionskrankheiten, Hitzebelastung, menschliche Gesundheit, Umsiedelung

Überschwemmungen im Inland und an Küsten, Schäden an Infrastruktur und Wirtschaftsbranchen

Änderungen und Artenverluste in terrestrischen sowie Süß- und Salzwasserökosystemen



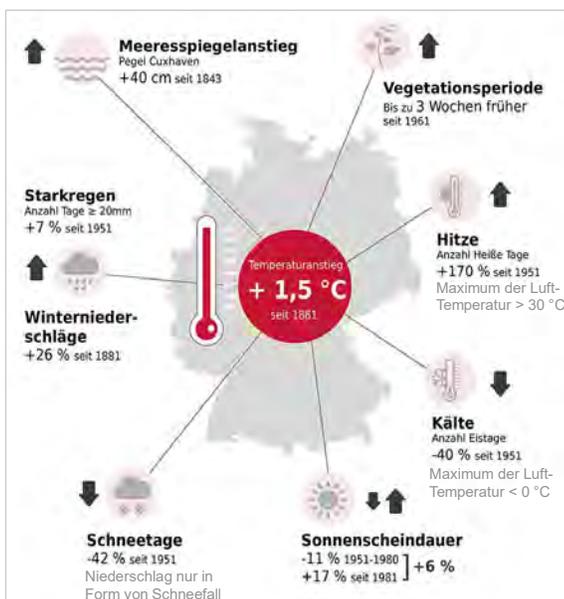
[2]

### Literaturquellen:

[1] Deutscher Wetterdienst (DWD), o.J.: Wetter- und Klimalexikon. Klima und Wetter. <https://www.dwd.de/DE/service/lexikon/Functions/glossar.html>, entnommen am 22.08.2024

[2] IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change), 2023: Summary for Policymakers. In: Climate Change 2023: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, H. Lee and J. Romero (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, pp. 1-34, doi: 10.5937/IPCC/AR6-9789291691647.001

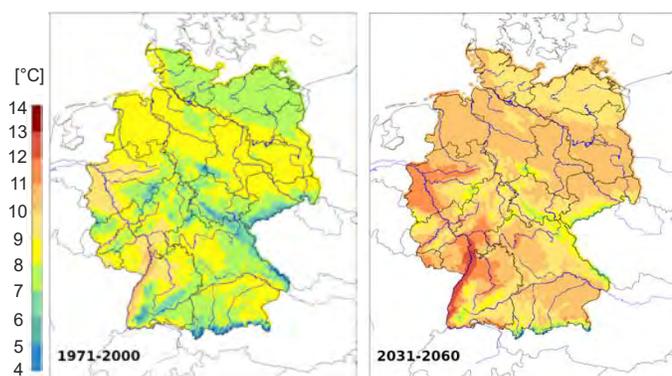
## Aktueller und zukünftiger Klimawandel in Deutschland



### Bildquelle:

[https://www.dwd.de/DE/klimaumwelt/aktuelle\\_meldungen/191126/dwd\\_bmu\\_uba\\_monitoring\\_bericht\\_bild\\_dwd.png?sessionid=65D65510DF769E67AC41A4FF31717530.live11044?\\_\\_blob=normal&v=3](https://www.dwd.de/DE/klimaumwelt/aktuelle_meldungen/191126/dwd_bmu_uba_monitoring_bericht_bild_dwd.png?sessionid=65D65510DF769E67AC41A4FF31717530.live11044?__blob=normal&v=3)

Literaturquelle: Deutscher Wetterdienst (DWD), o.J.: Klimawandel – ein Überblick. [https://www.dwd.de/DE/klimaumwelt/klimawandel/klimawandel\\_node.html](https://www.dwd.de/DE/klimaumwelt/klimawandel/klimawandel_node.html), entnommen am 24.08.2024



30-Jahresmitteltemperatur in 2 m Höhe. Die Werte für 2031-2060 wurden mittels des RCP8.5-Szenarios errechnet. Das entspricht einer Fortführung der globalen fossilen Energienutzung. RCP: Repräsentativer Konzentrationspfad.

Bildquelle: [https://www.dwd.de/DE/klimaumwelt/klimawandel/bilder/30\\_Jahres\\_Mittel\\_20220118.png?sessionid=F2DCAB902E23F116D6175D100E05AE0C.live31082?\\_\\_blob=normal&v=5](https://www.dwd.de/DE/klimaumwelt/klimawandel/bilder/30_Jahres_Mittel_20220118.png?sessionid=F2DCAB902E23F116D6175D100E05AE0C.live31082?__blob=normal&v=5)

Momentane und künftige Klimaentwicklungen betreffen alle und werden maßgeblich durch das menschliche Verhalten bestimmt!