

Neue Energie. Für unsere Zukunft.



# Faktenpapier Windenergie

A. Klimaschutz / Stromsystem

Warum erneuerbare Energien?

Der Ausbau der erneuerbaren Energien ist mit Blick auf den immer sichtbareren Klimawandel wichtiger denn je: Geopolitisch profitiert Deutschland von mehr Energiesouveränität und wird unabhängiger von unsicheren oder unzuverlässigen Lieferanten und deren Bedingungen. Gleichzeitig steigern die Errichtung von Wind- und Photovoltaikanlagen in der Region die lokale Wertschöpfung und durch die verbrauchsnahe Erzeugung des Stroms können zudem die Kosten durch den Netzausbau so gering wie möglich gehalten werden.

Mehr Informationen: [Umweltministerium Baden-Württemberg](#)

Quelle:









Wie wird die Versorgungssicherheit gewährleistet?



Damit die Versorgung auch bei steigenden Strombedarfen gesichert bleibt, muss die Energiewende in sämtlichen Bereichen vorangetrieben werden. Es müssen neben dem planmäßigen Ausbau der Windenergie und der Photovoltaik auch die Übertragungs- und Verteilnetze erneuert sowie zusätzliche Speicherkapazitäten eingerichtet werden. Für Zeiten mit wenig Wind und Sonne sollen wasserstofffähige Gaskraftwerke als Reserve zur Verfügung stehen. Auch der Stromhandel in Europa hat einen bedeutenden Einfluss auf die Versorgungssicherheit. Er gleicht regionale Schwankungen zwischen Nachbarländern aus und leitet Strom aus Regionen mit vorübergehenden Angebotsüberschüssen dorthin, wo eine hohe Nachfrage nach Strom herrscht. Weitere Säulen der Versorgungssicherheit sind die Steigerung der Energieeffizienz und die angebotsorientierte


Quelle:








<p>Nachfragesteuerung. Mehr Informationen: <a href="#"><u>Bewertung der Bundesnetzagentur, Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz</u></a></p>	
<p>B. Finanzierung / Wertschöpfung Lohnen sich Windenergieanlagen (WEA) bei uns überhaupt? Die Erzeugungskosten von Strom aus WEA an Land lagen im Jahr 2024 bei 4,1 bis 9,2 Cent pro Kilowattstunde. Damit sind Onshore-Windräder gemeinsam mit Photovoltaik-Freiflächenanlagen unter allen Kraftwerksarten die kostengünstigsten Technologien in Deutschland. Im Vergleich: Die Erzeugungskosten von neu zu bauenden Kernkraftwerken liegen bei 13,6 bis 49 Cent pro Kilowattstunde. Binnenland-optimierte Anlagen sorgen dafür, dass WEA nicht nur im flachen und windreichen Norden, sondern auch in vielen Regionen Baden-Württembergs wirtschaftlich betrieben werden können. Mit einem ganzheitlichen Blick auf die Kosten der Energiewende stellte PwC in einer Studie 2024 fest, dass sich beschleunigte Investitionen in den Klimaschutz auch volkswirtschaftlich lohnen. Mehr Informationen: <a href="#"><u>Dr. Christoph Kost, Fraunhofer ISE, August 2024, Studie: Stromgestehungskosten Erneuerbare Energien</u></a> und <a href="#"><u>Umweltministerium Baden-Württemberg; PWC Deutschland</u></a></p>	<p>Quelle:</p>  
<p>Was haben die Menschen vor Ort davon? Durch den Umstieg von wenigen fossilen Großkraftwerken auf viele Wind- und Solarparks verlagert sich die Wertschöpfung der Energieproduktion in den ländlichen Raum. Davon können Kommunen und ihre Bürgerinnen und Bürger profitieren. Das gilt insbesondere, wenn Projekte von regionalen Akteuren gemeinsam</p>	<p>Quelle:</p>

<p>umgesetzt werden. So bleiben das investierte und das erwirtschaftete Geld vor Ort. Die lokale Wertschöpfung steigt weiter durch finanzielle Beteiligungsmöglichkeiten für Privatleute und Unternehmen, faire Pachteinahmen für Flächeneigentümerinnen und -eigentümer sowie kommunale Einnahmen aus Gewerbesteuern und einer Beteiligung von 0,2 Cent pro Kilowattstunde aus dem Stromverkauf (§6 EEG).</p> <p>Mehr Informationen: <u><a href="#">Agentur für Erneuerbare Energien e.V.</a></u>, <u><a href="#">Landesenergieagentur Baden-Württemberg (KEA)</a></u></p>	 
<p>C. Standort / Genehmigung</p> <p>Wie wird überprüft, ob vor Ort genügend Wind weht?</p> <p>Um die Wirtschaftlichkeit eines geplanten Windprojekts zu überprüfen, werden am jeweiligen Standort über einen längeren Zeitraum hinweg Windmessungen durchgeführt. Das dafür übliche Verfahren ist das Lidar-Messverfahren. Für eine aussagekräftige Messung sammelt das Messgerät über zwölf Monate hinweg Daten in einer Höhe von bis zu 200 Metern. Diese werden von einem Windgutachter ausgewertet. In Gegenden, in denen bereits viele WEA stehen, kann der Windertrag sehr zuverlässig anhand vergleichbarer WEA prognostiziert werden.</p> <p>Mehr Informationen: <u><a href="#">Fachagentur Windenergie</a></u></p>	<p>Quelle:</p> 
<p>Was wird bei der Genehmigung geprüft?</p> <p>Bei der Genehmigung von WEA gibt vor allem das Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG) den rechtlichen Rahmen für ganz Deutschland vor. Daneben sind viele weitere Fachgesetze relevant. Neben der Frage des Immissionsschutzes (z.B. Schallentwicklung, Schattenwurf) stehen besonders die Vorschriften</p>	<p>Quelle:</p> 

<p>des Natur- und Artenschutzrechts, des Bauordnungs- sowie des Bauplanungsrechts im Fokus. Darüber hinaus können weitere fachrechtliche Fragen wie das Luftverkehrsrecht oder der Landschafts- und Denkmalschutz von Relevanz sein.</p> <p>Mehr Informationen: <u><a href="#">Fachagentur Wind und Solar</a></u></p>	
<p>D. Sicherheit</p> <p>Wie sicher sind Windenergieanlagen?</p> <p>WEA sind technisch sicher und verursachen im Vergleich zu anderen technischen Einrichtungen äußerst selten Sach- und Umweltschäden. Wie bei jeder anderen technischen Anlage lassen sich aber auch beim Bau und Betrieb von WEA Zwischenfälle nicht vollständig ausschließen. Dazu zählen Eisfall sowie – noch seltener – Eiswurf, Brände, Rotorblattbruch, Turmversagen oder der Austritt von Betriebsstoffen. Der Bundesverband Windenergie geht von fünf bis zehn Bränden pro Jahr aus. Gemessen an der Gesamtzahl von aktuell ca. 30.000 WEA (2024) in Deutschland liegt der Anteil der betroffenen Anlagen bei unter 0,03 Prozent. (<u>Quelle: Bundesverband Windenergie via mdr.de</u>). Alle relevanten Sicherheitsaspekte werden im Genehmigungsverfahren geprüft. Dazu müssen unter anderem ein Brandschutzkonzept und Gutachten zur Standorteignung sowie entsprechende Risikobeurteilungen und Gegenmaßnahmen vorgelegt werden. Im Betrieb werden moderne Anlagen dann rund um die Uhr von technischen Sicherungs- und Monitoringsystemen überwacht, die bei Bedarf Alarm schlagen und die Anlage abschalten. Vorsorglich wird die Betriebssicherheit jeder Anlage mindestens alle vier Jahre von zertifizierten Stellen neu festgestellt (z. B. TÜV).</p>	<p>Quelle:</p>  

<p>Mehr Informationen: <u><a href="#">Umweltministerium Baden-Württemberg, Bundesverband Windenergie (BWE)</a></u></p>	
<p>Wie tief sind die Fundamente einer Windenergieanlage? Das Fundament sichert die Standfestigkeit der Windenergieanlage und leitet alle Lasten, die aus dem Windrotor und der Eigenbewegung der Anlage kommen, in den Erdboden weiter. Bei Windenergieanlagen an Land sind Flachgründungen am weitesten verbreitet. Dabei erfolgt die Gründung in der Regel nach dem gleichen Prinzip wie das Aufstellen eines Sonnenschirms mittels eines schweren, runden Fußes: Dazu werden meist runde Platten aus Beton und Stahl in einer Tiefe von 4-6 Metern in den Boden eingebracht. Diese leiten die Kräfte gleichmäßig in den Untergrund ab. Aus mit Stahl bewehrtem Beton wird dabei eine runde Basis gegossen, die einerseits durch ihr Gewicht den Gesamtschwerpunkt der Anlage weiter nach unten verlegt und andererseits durch ihren Durchmesser die so genannte Kippkante ausreichend weit vom Anlagen-Schwerpunkt legt. Nur bei einem schlecht tragfähigen Untergrund erfolgt unter Umständen eine Tiefengründung durch Betonpfähle, die im Mittel etwa 10-15 Meter tief in die Erde eingebracht werden. Der Standort muss jeweils sorgfältig vorbereitet werden, daher wird die Tragfähigkeit vorab durch ein Bodengutachten sichergestellt. Mehr Informationen: <u><a href="#">Zentrales Informationssystem Energieforschungsförderung</a></u></p>	<p>Quelle:</p> 
<p>E. Gesundheit / Immissionen Wie laut dürfen Windenergieanlagen sein? Jegliche Geräusche, die von WEA ausgehen, müssen im</p>	<p>Quelle:</p>

<p>Rahmen des Genehmigungsverfahrens beurteilt werden. Die „Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm“ (TA Lärm) definiert Schalloberggrenzen. Zum Beispiel darf der durch WEA verursachte Schalldruckpegel in allgemeinen Wohngebieten am Tag nicht mehr als 55 dB(A) und in der Nacht nicht mehr als 40 dB(A) betragen. Diese Richtwerte beziehen sich auf Messergebnisse im Freien, nicht in Gebäuden. Zum Vergleich: 40 dB(A) entsprechen in etwa der Lautstärke eines Kühlschranks.</p> <p>Mehr Informationen: <a href="#">Umweltministerium Baden-Württemberg, TA Lärm</a>; <a href="#">LEA Hessen</a></p>	
<p>Wie werden die Schallwerte ermittelt?</p> <p>Um die definierten Grenzwerte zu überprüfen, wird ein Schallgutachten von einem unabhängigen Gutachter erstellt. Bei den Berechnungen wird stets die maximale Belastung angesetzt, also der theoretische Geräuschpegel bei voller Auslastung. Auch bei der Schallausbreitung werden die ungünstigsten Bedingungen angenommen.</p> <p>Mehr Informationen: <a href="#">Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg (LUBW)</a></p>	<p>Quelle:</p> 
<p>Ist Infraschall von Windenergieanlagen gefährlich?</p> <p>Mit Infraschall sind Schallwellen in einem tiefen Frequenzbereich gemeint. Unterhalb der menschlichen Hörschwelle von 16 bis 20 Hertz können wir sie nicht wahrnehmen. Diese tieffrequenten Schwingungen sind Teil unserer Umwelt, etwa durch einen böigen Wind, das Bedienen der Waschmaschine oder der Fahrt im eigenen Auto. Messungen der Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg haben ergeben, dass der</p>	<p>Quelle:</p>

<p>Infraschallpegel bereits in 120-300 m Entfernung von einer WEA unterhalb der menschlichen Wahrnehmungsschwelle liegt. Es ist also ausgeschlossen, dass der Infraschall von WEA außerhalb des Mindestabstands zu Siedlungen von Menschen wahrgenommen werden kann. Auch Studien, die gezielt die gesundheitlichen Auswirkungen durch Infraschall von WEA untersuchten, konnten keine Gesundheitsschäden darauf zurückführen. Mehr Informationen: <a href="#"><u>Fachagentur Wind und Solar</u></a>, <a href="#"><u>Umweltministerium Baden-Württemberg</u></a>, <a href="#"><u>Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg (LUBW)</u></a></p>	 
<p>Verbrauchen Windenergieanlagen mehr Energie als sie produzieren?</p> <p>Im Gegenteil. Mit Vergleich zum deutschen Strommix amortisieren sich aktuelle Windenergieanlagen energetisch bereits nach etwa drei bis fünf Monaten. Das bedeutet, die WEA hat nach dieser Zeit so viel Energie produziert wie für ihre Herstellung, den Betrieb und ihre Entsorgung aufgewendet werden muss. Zum Vergleich: Fossile Energieerzeugungsanlagen amortisieren sich energetisch nie, denn im Betrieb muss mehr Primärenergie in Form von Brennstoffen dauerhaft zugeführt werden. Mehr Informationen: <a href="#"><u>Umweltbundesamt</u></a></p>	<p>Quelle:</p> 
<p>Wie viel Schattenwurf ist erlaubt?</p> <p>Wenn bei klarem Himmel Windenergie erzeugt wird, entsteht durch Rotorblätter ein bewegter Schattenwurf. Dieser Schatten wird im Genehmigungsverfahren streng überprüft. Anlagenbetreiber müssen dazu Gutachten mit Schattenwurfprognose vorlegen. Gesetzlich ist der Schattenwurf, der auf ein</p>	<p>Quelle:</p>

Wohngebäude fallen darf, klar begrenzt: maximal eine halbe Stunde pro Tag und nicht mehr als 30 Stunden pro Jahr. Die Werte werden theoretisch ermittelt, unter Annahme von stetigem Wind, Betrieb, ständigem Sonnenschein und maximaler Schattenprojektion. Damit ist klar, dass die theoretische Prognose den realen Schattenwurf in jedem Fall übersteigt – und das üblicherweise um ein Vielfaches. Werden die gesetzlichen Werte bei dieser Prognose überschritten, wird die Anlage mit einer Abschaltautomatik ausgestattet, welche die WEA bei Überschreiten der Grenzwerte stoppt. Die Einhaltung der Grenzwerte wird während des Betriebs überwacht.

Mehr Informationen: [Wissensportal der Landesenergieagentur Baden-Württemberg \(KEA\)](#), [Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg \(LUBW\)](#)




Blinken die Anlagen nachts die ganze Zeit?  
Neue WEA werden mit einem System zur bedarfsgerechten Nachtkennzeichnung ausgestattet. Es aktiviert das Blinken der WEA – die so genannte Befeuerung – nur dann, wenn sie notwendig ist, um die Sicherheit des Luftverkehrs zu gewährleisten: Ein Detektionssystem erkennt sich nähernde Flugobjekte, die Steuereinheit schaltet die Befeuerung der WEA ein. Auf diese Weise kann das nächtliche Blinken der Anlagen um bis zu 95 Prozent reduziert werden. Unter verschiedenen Bedingungen können Windenergiebetreiber aber auch dazu verpflichtet werden, diese bedarfsgerechte Kennzeichnung zu verändern, etwa in der Nähe von Regional- und Sportflughäfen.

Mehr Informationen: [Fachagentur Wind und Solar](#), [Bundesverband WindEnergie](#)

Quelle:



<p>Wieviel Materialabrieb geht von Windenergieanlagen aus? Wie alle Anlagen und Geräte mit beweglichen Bauteilen sind WEA von technischem Verschleiß durch Materialabrieb betroffen. Eine Bewertung des Bundesverbands Windenergie (BWE) schätzt einen jährlichen Materialverlust von 2,74 Kilogramm je Windrad. Bei etwa 28.000 installierten WEA in Deutschland sind das ca. 78 Tonnen Materialverlust pro Jahr. Im Vergleich dazu liegen die ermittelten jährlichen Abriebwerte von Fahrzeugreifen in Deutschland bei 102.000 Tonnen pro Jahr. Mehr Informationen: <a href="#"><u>Bundesverband Windenergie (BWE)</u></a>, <a href="#"><u>Fraunhofer UMSICHT</u></a></p>	<p>Quelle:</p>  
<p>F. Ökologie Wie sinnvoll ist Wind im Wald aus Klimaschutzsicht? Die Einsparung von CO<sub>2</sub> durch WEA liegt um einen Faktor von mehr als 1.000 höher als die durch die dafür notwendige Rodung von Wald verlorene CO<sub>2</sub>-Aufnahme (Quelle: Umweltbundesamt, Stand 2021). Selbst unter Berücksichtigung der Herstellung und Errichtung ergibt sich bereits nach dem ersten Betriebsjahr eine 1000-fach positive Kohlenstoffbilanz. Mehr Informationen: <a href="#"><u>Umweltbundesamt</u></a>, <a href="#"><u>Fachagentur Wind und Solar</u></a></p>	<p>Quelle:</p>  
<p>Wie groß ist der Flächenbedarf im Wald? Windparks werden bevorzugt auf Flächen geplant, die durch intensive forstwirtschaftliche Nutzung, Sturmschäden oder Schädlinge vorbelastet sind, um den ökologischen Eingriff so gering wie möglich zu halten. Es wird geprüft, ob bereits bestehende Infrastruktur für die Zuwegung sowie die Verkabelung und Wartung der Anlagen genutzt werden kann. Ziel ist es, so wenig</p>	<p>Quelle: Quelle:</p>

Fläche wie nötig zu roden. Um den Flächenbedarf weiter zu verringern, kommt Spezialtechnik wie platzsparende Kräne und Spezialtransporter zum Einsatz. Im Schnitt wird eine Fläche von ca. 0,5 Hektar pro Windrad dauerhaft benötigt – etwas weniger als ein Fußballfeld. Für diese Eingriffe wird im Genehmigungsbescheid in der Regel eine Ersatzaufforstung verlangt.

Mehr Informationen: [Forst Baden-Württemberg](#), [Landesforstverwaltung Baden-Württemberg](#), [Fachagentur Wind und Solar](#)



#### 1 Gefährden Windenergieanlagen unser Trinkwasser?

Der Schutz von Grund- und Trinkwasser ist elementar wichtig und nicht verhandelbar. Doch der Klimaschutz – und mit ihm der Ausbau der Windenergie – ist es ebenfalls. Daher muss auch das Thema Wasser bei der Planung einer Windenergieanlage gesamtheitlich betrachtet und berücksichtigt werden. Dies gilt insbesondere dann, wenn die Planung des Windparks in oder in unmittelbarer Nähe zu bestehenden Wasserschutzgebieten erfolgt. Grundlage dafür bieten z.B. hydrogeologische Gutachten und Grundwasserschutzkonzepte. Dabei werden aktuelle Daten erhoben und ausgewertet, sodass das reale Gefährdungspotenzial von geplanten Windenergieanlagen auf die Wasserversorgung bewertet werden kann. Für Windenergieanlagen gelten hier dieselben Beschränkungen wie für andere Bauwerke – sie sind grundsätzlich in Trinkwasser-Schutzzone III erlaubt, hier kann es aber begründete Ausnahmen geben. Zusammenfassend kann nicht belegt werden, dass z.B. Gründungs- und Fundamentarbeiten an Windkraftanlagen eine Gefahr für das Trinkwasser darstellen.

Quelle:



Mehr Informationen: [Bürgerforum Energiewende Hessen](#); [EUWID](#)  
[Wasser und Abwasser](#)

Sind Windenergieanlagen gefährlich für Vögel und Fledermäuse?


Die meisten Tierarten stören sich nicht an WEA. Besondere Rücksicht ist aber auf Vögel und Fledermäuse zu nehmen, die empfindlich gegenüber WEA sind. Die Zahl getöteter Vögel durch Windkraft wird deutschlandweit auf 100.000 pro Jahr geschätzt. Aus Sicht des Artenschutzes müssen alle Arten geschützt werden, die in geringem Umfang vorkommen und gleichzeitig kollisionsgefährdet sind. Das wird auch in der Gesetzgebung berücksichtigt. Jede Planung eines Windparks bedarf einer Erfassung der vorhandenen Arten und einer Bewertung, um Konflikte mit dem Artenschutz zu vermeiden.

Im Fledermausschutz sind inzwischen das so genannte "Gondelmonitoring" und Abschaltalgorithmen bei neuen Anlagen etabliert: WEA können vorübergehend während niedriger Windgeschwindigkeiten abgeschaltet werden, um Kollisionen zu vermeiden. Die Auswertung von akustischen Daten ermöglicht es, die Aktivitätsmuster der Fledermäuse noch genauer zu verstehen und die Betriebszeiten der WEA entsprechend anzupassen.

Aber: Jedes Jahr verenden in Deutschland Vögel aufgrund unserer Infrastruktur: etwa jährlich 70 Millionen Vögel durch Straßen- und Bahnverkehr. Auch Landwirtschaft, Hauskatzen und Glasscheiben z.B. von Häusern tragen deutlich mehr zum Vogelsterben bei als WEA. Zusammengefasst lässt sich festhalten: Mit einer guten Standortwahl und geeigneten Vermeidungsmaßnahmen lassen sich Konflikte mit dem Artenschutz meist lösen.

Quelle:



<p>Mehr Informationen: <a href="#"><u>Wissensportal der Landesenergieagentur Baden-Württemberg (KEA)</u></a></p>	
<p>G. Rückbau / Recycling</p> <p>Werden Windenergieanlagen vollständig zurückgebaut?</p> <p>Die übliche Betriebsdauer von WEA liegt zwischen 20 und 30 Jahren. Ein Windrad muss am Ende seiner Lebensdauer zurückgebaut und sachgerecht entsorgt werden – dies schließt die Fundamente und Bodenversiegelungen ein. Seltener vorkommende Pfahlgründungen können, aus der Perspektive des Bodenschutzes, vereinzelt im Boden belassen werden.</p> <p>Mehr Informationen: <a href="#"><u>Umweltbundesamt</u></a></p>	<p>Quelle:</p> 
<p>Sind Windenergieanlagen recycelbar?</p> <p>Etwa 90 Prozent des Gesamtgewichts einer WEA ist problemlos über etablierte Recyclingkreisläufe für Stahl, Metalle und Beton wiederverwendbar. Die Rotorblätter und Gondel sind in der Regel aus modernen Faserverbundstoffen gefertigt, die regelmäßig auch in Flugzeugen, Zügen oder Autos verbaut werden. Glasfaserkunststoffe werden nach dem Rückbau hauptsächlich durch thermische Verwertung – also Verbrennung – beispielsweise in der energieintensiven Zementherstellung genutzt. Ihre Asche kann danach als Bausand-Ersatz an die Betonproduktion verkauft werden.</p> <p>Mehr Informationen: <a href="#"><u>Umweltbundesamt</u></a>, <a href="#"><u>Fachagentur Wind und Solar</u></a>, <a href="#"><u>Bundesverband WindEnergie (BWE)</u></a></p>	<p>Quelle:</p> 