

# Akzeptanz für die Windenergie

Eine Argumentationshilfe

TEAM **ENERGIEWENDE** BAYERN



Bayerisches Staatsministerium für  
Wirtschaft, Landesentwicklung und Energie  
Bayerisches Staatsministerium für  
Ernährung, Landwirtschaft und Forsten



**C.A.R.M.E.N.**



# Akzeptanz für die Windenergie

## Eine Argumentationshilfe

### Hintergrund

In Deutschland ist eine Energieversorgung aus nachhaltigen, erneuerbaren Quellen nicht erst seit Beginn der Energiewende Ausdruck einer modernen, umwelt- und klimaschonenden Entwicklung der Gesellschaft. Die Windenergie ist dabei ein wichtiger Pfeiler unserer künftigen Energieversorgung.

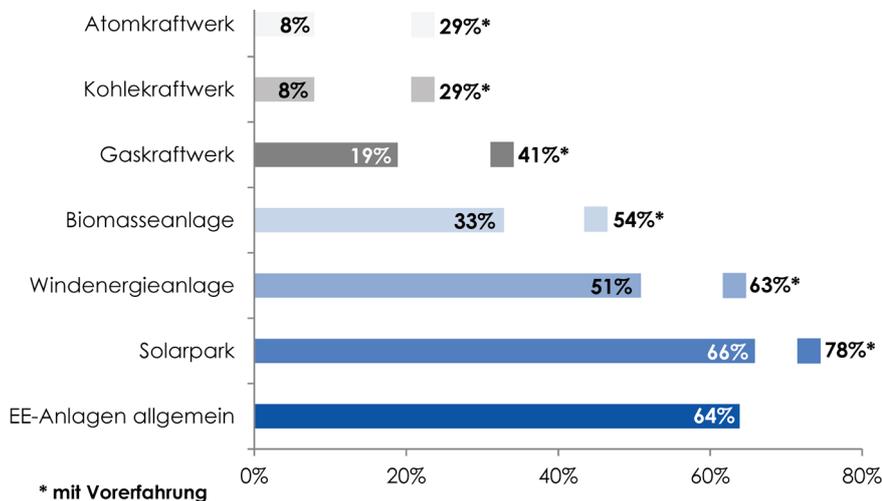
Ihr Potenzial soll im Konsens mit den Bürgern natur- und landschaftsverträglich genutzt werden. Dazu hat die Bayerische Staatsregierung mit einer Änderung der Bayerischen Bauordnung die sogenannte 10 H-Regel festgelegt. Danach ist die Nutzung der Windenergie im Außenbereich in einem anlagenbezogenen Radius der zehnfachen Gesamthöhe entprivilegiert. Die Errichtung von Windenergieanlagen ist möglich, wenn die Gemeinde eine entsprechende Bauleitplanung

betreibt. Die dabei gesetzlich vorgesehene Information und Beteiligung der Bürger kann für Maßnahmen zur Steigerung der Akzeptanz genutzt werden.

Die vorliegende Broschüre zeigt die vorhandenen, in der Praxis angewandten Möglichkeiten zur Steigerung der Akzeptanz auf und informiert über Beweggründe sowie Fakten zu gängigen Vorurteilen gegenüber der Windenergie. Damit soll die Broschüre insbesondere vor Ort bei Kommunen und Bürgern zu sachlicher Aufklärung über dieses vielschichtige Thema beitragen und als Argumentationshilfe zur Akzeptanzschaffung für Windprojekte dienen. Der Fokus liegt hierbei auf der Onshore-Windenergie, da gerade durch Windräder im Binnenland eine Vielzahl an Akteuren im näheren Umfeld direkt betroffen ist und deren Zustimmung eine wichtige Voraussetzung für den Zubau neuer

Anlagen darstellt. Neben der Neuerrichtung von Windenergieanlagen ist auch das sogenannte Repowering, also der Ersatz bestehender Anlagen durch neue leistungsfähigere Modelle, in der Diskussionen um die Windenergienutzung von Bedeutung.

Interessierte, skeptische oder auch kritische Aussagen zur Windenergie von Seiten der Bevölkerung zeugen davon, dass sich die Bürger aktiv mit diesem Thema auseinandersetzen. Häufig besteht auch Interesse und Aufgeschlossenheit gegenüber Windenergieanlagen im näheren Umfeld. Tatsächlich belegen Umfragen, dass die Zustimmung zur Windenergienutzung im Allgemeinen höhere Werte erreicht, wenn die Befragten bereits Anlagen vor Ort sehen können und sie daher mit der Windkrafttechnologie vertraut sind (siehe Abbildung 1).



**Abb. 1: Zustimmung zu Erneuerbare-Energien-Anlagen mit und ohne Vorerfahrung im Vergleich zu Atom, Kohle und Gas (eigene Darstellung nach AEE 2019)**

Häufige, immer wieder auftretende Fragestellungen aus der Bevölkerung zur Windenergienutzung werden nachfolgend anhand des Unterscheidungsspektrums des Nachhaltigkeitsbegriffs differenziert in:

- wirtschaftliche Aspekte
- ökologische Aspekte
- soziale Aspekte

Mithilfe dieser Sammlung von Informationen und Argumenten soll durch die Auseinandersetzung mit kritischen und kontroversen Bereichen der Windenergie zu einer Versachlichung der Diskussion beigetragen und der Windenergie vor Ort zu größerer Zustimmung verholfen werden, indem ein Konsens darüber gefunden werden kann, wo der Einsatz der Windenergie sinnvoll und sowohl für Mensch als auch Natur verträglich ist.

### Wirtschaftliche Aspekte der Windenergienutzung

#### Können Anlagen an küstenfernen Standorten im Binnenland überhaupt wirtschaftlich betrieben werden?

Die Windverhältnisse in Küstennähe sind prinzipiell durch stärkere, gleichmäßigere Winde als im Landesinneren geprägt. Dies liegt da-

rin begründet, dass sich der Wind auf seinem Weg von der Küste landeinwärts an Geländestrukturen, wie Wäldern oder Gebäuden, abschwächt. Dennoch können Windenergieanlagen auch in komplexerem Gelände im Binnenland wirtschaftlich arbeiten. Um geeignete Gebiete dafür zu finden, werden die Standorte genau geprüft und Windmessungen durchgeführt.

Eine erste Orientierungshilfe bietet der Bayerische Windatlas. Geländeunebenheiten, Bewaldung oder Bebauung stellen Windhindernisse dar und führen zu turbulenten Strömungen, die sich im Vergleich zu gleichmäßigen, sogenannten laminaren Strömungen, ertragsmindernd auf die Windenergieausbeute auswirken. Durch größere Nabenhöhen lassen sich die in höheren Luftschichten vorherrschenden gleichmäßigeren Windströmungen besser ausnutzen, was vor allem für bewaldetes und hügeliges Gelände von Bedeutung ist (vergleiche Abbildung 2). Der Einsatz von Rotoren mit größerem Durchmesser verbessert ebenfalls die „Windernte“ und trägt damit zu einer Erhöhung des Stromertrags bei.

#### Ist der Aufwand für umfangreiche Windprognosen überhaupt gerechtfertigt?

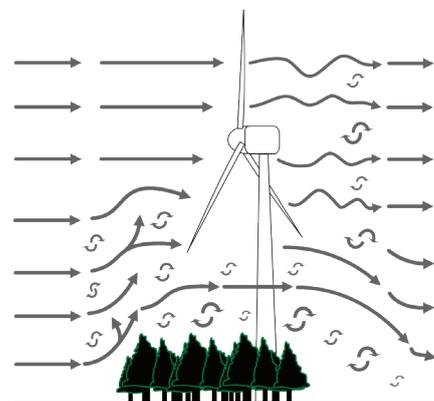
Grundsätzlich gilt, dass der potenzielle Anlagenstandort durch eine

möglichst einjährige Windmessung mittels laser- oder ultraschallgestützter (LiDAR bzw. SODAR) Messsysteme erfolgen sollte. Alternativ kann ebenso ein Messmast herangezogen werden. Auch die Nutzung von Referenzwerten sind eine (ergänzende) Option. Dies setzt jedoch voraus, dass bereits Anlagen standortnah vorliegen, deren Messwerte zugänglich sind.

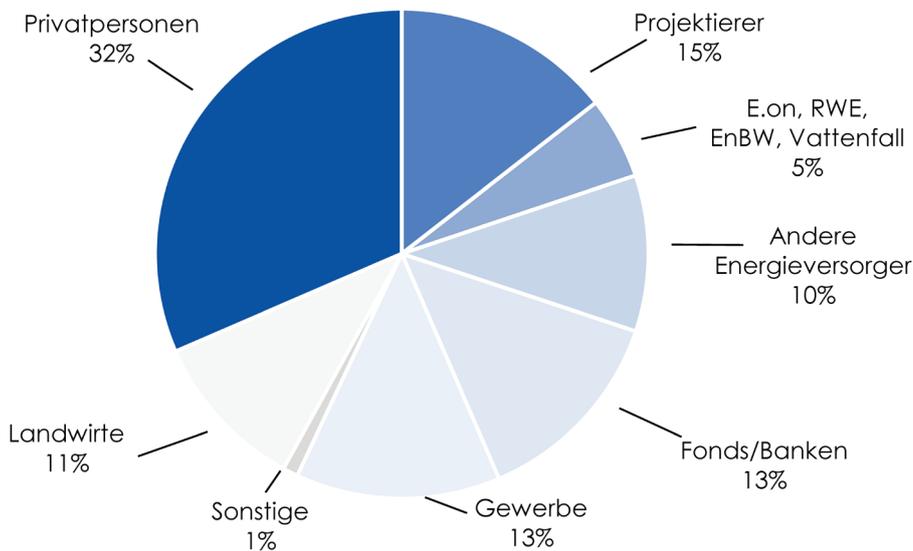
Für solche professionellen Untersuchungen fallen erwähnenswerte Investitionskosten an. Diese bewegen sich für die Planung inklusive Gutachten im Bereich von rund 95 Euro je Kilowatt der Nennleistung. Die Hauptinvestitionskosten für die eigentliche Anlage sowie deren Transport und Installation belaufen sich auf über 1.175 Euro je Kilowatt. Die Kosten für ein Windgutachten sind damit vergleichsweise gering. Sie sollten als notwendige Investition gesehen werden, um den Investor im Falle einer zu geringen Windhöffigkeit vor einer Fehlinvestition zu schützen.

#### Geht der Gewinn aus Windenergieanlagen nur an große Unternehmen, während die Anwohner im Gegenzug die Windräder ständig im Blickfeld haben?

Eine derartige Entwicklung lässt sich durch regionale Betreibergesellschaften, wie z. B. Bürgerenergiegenossenschaften, und die damit einhergehende finanzielle Beteiligung der Anwohner umgehen oder



**Abb. 2: Darstellung der Luftströmungen über Waldflächen, eigene Darstellung**



**Abb. 3: Besitzverhältnisse bei Erneuerbaren-Energien-Anlagen (eigene Darstellung nach AEE 2017)**

zumindst deutlich abschwächen. Doch auch Kommunen können über Abgaben der Betreiber profitieren, wie es im EEG 2021 vorgesehen ist.

Der dezentrale Ausbau der Erneuerbaren Energien führt dazu, dass sich auch dezentrale Eigentümerstrukturen etablieren können. Ein großer Anteil der Erneuerbaren-Energien-Anlagen befindet sich, wie Abbildung 3 veranschaulicht, in der Hand von Privatpersonen und Landwirten. Durch eine finanzielle Bürgerbeteiligung haben „Betroffene“ die Gelegenheit, „Beteiligte“ zu werden und an den Anlagen mitzuverdienen.

Die Kommune, auf deren Gemeindegebiet die Windenergieanlage steht, erhält unabhängig vom Sitz der Betreibergesellschaft 70 Prozent der anfallenden Gewerbesteuer auf die Erträge der Windräder. Sitzt die Betreibergesellschaft vor Ort, so erhöht sich die regionale Wertschöpfung.

### Wer kommt im Falle einer Insolvenz des Betreibers für den Rückbau der Anlagen auf? Trifft der finanzielle Schaden die Grundstückseigentümer?

Für Windenergieanlagen wird in der Regel eine Betriebszeit von 20 Jahren angesetzt. Die Grundstücksnut-

zungsverträge zwischen dem Windenergieanlagenbetreiber und dem/ den Grundstückseigentümer/n werden daher meist ebenfalls für 20 Jahre abgeschlossen, können jedoch eine Option auf Verlängerung der Nutzungsdauer vorsehen. Nach Ende der Betriebszeit muss die Anlage vom Betreiber rückgebaut werden. Das dafür benötigte Geld wird in aller Regel als bindende Genehmigungsaufgabe in Form einer selbstschuldnerischen Bankbürgschaft abgesichert. Zudem kann in der Genehmigung gefordert sein, dass der Anlagenbetreiber in regelmäßigen Zeitabständen zu überprüfen hat, ob die Summe tatsächlich noch für einen Rückbau ausreichend ist. Diese Überprüfung liegt im Grunde auch ohne explizite Genehmigungsaufgabe im Eigeninteresse des Betreibers, um die Anlage nach Ende der Betriebszeit kostendeckend rückbauen zu können. In diesem Fall sollte der Eigentümer aber im Grundstücksnutzungsvertrag auf eine Verpflichtung des Anlagenbetreibers zur Überprüfung der Bürgschaftshöhe achten. Im Laufe des Betriebs der Anlage kann oder muss also ggf. eine Aufstockung der Bürgschaft vorgenommen werden.

Im Falle einer Betreiberinsolvenz fällt die Rückbaupflicht an den Grundstückseigentümer. Für diesen Fall steht die für den Rückbau er-

forderliche Geldsumme auf Grund der Bürgschaft aber dennoch zur Verfügung. Hat der potenzielle Betreiber bereits gegenüber der Genehmigungsbehörde eine Rückbaubürgschaft nachgewiesen, so kann im Grundstücksvertrag auf eine Rückbausicherheit gegenüber den Grundstückseigentümern verzichtet werden.

### Wie teuer ist eigentlich die Windenergie? Was bedeutet das für die Strompreise?

Die Stromgestehungskosten für Onshore-Windenergieanlagen liegen bei 4 bis 8,2 ct/kWh und können mit fossilen Kraftwerken konkurrieren, deren Stromgestehungskosten derzeit je nach Technologie zwischen 4,6 und 9,7 ct/kWh liegen (vergleiche Abbildung 4). Insbesondere im Hinblick auf die stetig steigenden Kosten für konventionelle Energieträger kann die Windenergie zusammen mit anderen Erneuerbaren Energien eine preisstabile Stromversorgung gewährleisten.

Dennoch stiegen die Verbraucherstrompreise mit zunehmender Einspeisung aus Erneuerbaren-Energien-Anlagen in den letzten Jahren kontinuierlich an. Dieser paradoxe Effekt ist einerseits mit dem grenzkostenorientierten Strommarktmodell in Deutschland zu begründen, andererseits ist er der Berechnungsmethode der EEG-Umlage geschuldet. Obwohl Windstrom einen finanziellen Gegenwert in Höhe seiner Stromgestehungskosten besitzt, verursacht er, anders als konventionelle Energieerzeuger, keine Grenzkosten, (z. B. für Brennstoffe). Der Marktwert des Windstroms bemisst sich maßgeblich am Windstromangebot. In Starkwindphasen sinkt somit der Börsenpreis für Windstrom, z. T. auch unter seine Gestehungskosten. Trotzdem erhält der Anlagenbetreiber eine festgelegte Einspeisevergütung gemäß des Ausschreibungsergebnisses. Dadurch können sich systembedingt Differenzkosten zwischen dem erzielten Börsen-

preis und der ausgezahlten EEG-Vergütung ergeben, welche über die EEG-Umlage auf die Verbraucherstrompreise umgelegt werden. Je niedriger der Börsenstrompreis für den Strom aus Erneuerbaren Energien ist, desto höher steigen im Umkehrschluss die umzuwälzenden Differenzkosten.

### Bayern ist bereits Vorreiter bei Photovoltaik. Wieso brauchen wir dann auch noch Windenergieanlagen?

Sowohl bei Windenergie als auch bei Photovoltaik handelt es sich um fluktuierende Energieformen, deren Stromerträge von Jahres-, Tageszeiten sowie Witterungsbedingungen abhängen. Zwar können sie sich nicht an der Nachfrage orientieren, jedoch besitzen sie das Potenzial sich zu ergänzen. Während Photovoltaikanlagen nachts ohne Sonneneinstrahlung keinen Strom produzieren, ist die Windenergie unabhängig von Tages- oder Nachtzeiten. Zudem lässt sich im jahreszeitlichen Verlauf das Ertragsmaximum der Windenergie im Winter beobachten, im Gegensatz zur Photovoltaik, die ihr Ertragsmaximum in den Sommermonaten erreicht.

Photovoltaik und Windenergie können sich also sowohl saisonal, witterungsbedingt wie auch im Ta-

gesverlauf ergänzen und in Verbindung mit weiteren Ausgleichsmaßnahmen zur Versorgungssicherheit beitragen.

### Wie passen Windenergie und Versorgungssicherheit zusammen?

Die Erzeugung von Windenergie unterliegt witterungsbedingten Schwankungen. Eine Abmilderung dieser zeitlich wie örtlich auftretenden Fluktuationen ist durch einen gleichmäßigeren und flächendeckenden Ausbau der Windenergie an Land möglich, da beispielsweise bei einer Windflaute im Norden eine Produktion von Windstrom im Süden erfolgen kann. Eine gute Netzintegration der einzelnen Windenergieanlagen, z. B. um regionale Überschussmengen auch überregional an Verbraucher transportieren zu können, sowie Potenziale des Demand-Side-Managements, bei dem sich der Stromverbrauch an der fluktuierenden Stromerzeugung orientiert, sollten in Zukunft verstärkt im Energiesystem berücksichtigt werden.

Darüber hinaus sollten Windräder immer so geplant werden, dass die installierte Generatorleistung möglichst stark ausgelastet ist und so eine möglichst hohe Volllaststundenzahl erzielt wird. Hierfür sind die Anlagenparameter Nennleistung

und Rotorfläche aufeinander abzustimmen. Das macht die Windstromerzeugung besser vorhersehbar und vermeidet starke, netzbelastende Erzeugungsspitzen. Darüber hinaus sollte grundsätzlich die Kombination mit anderen Erneuerbaren Energieträgern wie Photovoltaik, Wasserkraft und Biomasse angestrebt werden, da sie sich prinzipiell gut ergänzen können.

Anhand der in den letzten Jahren erreichten Verfeinerungen in den Wetterprognosen lassen sich die für den Ausgleich der Schwankungen erforderlichen regelbaren Kraftwerkskapazitäten (sei es konventionell oder biomassebasiert) zudem mittlerweile besser im Vorfeld einplanen. Schließlich besteht die Möglichkeit der Speicherung überschüssiger Energie mit Hilfe diverser Technologien. Der Ausbau von Speicherkapazitäten steht zwar erst am Anfang, langfristig könnten sie jedoch die Schwankungen in der Erzeugung abfangen.

Darüber hinaus sollte beachtet werden, dass bei den fossilen Energieformen nur von einer „momentanen Versorgungssicherheit“ gesprochen werden kann, da die weltweit vorhandenen Reserven und Ressourcen immer weiter zurückgehen und in jedem Falle endlich sind.

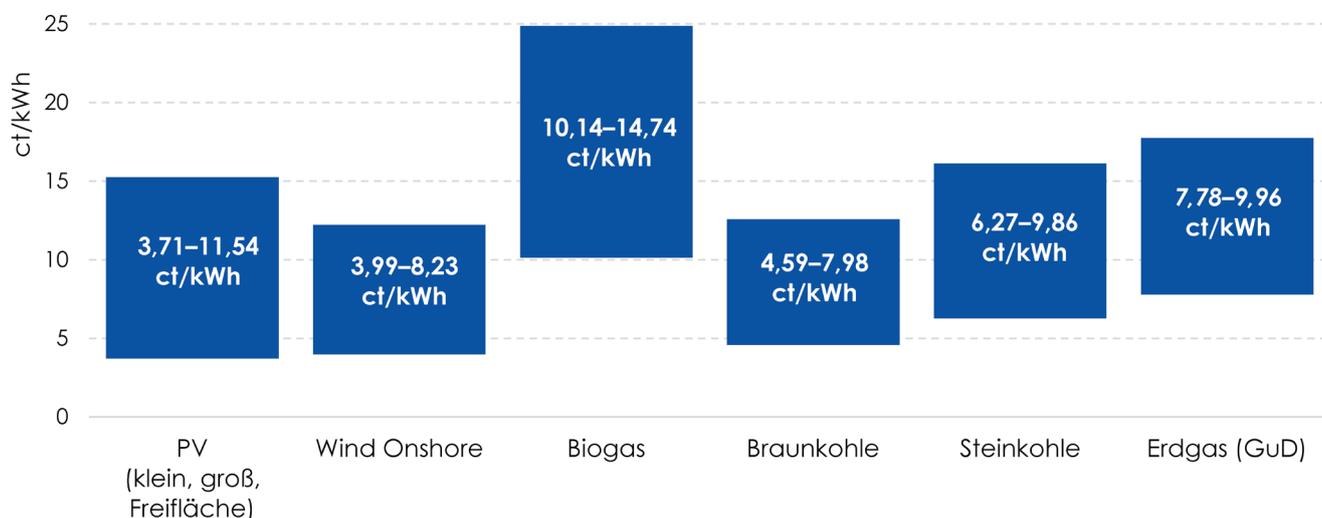


Abb. 4: Stromgestehungskosten verschiedener Stromerzeugungsanlagen (eigene Darstellung nach Kost et al. 2018)

## Ökologische Aspekte der Windenergienutzung

### Können Windenergieanlagen die für ihre Herstellung eingesetzte Energie überhaupt erwirtschaften?

Moderne Windenergieanlagen amortisieren sich je nach Standort bereits nach drei bis sechs Monaten. Nach dieser Zeit haben die Anlagen bereits so viel Energie produziert, wie für deren Herstellung, Betrieb und Entsorgung aufgewendet werden muss.

### Sind die Einzelkomponenten von Windenergieanlagen wiederverwertbar?

Für fast alle in den Komponenten eines Windrads verwendeten Materialien bestehen geeignete Recyclingverfahren. Hauptsächlich handelt es sich dabei um Beton (Fundament und, je nach Bauweise, Turm), Stahl (Turm) sowie zu einem geringen Anteil um weitere Metalle, z. B. Kupfer oder Aluminium (Generator und Anlagenelektronik). Die für die Gondel und die Rotorblätter eingesetzten Verbundwerkstoffe aus (Glas- oder Kohle-) Fasern und

Kunstharzen werden auf Grund des derzeit geringen Aufkommens meist thermisch verwertet. An hochwertigen Recyclingmöglichkeiten für die Verbundwerkstoffe wird derzeit intensiv geforscht. Mit zunehmenden Mengen durch außer Betrieb gehende Altanlagen ist langfristig mit wirtschaftlichen und ökologischen Recyclingwegen zu rechnen. Die derzeitigen Recyclingquoten von Windenergieanlagen können bei 80 bis 90 Prozent liegen.

### Führt der Flächenbedarf durch Windenergieanlagen zu einer Konkurrenz mit anderen Nutzungsformen?

Die für ein Windrad erforderliche Fläche, die während der Betriebsdauer keiner alternativen Nutzung mehr zugeführt werden kann, beläuft sich auf rund 0,5 Hektar. Darin eingerechnet sind die dauerhaft beanspruchten Flächen für das Fundament (bis zu 600 m<sup>2</sup>), die Kranstellfläche (rund 2.000 m<sup>2</sup>) sowie die für den Schwerlastverkehr geeignete Zuwegung (durchschnittlich ca. 2.500 m<sup>2</sup>). Dem Flächenbedarf von etwa einem halben Fußballfeld steht eine hohe Stromerzeugung gegenüber: Eine moderne 3-Me-

gawatt-Anlage versorgt rechnerisch über 1.700 Vierpersonenhaushalte bei zugrunde gelegten 2.000 Volllaststunden. Zwei Windräder nehmen demnach rund einen Hektar Fläche zuzüglich der Abstandsflächen zueinander in Anspruch und erzeugen darauf rund 12 Mio. kWh Strom.

Damit weist die Windenergie die höchste Flächeneffizienz in der erneuerbaren Energieerzeugung auf (siehe Abbildung 6). Der Flächenbedarf an sich ist insgesamt gering, eine landwirtschaftliche Nutzung der umgebenden Flächen ist in großen Bereichen immer noch möglich.

### Bringen die in Windenergieanlagen eingesetzten seltenen Erden Probleme für die Umwelt mit sich?

Hinsichtlich der Antriebstechnologien von Windanlagen existieren verschiedene technische Ansätze: Einerseits gibt es Anlagen, die die Drehbewegung der Rotoren mit Hilfe eines Getriebes auf den Generator übertragen, andererseits gibt es sogenannte Direktantriebe, die getriebelos arbeiten. Für letztere



Abb. 5: Waldwindpark bei Dürrwangen in Mittelfranken

sind starke Magnetfelder erforderlich, entweder induziert durch Elektromagneten, in der Regel Kupfer, oder induziert durch einen starken Permanentmagneten, der in der Regel Neodym und zum Teil auch Dysprosium enthält, beides Elemente aus der Gruppe der seltenen Erden. Seltene Erden kommen trotz ihres Namens nicht selten, aber nur in relativ geringer Konzentration in der Erde vor, was eine Extraktion unter wirtschaftlichen Bedingungen erschwert. Unter der Voraussetzung, dass strenge Umweltschutzvorgaben getroffen und eingehalten werden, kann eine Gewinnung ohne wesentliche Umweltauswirkungen erfolgen. Da die Einhaltung strenger Vorgaben im Umweltschutz nicht in allen Produktionsländern als gesichert gelten kann, sollte größter Wert auf ein möglichst vollständiges Recycling von seltenen Erden gelegt werden. Windenergieanlagenbetreiber können diese Problematik umgehen, indem sie auf alternative Antriebstechnologien setzen.

### Werden Vögel und Fledermäuse durch die sich drehenden Rotorblätter gefährdet?

Wie andere Technologien stellen auch Windenergieanlagen einen Eingriff in die Natur dar, der mit einer Gefährdung der Fledermaus- und Avifauna verbunden sein kann. Um Vogel- und Fledermausarten vor Schaden zu schützen, werden die potenziellen Standorte für Windenergieanlagen in der Planungsphase genauestens überprüft. Im Genehmigungsprozess sind z. B. spezielle artenschutzrechtliche Prüfungen (saP) vorgeschrieben, um das Vorkommen gefährdeter und geschützter Tiere zu analysieren.

Die Steigerung der Nabenhöhen bei modernen Anlagen kann die Gefahr vermindern, dass Vögel und Fledermäuse zu Tode kommen, da viele Arten nicht in den damit erreichten Höhen fliegen. Zu Zeiten hoher Flugaktivitäten kann die Anlage vorübergehend anhand festgelegter Abschaltintervalle außer Betrieb gesetzt werden. Außerdem

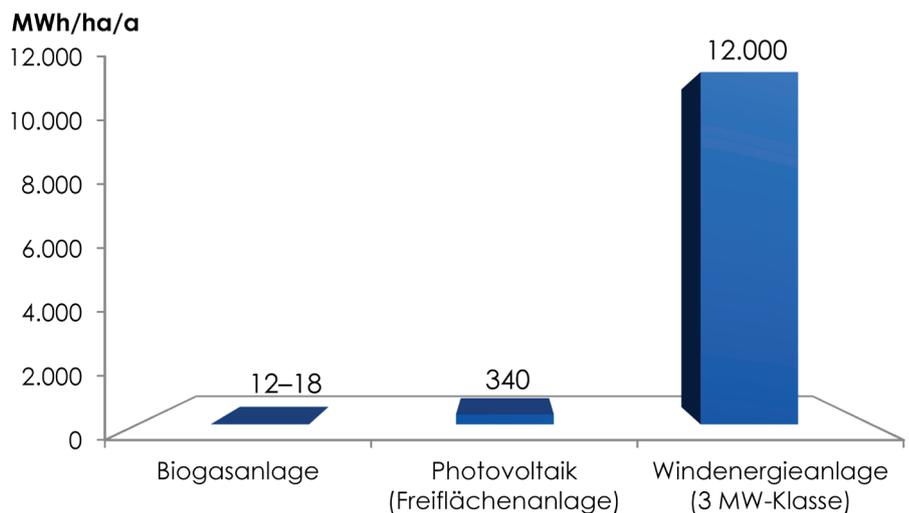


Abb. 6: Flächeneffizienz verschiedener Erneuerbarer Energien (ohne Berücksichtigung von Abstandsflächen), bezogen auf Strom (eigene Darstellung auf Datengrundlage von LfU und C.A.R.M.E.N. e.V.)

werden Technologien erforscht, mittels derer Flugobjekte über eine spezielle Annäherungssensorik erfasst und Anlagen der Situation entsprechend gedrosselt werden können.

### Zerstören Windenergieanlagen im Wald wertvolle Lebensräume?

Naturbelassene und sich frei entwickelnde Waldflächen stellen äußerst hochwertige Lebensräume mit hoher Artenvielfalt dar und genießen einen besonderen Schutzstatus. Daher werden durch das Planungsverfahren von vornherein unter anderem Nationalparks, Naturschutzgebiete, Flora-Fauna-Habitats, bedeutsame Plätze für Vögel und Fledermäuse, Flächen von besonderer Bedeutung als Erholungsraum für den Tourismus und Biotopverbundsysteme für die Windenergienutzung ausgeschlossen. Potenzielle Flächen sind daher Wirtschaftswälder, welche in der Regel keinen besonderen Schutzstatus besitzen. Doch auch diese Standorte müssen strengen rechtlichen Standards genügen.

Das Vorkommen von gefährdeten Arten und ein potenzielles Risiko für diese wird im Rahmen der speziellen artenschutzrechtlichen Prüfung, die für jede Windenergieanlagen-

genehmigung verpflichtend durchzuführen ist, sowie bei größeren Windparks im Rahmen einer Umweltverträglichkeitsprüfung untersucht und eine Genehmigung gegebenenfalls verwehrt.

Um Eingriffe in den Wald möglichst gering zu halten, bietet sich in vielen Fällen die Nutzung der bereits zum Zweck der Waldbewirtschaftung vorhandenen Wegeinfrastruktur an. Diese ist in den öffentlichen Wäldern, welche in Deutschland einen Anteil von 51 Prozent ausmachen, oft sehr gut ausgebaut. Waldtiere, deren Lebensraum sich unterhalb der Rotoren befindet, werden hauptsächlich während der Bauphase gestört.

### Soziale und gesundheitliche Aspekte der Windenergienutzung

#### Erzeugen Windenergieanlagen gesundheitsschädlichen Infraschall?

Als Infraschall wird Schall bezeichnet, dessen Frequenzbereich unterhalb von 20 Hertz liegt. Nur bei relativ hohen Schalldruckpegeln ist er für den Menschen überhaupt wahrnehmbar. Infraschall kann grundsätzlich Beeinträchtigungen der Leistungsfähigkeit, Effekte auf das Herz-Kreislaufsystem oder auch

Benommenheit auslösen. Dies trifft allerdings nur auf Infraschall zu, der die Wahrnehmbarkeitsschwelle des Menschen auch tatsächlich überschreitet.

Windenergieanlagen produzieren Infraschall, dessen Pegel bei Abständen von nur 250 m zur Anlage weit unterhalb der Wahrnehmbarkeitsschwelle liegt, weshalb davon ausgegangen werden kann, dass Windenergieanlagen keine Gefährdung für die menschliche Gesundheit darstellen. Einen belegbaren Zusammenhang zwischen dem von Windenergieanlagen emittierten Infraschall und gesundheitlichen Auswirkungen gibt es nicht.

Laut einer australischen Studie zum sogenannten Nocebo-Effekt kann allerdings bereits die bloße Sorge um eine mögliche Nebenwirkung dazu führen, dass sich die Befürchtungen erfüllen und die vermeintliche Nebenwirkung eintritt.

### **Wie können die Anwohner vor den Lärmemissionen der Windenergieanlagen geschützt werden?**

Für Windenergieanlagen gelten die gleichen zulässigen Schallimmissionswerte wie für andere Anlagen. Sie werden im Rahmen des zwingend erforderlichen immissionsschutzrechtlichen Genehmigungsverfahrens festgelegt. Überschreitungen sind nicht zulässig und führen zu einer Verweigerung der Genehmigung.

Für den Anlagenbetrieb können z. B. Nachtabschaltungen vorgeschrieben werden, um die niedrigeren nächtlichen Lärmgrenzwerte einzuhalten. Planerisch können die Schalleinwirkungen auf Anwohner durch größere Abstände der Anlagen zu Wohngebäuden vermindert werden. Hierauf kann schon früh durch die Regionalplanung bzw. die Flächennutzungsplanung der Gemeinden Einfluss genommen werden.

### **Wie lassen sich Anwohner vor unangenehmem Schattenwurf durch die Windräder schützen?**

Der Schattenwurf stellt eine genehmigungsrechtlich zu prüfende Immission dar, die nach geregelten Vorgehensweisen ermittelt wird und für keinen Anwohner Maximalwerte von 30 Minuten täglich und 30 Stunden jährlich überschreiten darf. Die Einhaltung dieser Zeiten kann auch durch das Abstellen der Anlage gewährleistet werden. Andernfalls ist der Standort nicht genehmigungsfähig.

Bei der Untersuchung der Schatteneinwirkung wird die theoretisch maximal mögliche Schattenwurfdauer zugrunde gelegt, die z. B. eine Bewölkung nicht berücksichtigt, weshalb die tatsächliche Schattenwurfdauer in der Praxis deutlich niedriger liegt. Durch eine sorgfältige Standortauswahl und Mindestabstände zur Bebauung lassen sich die Einwirkungen des Schattenwurfs auf Anwohner von Planungsbeginn an minimieren.

### **Welche Auswirkungen sind auf Grund des gestörten Landschaftsbildes und der damit verbundenen Attraktivitätsminderung für den Tourismus zu erwarten?**

Um dieses Argument zu berücksichtigen, werden die potenziellen Standorte für Windenergieanlagen genau geprüft und die Belange von Tourismus sowie Anwohnern miteinbezogen. Naturdenkmäler und wertvolle, prägende Landschaftsbilder werden beispielsweise durch Vorgaben der Regionalplanung von Windenergieanlagen freigehalten. Dennoch sei hier betont, dass die Wahrnehmung des Landschaftsbildes stark an die Gewöhnung geknüpft ist, was auch die eingangs vorgestellten Ergebnisse aus der Akzeptanzforschung zeigen: Mit Vorerfahrung steigt die Zustimmung zu Erneuerbaren-Energien-Anlagen in der Nachbarschaft. In diesem Sinne werden z. B. Industrieanlagen oder bestehende Stromtrassen trotz ihres Einflusses auf das Landschafts-

bild inzwischen als normal angesehen, da sie seit Jahren bestehen.

Eine repräsentative Umfrage unter Touristen in der Nordeifel ergab, dass sich 59 Prozent von den Windenergieanlagen in dieser Gegend kaum bis gar nicht gestört fühlen. Stattdessen ist die Tourismus-Branche bestrebt, neue Geschäftsfelder im Zusammenhang mit Erneuerbaren-Energien-Anlagen zu etablieren. So werden in Reiseführern zur Entdeckung Erneuerbarer Energien Freizeitaktivitäten wie das „Windmill-climbing“ angeboten. Um sich einen besseren Eindruck von der Wirkung von Windenergieanlagen in der Landschaft zu verschaffen, bietet der Energie-Atlas Bayern online eine 3D-Analyse an, mit der Windenergieanlagen digital in die Landschaft modelliert werden können.

### **Wie hoch ist der Wertverlust der umliegenden Gebäude und Grundstücke?**

Die Höhe eines möglichen Wertverlustes von Grundstücken in der Umgebung von Windenergieanlagen ist schwer pauschal bezifferbar. Die Ursache hierfür liegt zum Großteil in der subjektiven Wahrnehmung der Windräder und der sie umgebenden Landschaft. Sind bereits Windanlagen in das Landschaftsbild integriert, so empfinden Anwohner oder potenzielle Käufer diese als weniger oder gar nicht störend. Dies spiegelt sich etwa auch in Erfahrungen aus Süddeutschland wider, wo sich die Immobilienpreise wenige Jahre nach der Errichtung von Windparks wieder auf dem ursprünglichen Niveau eingependelt haben.

Sonstige mögliche Beeinträchtigungen wie Lärm- oder Schattenimmissionen werden bereits im Vorfeld mittels der immissionsschutzrechtlichen Prüfungen ausgeräumt. Viele junge Menschen vertreten sogar die Ansicht, dass Windenergieanlagen in der Landschaft Ausdruck des ökosozialen Fortschritts, der regionalen Wertschöpfung sowie einer nachhaltigen Gesellschaft, und damit positiv zu bewerten sind.



Abb. 7: Besichtigung der Windenergieanlage Schweitenkirchen

### Stellen Windenergieanlagen durch Eiswurf eine direkte Gefährdung dar?

Eisteile, die sich bei besonderen Witterungsverhältnissen an den Rotorblättern bilden, können sich lösen und in der Nähe der Windenergieanlage zu Boden gehen. Um eine Gefährdung durch diesen Eiswurf auszuschließen, sind Windenergieanlagen im Mindestabstand von der 1,5-fachen Nabenhöhe plus Rotordurchmesser zur nächsten Bebauung zu errichten. Wegen sonstiger immissionsschutzrechtlicher Bestimmungen sind die tatsächlichen Abstände ohnehin um ein Vielfaches größer.

Daneben können die Windenergieanlagen mit betrieblichen und technischen Vorkehrungen gegen Eiswurf ausgestattet werden, z. B. mit Eiserkennungsanlagen, wodurch der Betrieb im Bedarfsfall vorübergehend eingestellt wird, oder mit Flügelenteisungssystemen, die

die Eisbildung hemmen bzw. kontrolliert entfernen. Auf Grund dieser Maßnahmen spielt der Eiswurf sogar im direkten Anlagenumfeld kaum mehr eine Rolle.

### Ist die Befeuereung der Windenergieanlagen mit blinkenden Flugsicherheitsleuchten die ganze Nacht über erforderlich?

Die Flugsicherheitsleuchten von Windenergieanlagen sind je nach Topographie und Gebäudeausrichtung teils weithin sichtbar. Um die Lichtemissionen der Nachtbefeuereung möglichst gering zu halten, wurden bedarfsgerechte Befeuereungen entwickelt. Diese sind technisch umsetzbar und müssen fortan beim Bau neuer Anlagen berücksichtigt werden. Die mit einem Passivradarsystem ausgestatteten Anlagen nehmen die sich tatsächlich nähernden Flugobjekte wahr, so dass die Flugsicherheitsleuchten abgeschaltet bleiben können, wenn kein Flugobjekt registriert wird.

### Ist die Umgebung durch Flügelbrände nach Blitzeinschlägen stark gefährdet?

Um Brände an Windenergieanlagen zu vermeiden, werden neben Blitz- und Überspannungsschutzvorrichtungen auch Anlagen zur Branderkennung und -bekämpfung eingesetzt, wie automatische Lösch-einrichtungen oder Selbstabschalt-systeme. Zusätzlich ist der Anteil brennbarer Stoffe in der Anlage gering. Mit Hilfe dieser Maßnahmen ist die Gefährdung der Umgebung durch Flügelbrände nach Blitzeinschlägen äußerst gering.

## Quellen:

- Agentur für Erneuerbare Energien (AEE) (2019): Wichtig für den Kampf gegen den Klimawandel: Bürger\*innen wollen mehr Erneuerbare Energien. Abrufbar unter: <https://www.unendlich-viel-energie.de/themen/akzeptanz-erneuerbarer/akzeptanzumfrage/akzeptanzumfrage-2019> (letzter Abruf: 06.11.2020).
- Agentur für Erneuerbare Energien (2017): Erneuerbare Energien in Bürgerhand. Abrufbar unter: <https://www.unendlich-viel-energie.de/mediathek/grafiken/grafik-dossier-erneuerbare-energien-in-buergerhand> (letzter Abruf 09.02.2018).
- Bayerisches Landesamt für Umwelt (LfU) & Bayerisches Landesamt für Gesundheit und Lebensmittelsicherheit (LGL) (2016): Windkraftanlagen – Beeinträchtigt Infraschall die Gesundheit? Abrufbar unter: [https://www.lfu.bayern.de/buerger/doc/uw\\_117\\_windkraftanlagen\\_infraschall\\_gesundheit.pdf](https://www.lfu.bayern.de/buerger/doc/uw_117_windkraftanlagen_infraschall_gesundheit.pdf) (letzter Abruf 12.11.2020).
- Bayerisches Landesamt für Umwelt (LfU) (2016): Schattenwurf von Windkraftanlagen: Erläuterung zur Simulation. Abrufbar unter: <http://docplayer.org/18051969-Schattenwurf-von-windkraftanlagen-erlaeuterung-zur-simulation.html> (letzter Abruf 13.11.2020).
- Bilitewski, B., Seiler, E. & J. Woidasky (2013): Recycling von Windkraftanlagen. Abrufbar unter: [https://www.ict.fraunhofer.de/content/dam/ict/de/documents/medien/ue/UE\\_klw\\_Poster\\_Recycling\\_von\\_Windkraftanlagen.pdf](https://www.ict.fraunhofer.de/content/dam/ict/de/documents/medien/ue/UE_klw_Poster_Recycling_von_Windkraftanlagen.pdf) (letzter Abruf 11.11.2020).
- Bundesverband WindEnergie e.V. (BWE) (2018): Windenergie in Deutschland - Zahlen und Fakten. Abrufbar unter: <https://www.wind-energie.de/themen/zahlen-und-fakten/deutschland/> (letzter Abruf 10.11.2020).
- Bundesverband WindEnergie e.V. (BWE) (2015): A-Z – Fakten zur Windenergie. Königsdruck GmbH, Berlin.
- BWE (2012): Potenzial der Windenergienutzung an Land. Kurzfassung. Abrufbar unter: [https://www.wind-energie.de/fileadmin/redaktion/dokumente/publikationen-oeffentlich/themen/01-mensch-und-umwelt/03-naturschutz/bwe\\_potenzialstudie\\_kurzfassung\\_2012-03.pdf](https://www.wind-energie.de/fileadmin/redaktion/dokumente/publikationen-oeffentlich/themen/01-mensch-und-umwelt/03-naturschutz/bwe_potenzialstudie_kurzfassung_2012-03.pdf) (letzter Abruf 12.11.2020).
- Crichton, G., Dodd, G., Schmid, G., Gamble, G. & Petrie, K. J. (2013): Can expectations produce symptoms from infrasound associated with wind turbines? In: Health Psychology, Band 33, Heft 4.
- Gesellschaft für Wirtschaftliche Strukturforchung mbH (GWS) (2017): Beschäftigung in Deutschland durch Windenergie – Bundesländerergebnisse. Abrufbar unter: <https://www.wind-energie.de/presse/pressemitteilungen/2017/zukunftsbranche-windindustrie-ist-bundesweit-ein-starker> (letzter Abruf 12.11.2020).
- Institut für Regionalmanagement (IfR) (2012): Besucherbefragung zur Akzeptanz von Windkraftanlagen in der Eifel. Abrufbar unter: <https://www.yumpu.com/de/document/view/24337073/besucherbefragung-zur-akzeptanz-von-windkraftanlagen-in-der-eifel> (letzter Abruf 11.11.2020).
- Kost, C., Shammugam, S., Jülch, V., Nguyen, H.-T. & T. Schlegl (2018). Stromgestehungskosten Erneuerbare Energien. März 2018. Fraunhofer Institut für solare Energiesysteme ISE, Freiburg.
- Lüers, S., Wallasch, A.-K. & K. Rehfeldt (Deutsche Windguard GmbH) (2015): Kostensituation der Windenergie an Land in Deutschland. Abrufbar unter: [https://www.windguard.de/veroeffentlichungen.html?file=files/cto\\_layout/img/unternehmen/veroeffentlichungen/2015/Kostensituation%20der%20Windenergie%20an%20Land%20in%20Deutschland%20-%20Update.pdf](https://www.windguard.de/veroeffentlichungen.html?file=files/cto_layout/img/unternehmen/veroeffentlichungen/2015/Kostensituation%20der%20Windenergie%20an%20Land%20in%20Deutschland%20-%20Update.pdf) (letzter Abruf 10.11.2020).
- Nordwestdeutsche Forstliche Versuchsanstalt, Institut für Waldbau der Albert-Ludwigs Universität Freiburg & Institut für Landschaftsökologie und Naturschutz Bühl (2013): Natürlich Waldentwicklung als Ziel der Nationalen Strategie zur biologischen Vielfalt. Abrufbar unter: [https://www.nw-fva.de/fileadmin/user\\_upload/Projekte/Waldwachstum/NWE5\\_projektbeschreibung.pdf](https://www.nw-fva.de/fileadmin/user_upload/Projekte/Waldwachstum/NWE5_projektbeschreibung.pdf) (letzter Abruf 11.11.2020).
- O’Sullivan, M., Edler, D. & U. Lehr (2016): Bruttobeschäftigung durch erneuerbare Energien in Deutschland und verringerte fossile Brennstoffimporte durch erneuerbare Energien und Energieeffizienz. Abrufbar unter: [https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Downloads/S-T/bruttobeschaeftigung-erneuerbare-energien-monitoringbericht-2015.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=11](https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Downloads/S-T/bruttobeschaeftigung-erneuerbare-energien-monitoringbericht-2015.pdf?__blob=publicationFile&v=11) (letzter Abruf 13.11.2020).
- Raffel, C. (2011): Seltene Erden – knapp und unverzichtbar. In: Greenpeace Magazin, Heft 2.11.
- Schüler, D. (2011): Hintergrundpapier Seltene Erden – Daten & Fakten; Öko-Institut e.V. Abrufbar unter: <https://www.oeko.de/publikationen/p-details/seltene-erden-daten-fakten> (letzter Abruf 11.11.2020).
- Twardella, D. (2013): Bedeutung des Ausbaus der Windenergie für die menschliche Gesundheit. In: UMID 3, S. 14–18.
- Ulrich, P. & U. Lehr (2018): Erneuerbar beschäftigt in den Bundesländern. Bericht zur aktualisierten Abschätzung der Bruttobeschäftigung 2016 in den Bundesländern. GWS Research Report 2018/02. Abrufbar unter: [https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Studien/erneuerbar-beschaeftigt-in-den-bundeslaendern.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=8](https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Studien/erneuerbar-beschaeftigt-in-den-bundeslaendern.pdf?__blob=publicationFile&v=8) (letzter Abruf 10.11.2020).
- Zausig, J. (2012): Bau und Betrieb von Windkraftanlagen – Auswirkungen auf Boden und Grundwasser. Vortrag im Rahmen der 7. Marktredwitzer Bodenschutztag, 2012.

## Was kann die Windenergie leisten?

### 1. Die Windenergie kann einen wichtigen Beitrag zum Klimaschutz erbringen.

Der durch die konventionelle Energieerzeugung beschleunigte Klimawandel verändert und zerstört die Lebensgrundlagen von Menschen, Pflanzen und Tieren. Die Nutzung der Windenergie hingegen bedeutet Klimaschutz, da jede aus Wind erzeugte Kilowattstunde Strom klimaschädliche Kohlendioxid-Emissionen aus konventionell erzeugtem Strom einspart. Die für die Herstellung der Windanlagenkomponenten und die Errichtung eingesetzte Energie erwirtschaftet die Anlage bereits innerhalb einer Betriebszeit von wenigen Monaten. Über ihre gesamte Lebensdauer hinweg erzeugt sie sogar das 40- bis 70-fache der zuvor investierten Energie.

### 2. Die Windenergie ist ein Wirtschaftsmotor.

Die Windbranche verzeichnete 2016 knapp 160.200 Beschäftigte, davon 13.000 alleine in Bayern (BWE e.V. 2018). Insgesamt waren 2016 rund 338.500 Personen in der Erneuerbaren-Energien-Branche beschäftigt (Ulrich & Lehr 2018). Die Erneuerbaren Energien stärken damit langfristig die Wirtschaft und den Industriestandort Deutschland.

### 3. Die Windenergie ist die günstigste erneuerbare Stromquelle und fördert dezentrale Teilhaberstrukturen.

Die Förderung der Windenergie in Deutschland hat dazu geführt, dass durch sie Strom erzeugt werden kann, der preislich mit der konventionellen Stromerzeugung konkurrieren kann. Noch dazu fallen keine sogenannten externen, gesellschaftlichen Kosten für auf Klimaveränderungen zurückzuführende Naturkatastrophen oder für die Lagerung und Entsorgung kontaminierter Materialien an. Eingebettet in ein Marktsystem, das die Besonderheiten der fluktuierenden Erzeugung ohne Brennstoffkosten angemessen berücksichtigt, könnten diese Kostenvorteile auch für die Allgemeinheit in stabilen Strompreisen spürbar werden.

Durch den flächendeckenden, dezentralen Ausbau der Windenergie haben sich andere Eigentümer- und Beteiligungsstrukturen an der Energieerzeugung etabliert: Bürger, Kommunen und Landwirte vor Ort besitzen die Energieerzeugungsanlagen und profitieren von daraus erzielten Gewinnen. Bürgerwindanlagen schaffen die Voraussetzungen, um die Wertschöpfung der Energieerzeugung vor Ort in den dezentralen Strukturen zu belassen und ländliche Räume zu stärken.

### 4. Die Windenergie trägt zur Unabhängigkeit von Energieimporten bei.

Die Preise der Brennstoffe für die konventionelle Energieerzeugung unterliegen erheblichen Schwankungen und tendieren auf Grund der Verknappung der fossilen Ressourcen insgesamt zu einem Anstieg. Der „Treibstoff“ für Windenergieanlagen ist der Wind – welcher kostenlos zur Verfügung steht und unabhängig von politischen Rahmenbedingungen in anderen Ländern und unsicheren Energieimporten macht.

### 5. Die Windenergie kann noch erheblich stärker zur Versorgung beitragen.

Die Windenergie weist unter den Erneuerbaren Energien eines der höchsten Ausbaupotenziale auf. 8 Prozent der Fläche Deutschlands verfügen über ein ausreichendes Windpotenzial und könnten ohne Beeinträchtigung von Siedlungsflächen oder Schutzgebieten für die Windenergie genutzt werden. Würde nur ein Viertel dieses Flächenpotenzials in Anspruch genommen, ließen sich 390 TWh Windstrom pro Jahr erzeugen – knapp 74 Prozent des gesamten deutschen Bruttostromverbrauchs im Jahr 2016.

## Centrales Agrar-Rohstoff Marketing- und Energie-Netzwerk e.V.



C.A.R.M.E.N. e.V., das Centrale Agrar-Rohstoff Marketing- und Energie-Netzwerk, wurde am 6. Juli 1992 in Rimpfing bei Würzburg durch den Freistaat Bayern gegründet. Anfang 2001 wurde der eingetragene Verein Teil des Kompetenzzentrums für Nachwachsende Rohstoffe (KoNaRo) mit Sitz in Straubing. Seit 2012 unterstützt C.A.R.M.E.N. e.V. zudem aktiv die Umsetzung der Ziele der Energiewende.

Der von 75 Mitgliedern getragene Verein beschäftigt aktuell 40 Mitarbeitende. Diese befassen sich mit den Themen biogene Festbrennstoffe, Biogas und übrige Erneuerbare Energien sowie Mobilität, Stoffliche Nutzung, Bioökonomie, Energieeffizienz, Akzeptanz und Öffentlichkeitsarbeit.

Die Einbindung in das KoNaRo bietet günstige Voraussetzungen für die Arbeit des Netzwerks. C.A.R.M.E.N. e.V. ist zwar zunächst eine bayerische Einrichtung, doch die Aktivitäten reichen längst über Landes- und Bundesgrenzen hinaus.

### Dienstleistungen

C.A.R.M.E.N. e.V. bietet unterschiedliche Dienstleistungen für land- und forstwirtschaftlich Beschäftigte, Kommunen und die öffentliche Hand, Forschung, Unternehmen sowie Privatpersonen an. Die Beschäftigten tragen mit ihrem Fachwissen und ihren Erfahrungen zur Umsetzung und zum Gelingen verschiedenster Vorhaben bei. Die Erstinformation ist eine kostenfreie Dienstleistung des Netzwerks. Auch für Veranstaltungen Dritter stehen die Mitarbeitenden als Referenten und Kontakt u. a. rund um die Themen Bioenergie, Solarenergie, Windenergie, Stromspeicherung, Energieeffizienz, Akzeptanzmanagement und stoffliche Nutzung zur Verfügung.



- Unabhängige Beratung und Projektbegleitung:  
Einschätzungen zur Wirtschaftlichkeit, fachliche und methodische Unterstützung und Optimierung von Projekten, z. B. bei der Realisierung von Energiekonzepten in Kommunen
- Umfangreiche Publikationen und Informationsangebote:  
Broschüren, Pressemitteilungen, Fachartikel, Tagungsbände sowie Internetpräsenz mit aktuellen Informationen, Branchenverzeichnissen, Terminkalender u.v.a.
- Informationsveranstaltungen und Fachtagungen
- Messeauftritte und -beteiligungen, Ausstellungen, Führungen, Exkursionen



**Hinweis:** Diese Broschüre wendet sich an alle Interessierten gleichermaßen. Auf eine durchgehend geschlechtsneutrale Schreibweise wird zugunsten der besseren Lesbarkeit des Textes verzichtet.



### C.A.R.M.E.N.

Herausgeber: C.A.R.M.E.N. e.V.,  
Centrales Agrar-Rohstoff Marketing- und Energie-Netzwerk  
Schulgasse 18 · 94315 Straubing  
Tel.: 09421 960 300 · Fax -333  
E-Mail: [contact@carmen-ev.de](mailto:contact@carmen-ev.de)  
Internet: [www.carmen-ev.de](http://www.carmen-ev.de)  
V.i.S.d.P.: Edmund Langer  
Text und Konzeption:  
C.A.R.M.E.N. e.V.  
Bildnachweis: C.A.R.M.E.N. e.V.  
Stand: November 2020