

# AKZEPTANZ FÜR DIE WINDENERGIE

Eine Argumentationshilfe

Unterstützt durch:



Bayerisches Staatsministerium für  
Wirtschaft und Medien, Energie  
und Technologie



LandSchaftEnergie



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



# AKZEPTANZ FÜR DIE WINDENERGIE

## Eine Argumentationshilfe

### Hintergrund

Eine Energieversorgung aus nachhaltigen, erneuerbaren Quellen ist in Deutschland 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.

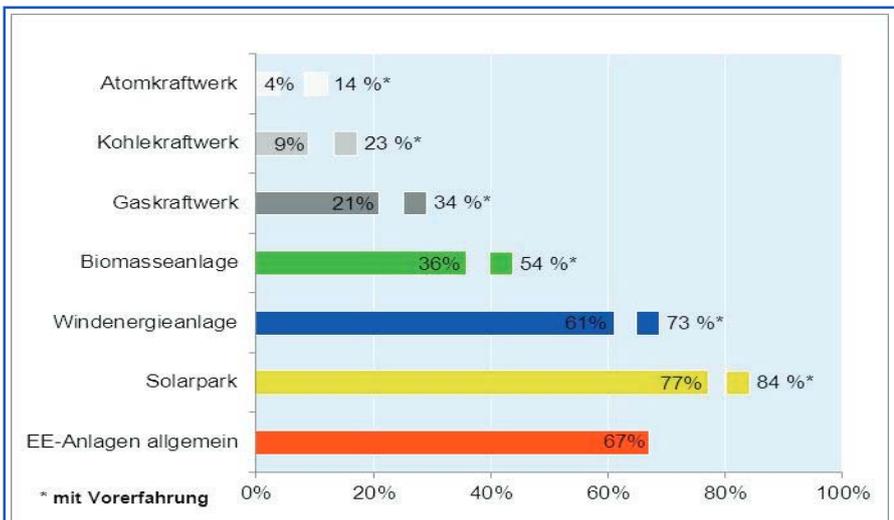
Ihr Potenzial soll im Konsens mit den Bürgern natur- und landschaftsverträglich genutzt werden. Dazu hat die Bayerische Staatsregierung mit einer Änderung der Bayerischen Bauordnung die sogenannte 10 H – Regel festgelegt. Danach ist die Nutzung der Windenergie im Außenbereich in einem anlagenbezogenen Radius der zehnfachen Gesamthöhe ent-

privilegiert. Die Errichtung von Windenergieanlagen ist möglich, wenn die Gemeinde 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 Windkraft.

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-Windkraft, da gerade von Windrädern im Binnenland eine Vielzahl von Akteuren im näheren Umfeld direkt betroffen ist und deren Zustimmung eine wichtige Voraussetzung für den Zubau neuer Anlagen darstellt. Neben der Neuerrichtung von Windanlagen ist auch das sogenannte Repowering, also der Ersatz bestehender durch moderne Windkraftanlagen, in den Diskussionen um die Windkraftnutzung von Bedeutung.

Interessierte, skeptische aber auch kritische Aussagen zur Windkraft von Seiten der Bevölkerung zeugen grundsätzlich davon, dass sich die Bürger aktiv mit dem Thema auseinandersetzen möchten. Häufig besteht grundsätzlich auch In-



**Abb. 1: Zustimmung zu Erneuerbare-Energie-Anlagen mit und ohne Vorerfahrung, Daten basierend auf einer Umfrage von TNS Infratest im Auftrag der Agentur für Erneuerbare Energien, eigene Darstellung**

teresse und Aufgeschlossenheit gegenüber Windkraftanlagen im näheren Umfeld. Tatsächlich zeigen Umfragen, dass die Zustimmung zur Windkraftnutzung sogar höher liegt, wenn die Befragten bereits Anlagen vor Ort sehen und auf diese Weise damit vertraut sind (siehe Abbildung 1).

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

- wirtschaftliche Aspekte
- ökologische Aspekte
- soziale Aspekte

So soll diese Sammlung von Informationen und Argumenten durch die Auseinandersetzung mit kritischen und kontroversen Bereichen der Windkraft zu einer Versachlichung der Diskussion beitragen und der Windkraft vor Ort zu Zustimmung verhelfen, indem ein Konsens darüber gefunden werden kann, wo sie für Mensch und Natur verträglich ist.

### Wirtschaftliche Aspekte der Windkraftnutzung

*Können Anlagen an küsternen Standorten im Binnenland überhaupt wirtschaftlich betrieben werden?*

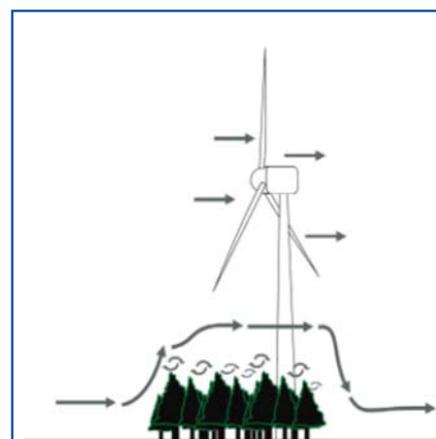
Die Windverhältnisse in Küstennähe sind prinzipiell durch stärkere, gleichmäßigere Winde als im Landesinneren geprägt. Dies kann damit begründet werden, dass sich der Wind auf seinem Weg von der Küste landeinwärts an der Geländestruktur, an Wäldern oder an Gebäuden abschwächt. Dennoch können Windenergieanlagen auch in komplexerem Gelände im Binnenland wirtschaftlich arbeiten. Um die möglichen 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 ertragsmindernden turbulenten Strömungen sowie in der Folge zu einer Abschwächung des Windenergieangebots im Vergleich zu gleichmäßigen, sogenannten laminaren Strömungen. Durch größere Nabenhöhen lassen sich die in höheren Luft-

schichten 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.

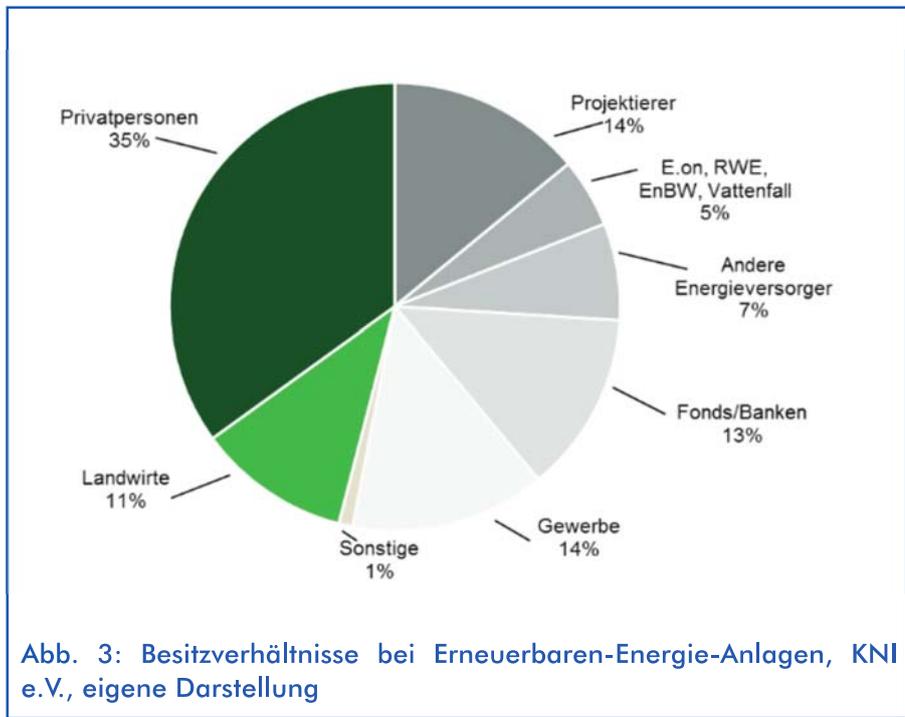
*Ist der Aufwand für umfangreiche Windprognosen überhaupt gerechtfertigt?*

Grundsätzlich gilt, dass der potenzielle Anlagenstandort durch eine in Nabenhöhe erfolgende Windmessung vor der Investition überprüft werden sollte, um spätere Erträge und somit die Wirtschaftlichkeit der Anlage analysieren zu können. Alternativ bzw. ergänzend stehen zur Standortevaluation auch die mit etwas weniger Kosten verbundenen Laser-gestützten Messungen (LiDAR) oder ggf. auch Referenzwerte von Windanlagen aus der Umgebung zur Verfügung.

Für diese Untersuchungen fallen damit bereits erwähnenswerte Nebeninvestitionskosten an. Diese bewegen sich für die Planung inklusive Gutachten im Bereich von 95 € je Kilowatt der Nennleistung. Die Hauptinvestitionskosten für die eigentliche



**Abb. 2: Strömungsbild über bewaldeten Flächen, eigene Darstellung**



Anlage sowie deren Transport und Installation belaufen sich auf über 1.000 € 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 zumindest deutlich abschwächen. Der dezentrale Ausbau der Erneuerbaren Energien führt dazu, dass sich auch dezentrale Eigentümerstrukturen etablieren können. Ein großer Anteil der Erneuerbaren-Energie-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 erhält übrigens unabhängig vom Sitz der Betreibergesellschaft 70 % der anfallenden Gewerbesteuer auf die Erträge der Windräder. Sitzt die Betreibergesellschaft vor Ort, so erhöht sich die regionale Wertschöpfung sogar noch deutlich.

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

Für Windkraftanlagen wird in der Regel eine Betriebszeit von 20 Jahren angesetzt. Die Grundstücksnutzungsverträge zwischen dem Windkraftanlagenbetreiber 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 erforderliche 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 Windkraft? Was bedeutet das für die Strompreise?*

Die Stromgestehungskosten für Onshore-Windkraftanlagen liegen bei 5 – 11 ct/kWh und können mit fossilen Kraftwerken konkurrieren, deren Stromgestehungskosten derzeit je nach Technologie zwischen 4 und 10 ct/kWh liegen (vergleiche Abbildung 4). Insbesondere im Hinblick auf die stetig steigen-

den 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 Anlagenvergütung nach EEG (Gleiches gilt übrigens auch für die Photovoltaik). Dadurch können sich systembedingt Differenzkosten

zwischen dem erzielten Börsenpreis 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 Windkraft als auch bei Photovoltaik handelt es sich um fluktuierende Energieformen, deren Stromertrag 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 Windkraft unabhängig von Tages- oder Nachtzeiten. Zudem lässt sich im jahreszeitlichen Verlauf das Ertrags-Maximum der Windkraft im Winter beobachten, im Gegensatz zur Photovoltaik, die ihr Ertragsmaximum in den Sommermonaten erreicht. Photovol-

taik und Windkraft können sich also sowohl saisonal wie auch witterungsbedingt ergänzen und in Verbindung mit weiteren Ausgleichsmaßnahmen zur Versorgungssicherheit beitragen.

*Wie passen Windkraft 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 Windkraftanlagen, 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,

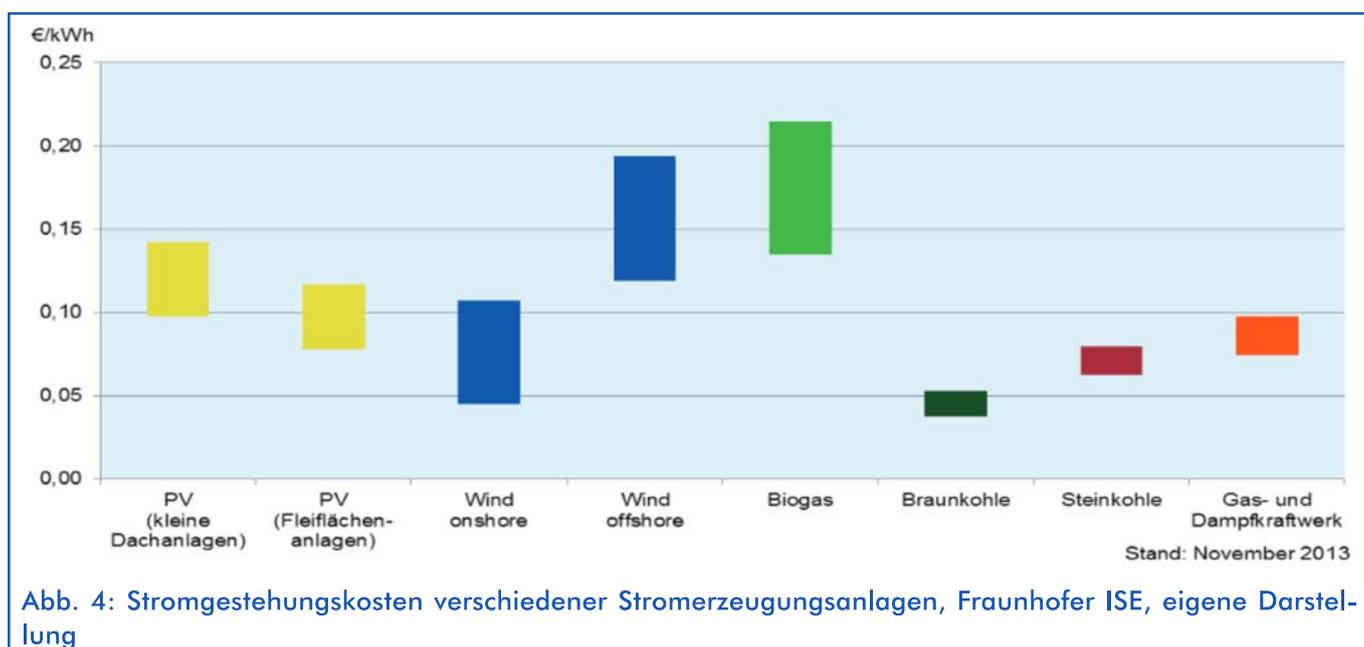


Abb. 4: Stromgestehungskosten verschiedener Stromerzeugungsanlagen, Fraunhofer ISE, eigene Darstellung

dass die installierte Generatorleistung möglichst stark ausgelastet ist und so eine möglichst hohe Vollaststundenzahl 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 zudem die für den Ausgleich der Schwankungen erforderlichen regelbaren Kraftwerkskapazitäten (sei es konventionell oder biomassebasiert) 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.

Es sollte auch 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.

### **Ökologische Aspekte der Windkraftnutzung**

*Können Windkraftanlagen die für ihre Herstellung eingesetzte Energie überhaupt erwirtschaften?*

Moderne Windkraftanlagen erwirtschaften je nach Standort 40- bis 70-mal soviel Energie, wie zuvor für ihre Herstellung und Errichtung aufgewendet wurde. Damit hat sich eine Windenergieanlage innerhalb von drei bis zwölf Betriebsmonaten energetisch amortisiert und kann während der weiteren Betriebszeit (in der Regel über 20 Jahre) klimaneutral Strom

erzeugen.

*Sind die Einzelkomponenten von Windkraftanlagen wiederverwertbar?*

Für fast alle in den Komponenten eines Windrads verwendeten Materialien bestehen geeignete Recyclingstrukturen. 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 Windkraftanlagen können bei 80 – 90 % liegen.



Abb. 5: Waldwindpark bei Dürrwangen in Mittelfranken

Führt der Flächenbedarf durch Windkraftanlagen 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-Megawatt-Anlage versorgt rechnerisch über 1.700 Vierpersonenhaushalte (Anzahl der zugrunde gelegten Volllaststunden 2.000). 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 Windkraft 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 Windkraftanlagen 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 sind starke Magnetfelder erforderlich,

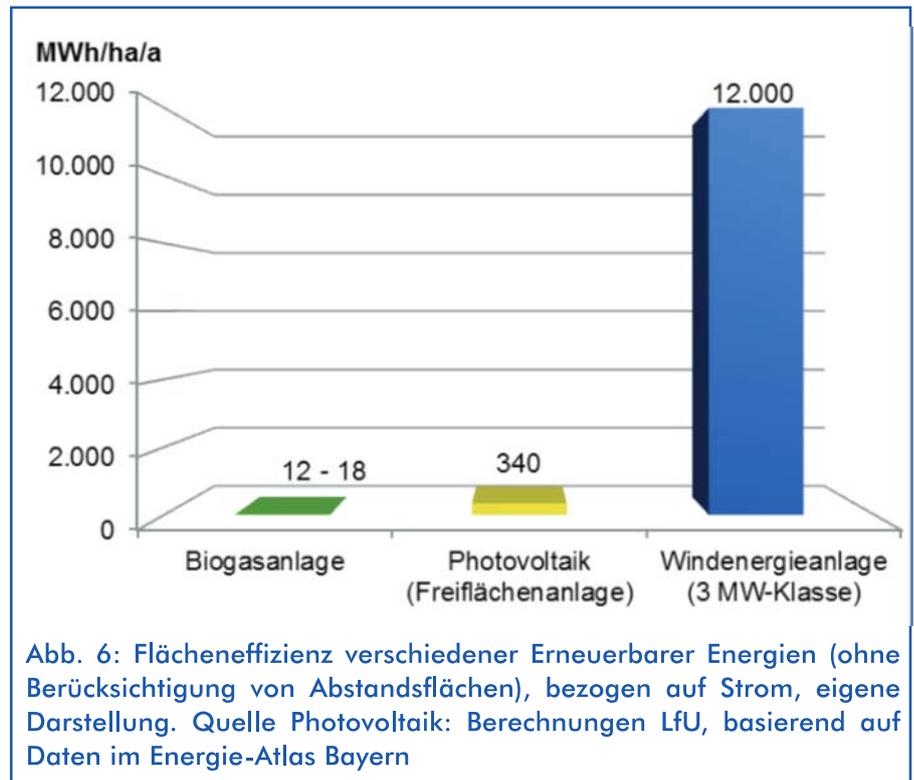


Abb. 6: Flächeneffizienz verschiedener Erneuerbarer Energien (ohne Berücksichtigung von Abstandsflächen), bezogen auf Strom, eigene Darstellung. Quelle Photovoltaik: Berechnungen LfU, basierend auf Daten im Energie-Atlas Bayern

entweder induziert durch Elektromagneten, in der Regel Kupfer, oder induziert durch einen starken Permanentmagneten, der in der Regel Neodym und z. T. 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. Windkraftanlagenbetreiber können diese Problematik umgehen, indem sie auf alternative Antriebstechnologien setzen.

*Werden Vögel und Fledermäuse durch die sich dre-*

*henden Rotorblätter gefährdet?* Wie andere anthropogene Technologien stellen auch Windanlagen einen Eingriff in die Natur dar, der mit einer Gefährdung der Fledermaus- und Avifauna verbunden sein kann. Um Vogel- und Fledermausarten zu schützen, werden die potenziellen Standorte für Windkraftanlagen 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. Erhöhte Fledermausaktivitäten in Rotorhöhe können außerdem mit spezieller Annäherungssensorik festgestellt werden. Zu Zeiten hoher Flugaktivitäten kann die Anlage vorübergehend anhand festgelegter Abschaltintervalle außer Betrieb gesetzt werden.

*Zerstören Windkraftanlagen im Wald wertvolle Lebensräume?*

Naturbelassene und sich frei entwickelnde Waldflächen stellen äußerst hochwertige Lebensräume mit hoher Artenvielfalt dar. Deutschlandweit wird in der Nationalen Biodiversitätsstrategie das Ziel verfolgt, den Anteil solcher unbewirtschafteten Waldgebiete auf 5 % auszuweiten. Derzeit sind es nur rund 1,9 %. Der überwiegende Teil der deutschen Waldflächen und damit knapp ein Drittel der Gesamtfläche Deutschlands stellt aber Wirtschaftswald dar, der durch menschliches Einwirken geprägt ist. Auch dort gibt es schützenswerte Lebensräume, so dass an diese Waldstandorte ebenfalls strenge naturschutzfachliche Standards zu stellen sind.

Das Vorkommen von gefährdeten Arten und ein potenzielles Risiko für diese wird im Rahmen einer speziellen artenschutzrechtlichen Prüfung, die für jede Windenergieanlagengenehmigung 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 % ausmachen, oft sehr gut ausgebaut.

Waldtiere, deren Lebensraum sich unterhalb der Rotoren befindet, werden hauptsächlich während der Bauphase gestört.

## **Soziale Aspekte der Windkraftnutzung**

*Erzeugen Windkraftanlagen 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. Windkraftanlagen produzieren Infraschall, dessen Pegel bei Abständen von nur 250 m zur Anlage weit unterhalb der Wahrnehmbarkeitsschwelle liegt, weshalb davon ausgegangen werden kann, dass Windkraftanlagen keine Gefährdung für die menschliche Gesundheit darstellen. Einen belegbaren Zusammenhang zwischen dem von Windkraftanlagen 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 Windkraftanlagen geschützt werden?*

Für Windkraftanlagen 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 er-*



Abb. 7: Besichtigung der Windkraftanlage Schweitenkirchen

warten?

Um dieses Argument zu berücksichtigen, werden die potenziellen Standorte für Windkraftanlagen genau geprüft und die Belange von Tourismus sowie Anwohnern miteinbezogen. Naturdenkmäler und wertvolle, prägende Landschaftsbilder werden beispielsweise durch Vorgaben der Regionalplanung von Windkraftanlagen 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-Energie-Anlagen in der Nachbarschaft. In diesem Sinne werden z. B. Industrieanlagen oder bestehende Stromtrassen trotz ihres Einflusses auf das Landschaftsbild inzwischen als normal angesehen, da sie seit Jahren bestehen. Eine re-

präsentative Umfrage unter Touristen in der Nordeifel ergab unlängst, dass sich 59 % von den Windkraftanlagen in dieser Gegend kaum bis gar nicht gestört fühlen. In der Realität hat sich für die Tourismus-Branche sogar ein neues Geschäftsfeld durch Erneuerbare Energien aufgetan. So werden in Reiseführern zur Entdeckung Erneuerbarer Energien Freizeitaktivitäten wie das „Windmillclimbing“ angeboten.

Um sich einen besseren Eindruck von der Wirkung von Windkraftanlagen in der Landschaft zu verschaffen, bietet der Energie-Atlas Bayern online eine 3D-Analyse an, mit der Windkraftanlagen digital in die Landschaft modelliert werden können.

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

Die Höhe eines möglichen Wertverlusts von Grundstücken in der Umgebung von Windkraftanlagen 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 beispielsweise 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 z. B. Lärm- oder Schattenimmissionen werden bereits im Vorfeld mittels der immissionsschutzrechtlichen Prüfungen ausgeräumt. Viele junge

Menschen vertreten sogar die Ansicht, dass Windkraftanlagen in der Landschaft Ausdruck des ökosozialen Fortschritts, der regionalen Wertschöpfung und einer nachhaltigen Gesellschaft sind.

*Stellen Windkraftanlagen durch Eiswurf eine direkte Gefährdung dar?*

Eisteile, die sich bei besonderen Witterungsverhältnissen an den Rotorblättern bilden, können sich lösen und in der Nähe der Windkraftanlage zu Boden gehen. Um eine Gefährdung durch diesen Eiswurf auszuschließen, sind Windkraftanlagen 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 Windkraftanlagen 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 Befeuern der Windkraftanlagen mit blinkenden Flugsicherheitsleuchten die ganze Nacht über erforderlich?*

Die Flugsicherheitsleuchten von Windkraftanlagen sind je nach Topographie und Gebäudeorientierung teils weithin sichtbar. Um die Lichtemissionen der Nachtbefeuern möglichst gering zu halten, werden derzeit bedarfsgerechte Befeuern erprobt. Die mit einem Radarsystem ausgestatteten Anlagen nehmen die sich tatsächlich nä-

hernden 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 Windkraftanlagen zu vermeiden, werden neben Blitz- und Überspannungsschutzvorrichtungen auch Anlagen zur Branderkennung und -bekämpfung eingesetzt, wie z. B. automatische Löscheinrichtungen oder Selbstabschaltssysteme. Zusätzlich ist der Anteil brennbarer Stoffe in der Anlage gering. Mit Hilfe dieser Maßnahmen ist die Gefährdung umliegender Landschaften durch Flügelbrände nach Blitzeinschlägen äußerst gering.

## Quellen:

- *Windkraftanlagen - Beeinträchtigt Infraschall die Gesundheit?*; LfU und LGL; 2014
- *Zustimmung zu Erneuerbare-Energien-Anlagen in der Umgebung des eigenen Wohnorts*; Agentur für Erneuerbare Energien; 2012
- *Kostensituation der Windenergie an Land in Deutschland*; Deutsche WindGuard GmbH; Knud Rehfeldt, Anna-Kathrin Wallasch, Silke Lüers; 2013
- *Marktakteure Erneuerbare-Energien-Anlagen in der Stromerzeugung*; KNI Klaus Novy Institut e.V.; 2011
- *Stromgestehungskosten Erneuerbare Energien*; Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE; Christoph Kost, Johannes N. Mayer, Jessica Thomsen, Niklas Hartmann, Charlotte Senkpiel, Simon Philipps, Sebastian Nold, Simon Lude, Thomas Schlegel; 2013
- *A-Z – Fakten zur Windenergie*; Bundesverband WindEnergie e.V.; Stefan Grothe, Sonja Hemke, Anne Lepinski, Carlo Reeker, Dania Röpke, Stephanie Ropenus, Fanny Saß, Georg Schroth, Alexander Sewohl, Wolf Stötzel, Lars Velser, Karsten Wiede-

mann; 2012

- *Recycling von Windkraftanlagen*; Fraunhofer-Institut für Chemische Technologie ICT; Elisa Seiler, Jörg Woidasky; 2013
- *Bau und Betrieb von Windkraftanlagen – Auswirkungen auf Boden und Grundwasser*; GeoTeam GmbH; Jörg Zausig; Vortrag im Rahmen der 7. Marktredwitzer Bodenschutztag; 2012
- *Seltene Erden – knapp und unverzichtbar*; Greenpeace Magazin 2.11; Carsten Raffel; 2011
- *Seltene Erden – Daten & Fakten*; Öko-Institut e.V.; Doris Schüler; 2011
- *Natürliche Waldentwicklung als Ziel der Nationalen Strategie zur biologischen Vielfalt*; Bundesamt für Naturschutz, Nordwestdeutsche Forstliche Versuchsanstalt, Institut für Waldbau der Albert-Ludwigs Universität Freiburg Institut für Landschaftsökologie und Naturschutz Bühl; 2013
- *Can expectations produce symptoms from infrasound associated with wind turbines?*; University of Auckland, Neuseeland; F. Crichton, G. Dodd, G. Schmid, G. Gamble, K. J. Petrie; 2013
- *Schattenwurf von Windkraftanlagen: Erläuterung zur Simulation*; Bayerisches Landesamt für Umwelt; Hartmut Fligge, Stephan Leitschuh; 2013
- *Hohe Akzeptanz der Windkraft in der Eifel*; Verein Naturpark Nordeifel e.V.; 2012
- *Bedeutung des Ausbaus der Windenergie für die menschliche Gesundheit*; Bayerisches Landesamt für Gesundheit und Lebensmittelsicherheit; Dorothee Twardella; 2013
- *Bruttobeschäftigung durch erneuerbare Energien in Deutschland im Jahr 2012 – eine erste Abschätzung*; Bundesministerium für Wirtschaft und Energie; Marlene O'Sullivan, Dietmar Edler, Peter Bickel, Ulrike Lehr, Frank Peter, Fabian Sakowski; 2013
- *Erneuerbaren-Branche punktet mit Patenten*; Agentur für Erneuerbare Energien; Alexander Knebel; 2014
- *Potenzial der Windenergienutzung an Land*; Bundesverband WindEnergie e.V.; Stefan Bofinger, Doron Callies, Michael Scheibe, Yves-Marie Saint-Drenan, Kurt Rohrig; 2012

# Was kann die Windkraft leisten?

## 1. Die Windkraft 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 Windkraft 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 Windkraft ist ein Wirtschaftsmotor.

Die Windbranche verzeichnete 2012 knapp 120.000 Beschäftigte, die Erneuerbaren Energien insgesamt knapp 380.000 Beschäftigte. Darunter war ein Viertel im Bereich der Produktion von Anlagen oder Anlagenteilen, die für den Export bestimmt waren, beschäftigt. Zum Vergleich beschäftigen beispielsweise die Atom- oder Kohleindustrie in ganz Deutschland je nur 40.000 bzw. 50.000 Menschen.

Deutschland kann mit der Energiewende seine Innovationskraft unter Beweis stellen: Allein 2013 wurden fast 2.000 Patente im Bereich der Erneuerbaren eingereicht. Die Erneuerbaren Energien und darunter insbesondere die Windkraft stärken langfristig die Wirtschaft und den Industriestandort Deutschland.

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

Die Förderung der Windkraft in Deutschland hat dazu geführt, dass durch sie Strom erzeugt werden kann, der preislich mit der konventionellen Stromerzeugung konkurrieren kann. Noch dazu fallen dadurch 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 Windkraft 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 Windkraftanlagen ist der Wind – welcher kostenlos zur Verfügung steht und unabhängig von politischen Rahmenbedingungen in anderen Ländern und unsicheren Energieimporten macht.

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

Die Windkraft weist unter den Erneuerbaren Energien eines der höchsten Ausbaupotenziale auf. 8 % der Fläche Deutschlands verfügen über ein ausreichendes Windpotenzial und könnten ohne sonstige Einschränkung für die Windkraft, wie Siedlungsflächen oder Schutzgebiete, genutzt werden. Würde nur ein Viertel dieses Flächenpotenzials genutzt, ließen sich 390 TWh Windstrom pro Jahr erzeugen – der Bruttostromverbrauch im Jahr 2013 in Deutschland belief sich auf etwa 600 TWh.

## 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 Rimpar bei Würzburg durch den Freistaat Bayern gegründet. Bis 2000 war der eingetragene Verein als bayerische Koordinierungsstelle für Nachwachsende Rohstoffe in Rimpar tätig. Anfang 2001 wurde C.A.R.M.E.N. Teil des neu gegründeten Kompetenzzentrums für Nachwachsende Rohstoffe in Straubing.

Seit Juli 2012 ergänzt das Thema „Energiewende“ die Aufgaben der bislang auf die Koordinierung im Bereich der Nachwachsenden Rohstoffe spezialisierten Einrichtung. Jetzt gehören auch die Erneuerbaren Energien wie Wind, Sonne, Geothermie und Wasserkraft zu den Tätigkeitsbereichen.



Der ideell von etwa 77 Mitgliedern getragene Verein beschäftigt aktuell 36 Mitarbeiter, die sich auf die Bereiche Festbrennstoffe, Biogas und Mobilität, Industrielle Nutzung, Energie vor Ort, Netzwerk Forst und Holz, Öffentlichkeitsarbeit und Administration verteilen.

Der Standort Straubing und die Einbindung in das Kompetenzzentrum für Nachwachsende Rohstoffe bieten mit ihrer Signalwirkung für die ländliche Region, der räumlichen Nähe zur Landwirtschaft und der günstigen Verkehrsanbindung beste Voraussetzungen für die Erfüllung der Aufgaben. C.A.R.M.E.N. ist zwar zunächst eine bayerische Einrichtung, doch die Aktivitäten reichen längst über Landes- und Bundesgrenzen hinaus.

### Dienstleistungen

C.A.R.M.E.N. bietet unterschiedliche Dienstleistungen für Land- und Forstwirte, Kommunen und die öffentliche Hand, Forschung, Unternehmen sowie Privatpersonen an. Die Mitarbeiter tragen mit ihrem Fachwissen und ihren Erfahrungen gerne zur Umsetzung und zum Gelingen verschiedenster Projekte bei. Das Beratungsangebot ist eine kostenfreie Dienstleistung von C.A.R.M.E.N. Für Veranstaltungen Dritter stehen die Mitarbeiter als Referenten und Ansprechpartner u. a. rund um die Themen Bioenergie, Solarenergie, Windkraft, Wasserkraft, Stromspeicherung, Energieeffizienz und Akzeptanzmanagement zur Verfügung.

- Unabhängige Projektbegleitung:  
Einschätzungen zur Wirtschaftlichkeit, Umsetzung und Optimierung von Projekten, z. B. fachliche und methodische Unterstützung zur Realisierung von Energiekonzepten in Kommunen
- Umfangreiche Informationsangebote:  
Internetseite mit aktuellen Informationen, Branchenverzeichnissen, Veranstaltungsdokumentationen und Terminkalender
- C.A.R.M.E.N.-Fachgespräche und -Seminare
- Messeauftritte, -beteiligungen, Ausstellungen, Führungen, Exkursionen
- Publikation von Pressemitteilungen, Fachartikeln, Tagungsbänden, Jahrbüchern und Broschüren
- Vorträge bei Veranstaltungen

### Ziele unserer Arbeit sind:

- Koordination der Zusammenarbeit zwischen Wissenschaft, Wirtschaft und Politik
- Ermittlung lokaler Handlungsmöglichkeiten
- Vernetzung der Akteure vor Ort
- Optimierung von Pilotprojekten und Entwicklung von Standards
- Sensibilisierung der Öffentlichkeit



**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.: Gampe,  
S. Kilburg, Kopfinger,  
Leuchtweis, Pillichshammer,  
Pour-Sartip, Sigel  
Bildnachweis: C.A.R.M.E.N. e.V.  
Druck: November 2014