



GENEHMIGUNG WIRTSCHAFTLICHKEIT  
HORIZONTALE BAUWEISE ///  
TECHNIK UND BAUWEISE  
ROTORACHSEN KWEA I  
PLÄNE  
FÖRDERMÖGLICHKEITEN VERTIKALE KLEINWINDANLAGEN  
ALLGEMEINE ANFORDERUNGEN



## Kleinwindenergieanlagen



# Inhalt

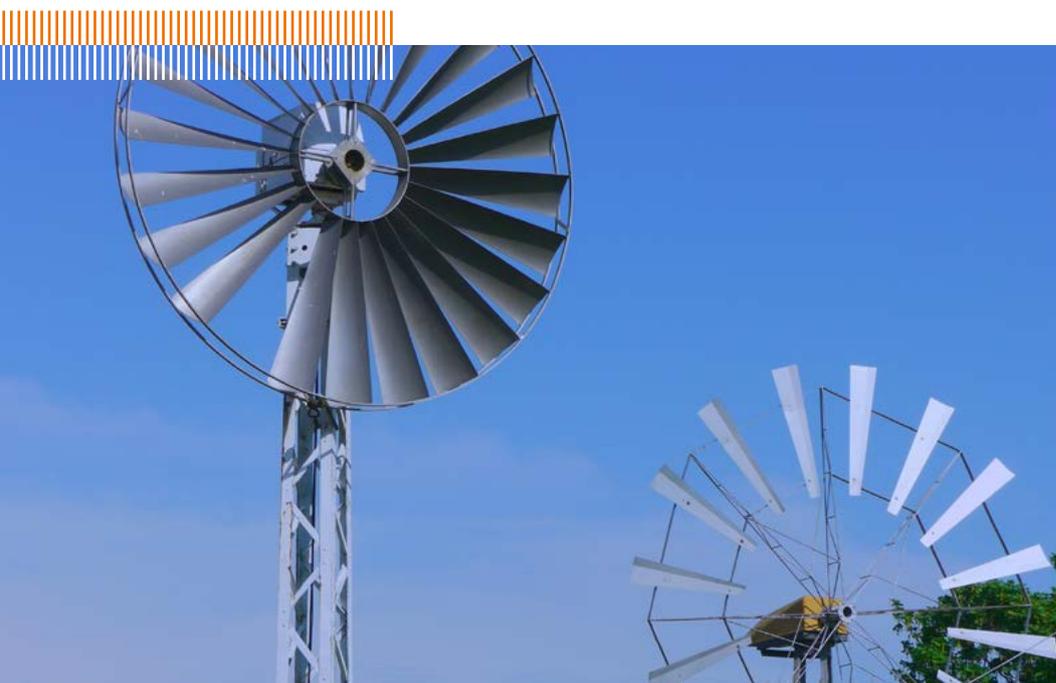
<b>Einführung</b>	<b>4</b>
<b>Definition von Kleinwindenergieanlagen</b>	<b>6</b>
Installierte Kleinwindenergieanlagen	
<b>Technik und Bauweise</b>	<b>6</b>
Anlagen mit horizontaler Rotorachse	
Anlagen mit vertikaler Rotorachse	
<b>Gegenüberstellung: Horizontal- und Vertikalrotorachse</b>	<b>7</b>
Leistung und Ertrag	
<b>Genehmigung</b>	<b>9</b>
Genehmigungsfreistellung	
Baugenehmigungsverfahren	
Immissionsschutzrechtliche Genehmigungspflicht	
<b>Allgemeine Anforderungen</b>	<b>10</b>
Hinweise zum Schallschutz	
Hinweise zum Schattenwurf	
Hinweise zu Abstandsflächen	
<b>Wirtschaftlichkeit</b>	<b>10</b>
Stromertrag	
Vergütung	
EEG-Umlage	
Investition	
Laufende Kosten	
Rentiert sich eine Kleinwindenergieanlage?	
Fördermöglichkeiten	
<b>Planung einer Kleinwindenergieanlage</b>	<b>14</b>
Standort	
Anlage	
Wirtschaftlichkeit	
Genehmigung	
Inbetriebnahme	
Zertifizierung – geprüfte Sicherheit	
<b>Fazit</b>	<b>18</b>
Weitere Informationen	
Glossar	

## Einführung

Große Windenergieanlagen (WEA) sind in Deutschland weit verbreitet und deckten im Jahr 2020 bereits 24 Prozent des bundesweiten Strombedarfs. Doch auch Anlagen mit geringerer Höhe, sogenannte Kleinwindenergieanlagen (KWEA), können dezentral Strom erzeugen und einen Beitrag zur Energiewende leisten.

Der Strom aus KWEA kann vor allem für private Haushalte, landwirtschaftliche Betriebe, Gewerbebetriebe oder für öffentliche Einrichtungen genutzt werden. Trotz der Vielzahl an Einsatzmöglichkeiten ist der Markt für KWEA in Deutschland bisher eine Nische.

Aus wirtschaftlicher Sicht lassen sich KWEA nur an windstarken Standorten und vorrangig zum Eigenverbrauch des erzeugten Stroms betreiben. KWEA werden allerdings nicht nur aufgrund wirtschaftlicher Aspekte von Privatpersonen und Unternehmen als Option zur Stromversorgung in Betracht gezogen. Im Zuge der Energiewende besteht in der Öffentlichkeit immer mehr der Wunsch, den eigenen Strombedarf mit erneuerbaren Energien zu decken und dabei unabhängig von großen Energieversorgern zu sein. Darüber hinaus können Unternehmen sich durch den Bau einer KWEA auf dem eigenen Betriebsgelände deutlich sichtbar als innovativ, nachhaltig und ökologisch orientiert präsentieren.



Die vorliegende Broschüre der EnergieAgentur.NRW soll Kommunen und Kreisen, Unternehmen und Privatpersonen grundlegende Fragen rund um das Thema Kleinwindenergie beantworten. Die EnergieAgentur.NRW arbeitet im Auftrag der Landesregierung Nordrhein-Westfalen als operative Plattform mit breiter Kompetenz im Energiebereich. Als neutraler Ansprechpartner stehen wir auch für Beratungen zum Thema Kleinwindenergie zur Verfügung.

**Weitere Informationen:**

[www.energieagentur.nrw/windenergie/kleinwind](http://www.energieagentur.nrw/windenergie/kleinwind)



## Definition von Kleinwindenergieanlagen

Für KWEA existiert keine einheitliche Definition. Im internationalen Vergleich gibt die World Wide Energy Association (WWEA) eine maximale Leistung von 100 Kilowatt (kW) als Abgrenzung zu großen WEA an. Von der baurechtlichen Seite betrachtet, zählt jede Anlage in Deutschland mit einer Gesamthöhe von bis zu 50 Metern als KWEA. Eine Baugenehmigung ist zwar laut Baugesetzbuch (BauGB) und Landesbauordnung Nordrhein-Westfalen (BauO NRW) notwendig, allerdings bedarf es bis zu 50 Metern Höhe keiner aufwändigen Genehmigung nach Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG). Die technische Norm IEC 61400:2 definiert KWEA als Anlagen mit einer maximalen überstrichenen Rotorfläche von 200 Quadratmetern. Die überstrichene Rotorfläche entspricht der Kreisfläche, die sich durch die rotierenden Rotorblätter ergibt und über die die Energie des Windes in Bewegungsenergie umgewandelt werden kann.

### Installierte Kleinwindenergieanlagen

Laut WWEA waren in Deutschland im Jahr 2015 etwa 17.000 KWEA mit einer Gesamtleistung von 26.000 kW installiert. Im europäischen Ländervergleich lag Deutschland 2015 bezüglich der installierten Leistung an dritter Stelle hinter dem Vereinigten Königreich mit 146.000 kW und Italien mit 60.000 kW. Eine genaue Bezifferung der installierten Anlagen erweist sich aufgrund einer fehlenden einheitlichen Definition als schwierig. In der „Kurzstudie Kleinwindanlagen in Deutschland“ von Matthias Gehling wurden im Jahr 2019 Abschätzungen auf Basis verschiedener Quellen getroffen. Neben Studien und Veröffentlichungen sind Befragungen von Herstellern, Institutionen, Branchenverbänden und Experten eingeflossen. Die Kurzstudie kommt auf eine „installierte Gesamtleistung aller Kleinwindanlagen in Deutschland von 39,6 Megawatt (MW) für das Jahr 2018“ mit einer Summe von 20.000 KWEA.

### Weitere Informationen unter:

[www.small-wind.org](http://www.small-wind.org)  
[www.gehling.de](http://www.gehling.de)

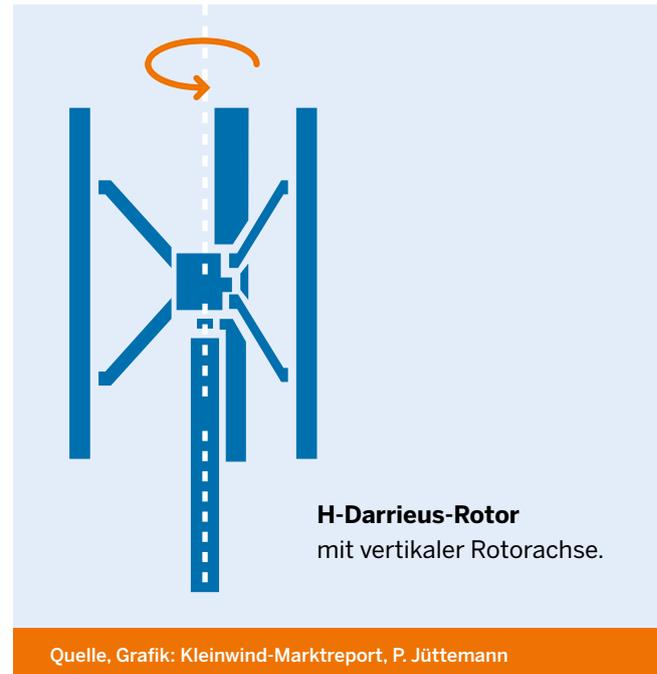
### Technik und Bauweise

Die ersten Nachweise zu WEA gehen auf das 7. Jahrhundert zurück. Damals wurden die Anlagen genutzt, um Windenergie in mechanisch nutzbare Energie umzuwandeln und z. B. Getreide zu mahlen. Die ersten Anlagen wurden mit einer vertikalen Drehachse konstruiert; horizontal angeordnete Rotorachsen, wie sie bei klassischen Windmühlen zum Einsatz kommen, wurden erst nach der ersten Jahrtausendwende gebaut. Während WEA der Megawatt-Klasse heutzutage ausschließlich mit horizontaler Rotorachse ausgestattet sind, finden sich im Bereich der KWEA zu einem geringen Anteil auch Anlagen mit Vertikalachse.

Die Rotorblätter von WEA können entweder nach dem Prinzip der Auftriebskraft oder der Widerstandskraft ausgelegt werden. Beim sogenannten Auftriebsläufer wird die kinetische Energie des Windes über die aerodynamische Auftriebskraft am Rotorblatt in eine Rotationsbewegung umgewandelt. Mit diesem Prinzip lassen sich die höchsten Wirkungsgrade erzielen. Vereinzelt kommen im Bereich der KWEA auch Widerstandsläufer zum Einsatz, die bereits bei mittleren Windgeschwindigkeiten ein hohes Drehmoment liefern und z. B. als Western-Windrad für Wasserpumpenantriebe in der Landwirtschaft genutzt werden.

### Anlagen mit horizontaler Rotorachse

Die bei den meisten KWEA verwendete horizontale Rotorachse wird zur Optimierung des Energieertrags in den Wind gedreht und bei wechselnder Windrichtung im Betrieb nachgeführt. Bei sogenannten Luvläufern, bei denen der Rotor in Windrichtung zeigt, erfolgt die Ausrichtung der KWEA zur Windrichtung häufig mittels einer Windfahne. Gelegentlich werden auch Stellmotoren wie bei den Windturbinen der MW-Klasse verwendet, die üblicherweise Luvläufer sind. Bei Leeläufern befindet sich der Rotor aus der Windrichtung gesehen hinter dem Turm. Dadurch liegen Bereiche der Rotorfläche im Windschatten des Turms, was einen negativen Effekt auf den Wirkungs-



grad der Anlage hat und zu einer höheren dynamischen Belastung der gesamten Maschine führt, insbesondere des Antriebsstrangs und der Lager. Bei Leeläufers richtet sich der Rotor dafür eigenständig in Windrichtung aus. Die Anzahl der Rotorblätter einer WEA wirkt sich in erster Linie auf die Leistungsentnahme aus. Eine höhere Anzahl an Rotorblättern kann dem Wind mehr Nutzleistung entnehmen. Gleichzeitig erhöhen sich jedoch Gewicht und Investitionskosten. Als optimal hat sich bei den meisten WEA die Zahl von drei Rotorblättern herausgestellt. Ein weiteres Rotorblatt würde die Leistung der WEA nur geringfügig erhöhen, aber einen deutlichen Kostensprung verursachen.

Auf Grundlage einfacher Massen- und Energiebilanzen entwickelte der deutsche Physiker Albert Betz bereits 1919 eine maximale Grenze für die dem Wind entnehmbare Leistung. Das Betzsche Gesetz für den Leistungsbeiwert besagt, dass eine WEA maximal knapp 60 Prozent der im Wind enthaltenen kinetischen Energie in Nutzleistung umwandeln kann. Heutige Drei-Blatt-Rotoren mit moderner Aerodynamik erreichen bereits Leistungsbeiwerte von deutlich über 50%

### Anlagen mit vertikaler Rotorachse

Bei KWEA finden sich vereinzelt auch Anlagen mit verti-

kaler Rotorachse. Dabei wird grundsätzlich zwischen drei Bauformen unterschieden: KWEA mit Darrieus-Rotoren, H-Darrieus-Rotoren und Savonius-Rotoren.

Darrieus- und H-Darrieus-Rotoren nutzen das Auftriebsprinzip an den Rotorblättern, können jedoch nicht selbständig anlaufen, sondern müssen bei ausreichender Windgeschwindigkeit gestartet werden. Dazu kann der integrierte Generator als Motor geschaltet werden.

Beim Darrieus-Rotor sind die Rotorblätter am oberen und unteren Ende der Welle befestigt und ragen bogenförmig nach außen. Nach dem Prinzip einer Kettenlinie geformt, verursacht die Zentrifugalkraft in ihnen nur Zugspannungen und keine Biegungen der Rotorblätter. Entsprechend leicht können die Blätter konstruiert werden.

Beim H-Darrieus-Rotor sind die Rotorblätter geradlinig konstruiert und über Speichen mit der Welle verbunden. Dadurch haben sie über die gesamte Länge den gleichen aerodynamischen Wirkungsgrad, müssen jedoch erhebliche Biegungen der Rotorblätter aus den Zentrifugalkräften aufnehmen und entsprechend massiver konstruiert werden.

Savonius-Rotoren werden im Gegensatz zu Darrieus-Rotoren durch den Strömungswiderstand angetrieben. Diese Widerstandsläufer laufen schon bei geringen Wind-



Die drei unterschiedlichen Bauformen einer vertikalen Kleinwindenergieanlage

geschwindigkeiten selbständig an, können allerdings nur geringe Leistungen erzielen.

### Gegenüberstellung:

#### Horizontal- und Vertikalrotorachse

Horizontale Rotorachsen sind bei WEA am weitesten verbreitet. Grund dafür sind die höheren Leistungsbeiwerte des Rotors und die damit verbundenen höheren Energieerträge. Die Stromgestehungskosten (Cent/Kilowattstunde = Cent/kWh) liegen niedriger als bei vergleichbar leistungsstarken WEA mit Vertikalrotorachse. Die Bauweise lässt sich über einen weiten Leistungsbereich skalieren, von wenigen Watt bis weit in den Megawattbereich. Vertikale Rotorachsen haben hingegen den Vorteil, dass sie geringere Schall- und Schattenemissionen hervorrufen. Weiterhin können diese KWEA schon ab einer sehr geringen Windgeschwindigkeit anlaufen und liefern auch bei turbulenten Windverhältnissen Erträge. Durch niedrige Bauhöhen und bei Installationen auf Flachdächern sind

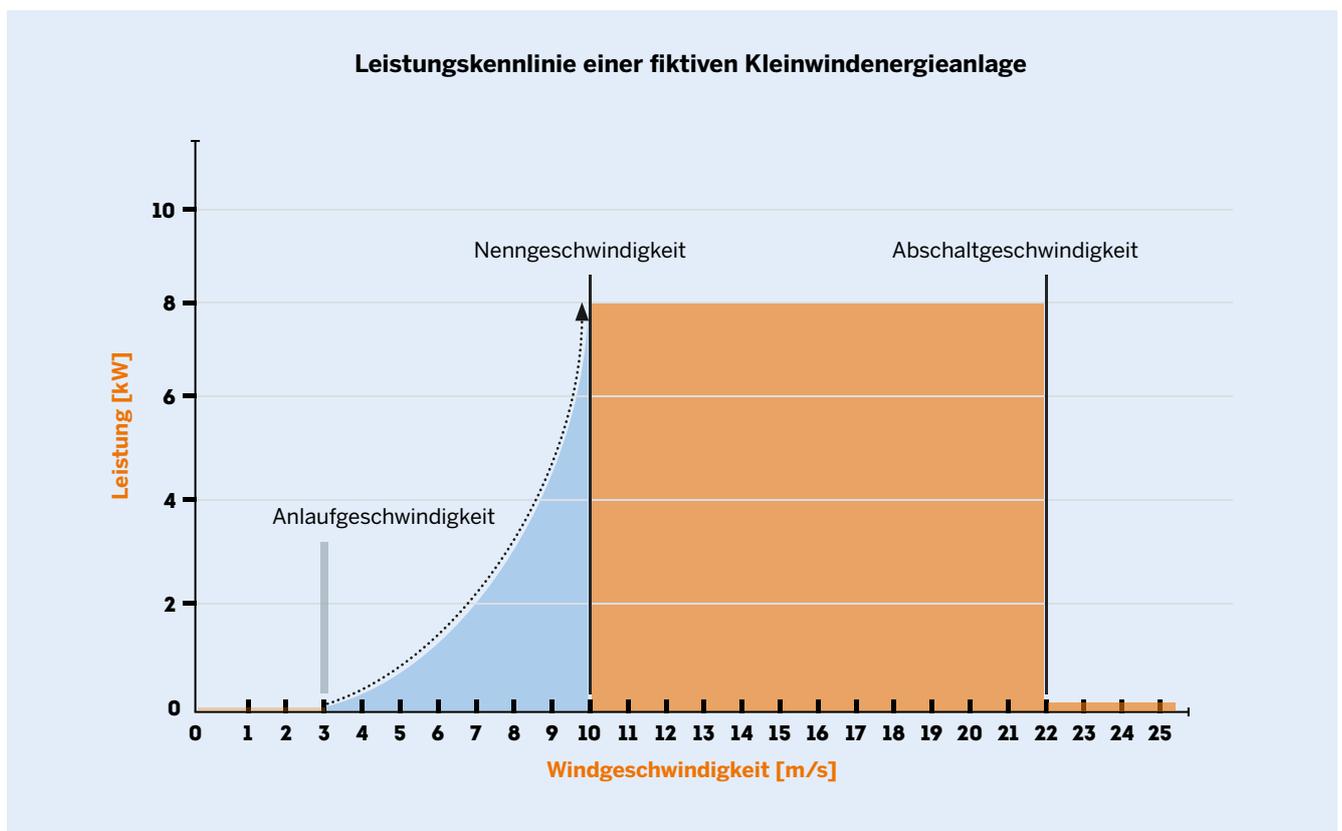
zudem Wartungsarbeiten leichter durchzuführen.

Bei der Auswahl geeigneter KWEA muss der Standort in Bezug auf Windgeschwindigkeiten und Hauptanströmrichtung genau untersucht werden. Diese Faktoren sind entscheidend für einen wirtschaftlichen Betrieb.

#### Leistung und Ertrag

Die Stromerträge von KWEA hängen von folgenden Faktoren ab:

- Nennleistung,
- Nabenhöhe,
- Rotorfläche,
- Windgeschwindigkeit und -verteilung am konkreten Standort,
- Turbulenzgrad und Schräganströmung, z. B. hinter einer Dachkante,
- Wirkungsgrad der Turbine,
- Lebensdauer und Störungsempfindlichkeit.



Die Leistungskurve einer KWEA bildet die Abhängigkeit der Leistung und damit der Stromerträge von der Windgeschwindigkeit ab. Dabei ist ein überproportionaler Anstieg der Leistung bei steigender Windgeschwindigkeit zu verzeichnen: Verdoppelt sich die Windgeschwindigkeit,

so steigt die kinetische Energie des Windes um das Achtfache. Da der Rotor des Windrads die Windenergie „erntet“, hat dessen Größe maßgeblichen Einfluss auf den Stromertrag. Die sogenannte überstrichene Rotorfläche gilt dabei als Referenzgröße.

## Genehmigung

KWEA gelten als Vorhaben nach § 29 des BauGB und sind bauliche Anlagen nach § 2 Absatz 1 der Bauordnung für das Land Nordrhein-Westfalen (BauO NRW 2018). In Abhängigkeit von der maximalen Gesamthöhe, bei der eine Flügelspitze senkrecht nach oben ragt, bestehen unterschiedliche Genehmigungspflichten.

### Verfahrensfreiheit

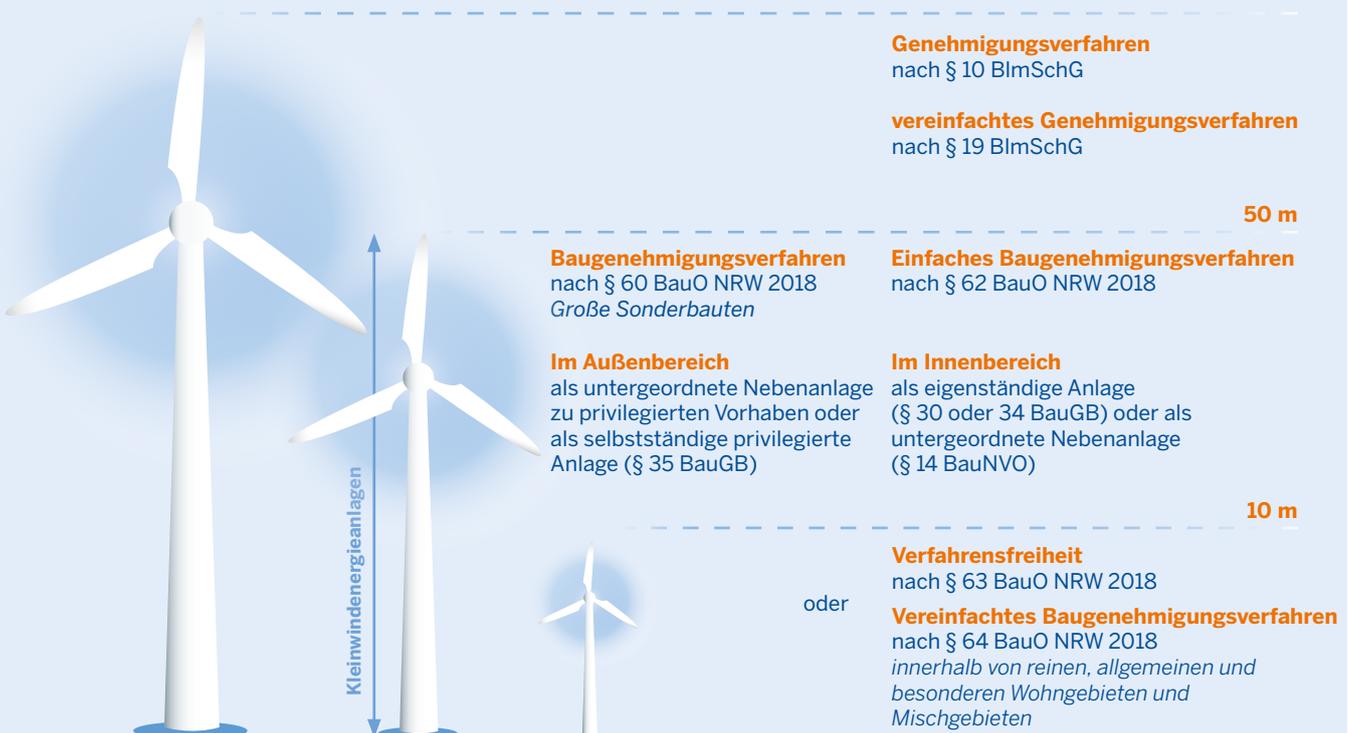
KWEA bis zu einer maximalen Gesamthöhe von 10 Metern [sowie die damit verbundene Änderung der Nutzung oder der äußeren Gestalt des Gebäudes] sind nach § 62 Absatz 1 Nr. 3. c) der BauO NRW 2018 außerhalb von reinen, allgemeinen und besonderen Wohngebieten und Mischgebieten genehmigungsfrei. Die unterschiedlichen Gebietsarten sind im ersten Abschnitt der Baunutzungsverordnung (BauNVO) definiert. Die Anlagengesamthöhe bezieht sich dabei allein auf die Höhe der KWEA. Trotz Verfahrensfreiheit sind alle Anforderungen zu erfüllen, die in den öffentlich-rechtlichen Vorschriften gestellt werden (§ 60 Absatz 2 BauO NRW). Dazu zählen neben bauplanungsrechtlichen Bestimmungen auch bauordnungsrechtliche Bestimmungen, die die Sicherheit der Anlage und des Betriebs gewährleisten, sowie immissionsrechtli-

che Anforderungen, unter die vor allem das Einhalten von Richtwerten nach der „Technischen Anleitung zum Schutz gegen Lärm“ (TA Lärm) fällt.

Die Installation einer KWEA ohne Baugenehmigung hat zum Vorteil, dass das Projekt schneller und kostengünstiger umgesetzt werden kann, weil kein Verwaltungsverfahren durchlaufen werden muss; jedoch kann die Bauaufsichtsbehörde oder Immissionsschutzbehörde während oder auch nach Errichtung der Anlage ordnungsbehördlich tätig werden, wenn beispielsweise Brandschutz- oder Immissionsschutzvorschriften nicht eingehalten wurden. In jedem Fall sollte man seine Nachbarn über die geplante Errichtung informieren, da Beschwerden erfahrungsgemäß am ehesten aus dem nahen Umfeld kommen. KWEA bis 10 Meter Gesamthöhe eignen sich in erster Linie für private Haushalte mit geringem Strombedarf. Neben Anlagen, die auf einem Mast installiert werden, sind auch Dachinstallationen möglich. Bei Dachinstallationen sollte berücksichtigt werden, dass durch die Form des Daches eine turbulente Anströmung entstehen kann, die den Wirkungsgrad der KWEA mindert. Zusätzlich muss untersucht werden, ob die Tragfähigkeit des Gebäudes für eine Dachanlage geeignet ist und inwiefern eine schwingungstechnische Entkopplung der KWEA möglich ist, damit der Körperschall der Anlage sich nicht auf den

### Genehmigungssituation von Kleinwindenergieanlagen in NRW

in Abhängigkeit der Gesamthöhe der Anlagen



Innenbereich des Gebäudes auswirkt (siehe Kapitel 6.2 der TA Lärm).

### Bauplanungsrecht

Für KWEA, die nicht verfahrensfrei sind, muss ein Baugenehmigungsverfahren (§ 60 Absatz 1 BauO NRW 2018) durchgeführt werden. Dabei ist in einem ersten Schritt die bauplanungsrechtliche Zulässigkeit des Vorhabens nach den §§ 29 bis 36 des Baugesetzbuches (BauGB) zu prüfen. Je nach Lage des Grundstücks, auf dem die KWEA installiert werden soll, wird zwischen dem beplanten (§ 30) und dem unbeplanten Innenbereich (§ 34) sowie dem Außenbereich (§ 35) unterschieden. Im Außenbereich können KWEA unter bestimmten Voraussetzungen als untergeordnete Nebenanlagen zu privilegierten Vorhaben nach § 35 Absatz 1 BauGB (z. B. landwirtschaftlicher Betrieb) zu beurteilen sein.

Wenn sie nicht einem anderen privilegierten Vorhaben im Außenbereich dienen, können sie im Außenbereich als selbstständige, privilegierte Anlagen nach § 35 Absatz 1 Nummer 5 BauGB zu beurteilen sein. In diesem Fall ist auch bei KWEA das Gesetz zur Ausführung des Baugesetzbuches in Nordrhein-Westfalen ([BauGB-AG NRW](#)) zu beachten, das einen Mindestabstand von 1.000 Metern zu im Gesetz näher bestimmten Wohngebäuden vorsieht. Im Innenbereich können KWEA eigenständig unter den Voraussetzungen des § 30 oder 34 BauGB zulässig sein oder als untergeordnete Nebenanlagen (gemäß § 14 BauNVO), wenn sie u. a. überwiegend, das heißt mehr als 50 Prozent, für das jeweilige Grundstück selbst Energie erzeugen.

### Bauordnungsrecht

Des Weiteren sind u. a. folgende bauordnungsrechtliche Vorschriften zu beachten:

Soweit von KWEA als selbstständige bauliche Anlagen Wirkungen wie von Gebäuden ausgehen, lösen sie nach § 6 Absatz 1 Satz 2 BauO NRW 2018 Abstandsflächen aus. Die einzuhaltenden Abstände zu Gebäuden und Grundstücksflächen sind in § 6 Absatz 13 der BauO NRW 2018 festgehalten. Demnach bemisst sich die einzuhaltende Abstandfläche um den Mittelpunkt des Mastes nach der Hälfte der Gesamthöhe der KWEA. Die entsprechende Höhe errechnet sich bei Anlagen mit Horizontalachse aus der Höhe der Rotorachse über der geometrischen Mitte des Mastes zuzüglich des Rotorradius.

Gemäß § 12 BauO NRW 2018 müssen Windenergieanlagen im Ganzen und in ihren einzelnen Teilen sowie für sich allein standsicher sein. Hierbei sind die einschlägigen technischen Baubestimmungen zu beachten (§ 88 Absatz 1 BauO NRW 2018).

Darüber hinaus ist für Windenergieanlagen mit mehr als 30 Metern Höhe nach § 50 Absatz 2 Nr. 2 BauO NRW 2018

mit den Bauvorlagen ein Brandschutzkonzept bei der Genehmigungsbehörde einzureichen (§ 70 Absatz 2 Satz 2 BauO NRW 2018).

### Immissionsschutzrecht

Für Anlagen mit einer Gesamthöhe von mehr als 50 Metern ist ein Genehmigungsverfahren nach dem Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG) erforderlich. KWEA mit einer Gesamthöhe von bis zu 50 Metern fallen nicht unter diese Genehmigungspflicht.

## Allgemeine Anforderungen

Bei der Genehmigung einer KWEA muss eine Vielzahl an Belangen und gesetzlichen Grundlagen berücksichtigt werden. Die zuständigen Behörden ziehen dazu je nach Verfahren verschiedene andere Behörden hinzu. Neben Regelungen aus dem Bauplanungs- und Bauordnungsrecht sowie dem Denkmalschutz-, Naturschutz- und Luftverkehrsrecht muss vorrangig das Immissionsschutzrecht mit seinen Regelungen für Schall und Schattenwurf beachtet werden.

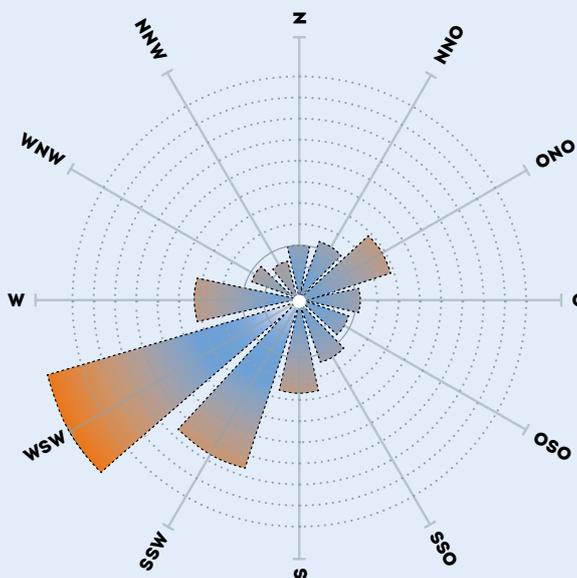
### Hinweise zum Schallimmissionsschutz

Im Betrieb müssen KWEA die baugebietsbezogenen Immissionsrichtwerte der TA Lärm einhalten. Diese sind nachts strenger formuliert als tagsüber. Für allgemeine Wohngebiete beispielsweise betragen die Immissionsrichtwerte 55 Dezibel dB(A) am Tag und 40 dB(A) in der Nacht (vgl. Nr. 6.1 TA Lärm).

Die Immissionsrichtwerte sind an dem Immissionsort einzuhalten, an dem eine Überschreitung der Immissionsrichtwerte am ehesten zu erwarten ist. Dies kann z. B. ein benachbartes Wohngebäude sein.

Aufgrund der sehr unterschiedlichen Höhen und Leistungsklassen der KWEA sowie der unterschiedlich geprägten Standorte, an denen KWEA verwirklicht werden sollen, lassen sich allgemeine Empfehlungen zur Schallbeurteilung kaum aussprechen. Es wird daher empfohlen, z. B. die Unteren Immissionsschutzbehörden bei den Kreisen bzw. kreisfreien Städten um Beratung zu bitten. Beim Hersteller sollten Informationen über bereits vorliegende schalltechnische Nachweise oder über Hintergründe von pauschal angegebenen „Schallpegeln“ nachgefragt werden.

Insbesondere für Anlagen, die in zum Wohnen genutzten Gebieten errichtet werden sollen, sind im baurechtlichen Genehmigungsverfahren aussagekräftige Unterlagen vorzulegen, die eine Prüfung der immissionsschutzrechtlichen Zulässigkeit des Betriebs ermöglichen. Zum Beispiel kann dies durch Vorlage gesicherter Datenblätter erfolgen, in denen unabhängige Institute das Geräusch-



Häufigkeitsverteilung der Windrichtungen

verhalten der Anlage in allen regulären Betriebszuständen mindestens bis zum Erreichen der Nennleistung belegen. Im Einzelfall kann für eine KWEA die Erstellung einer Schallimmissionsprognose durch einen Gutachter erforderlich werden.

In der Geräuschbetrachtung sind ggf. auch Geräuschvorbelastungen anderer Anlagen zu berücksichtigen. Das können neben gewerblichen Nutzungen auch in der Nachbarschaft betriebene, haustechnische Anlagen z. B. Klimaanlage oder Luft-Wärmepumpen sein.

#### Hinweise zum Schattenwurf

Durch die Rotoren von KWEA wird periodisch auftretender Schattenwurf hervorgerufen, der abhängig vom Sonnenstand auch auf Wohnbebauungen treffen kann. Insbesondere im städtischen Bereich kommt in dicht bebauten Wohngebieten das Gebot der gegenseitigen Rücksichtnahme zum Tragen. Erhebliche Beeinträchtigungen der Nachbarn durch Schattenwurf sind zu vermeiden. Dies ist möglich durch eine ‚schattenwurffreie‘ Platzierung der KWEA sowie durch eine Abschaltvorrichtung, die die Anlage in den Beschattungszeiträumen außer Betrieb setzt. Die Beurteilung des periodischen Schattenwurfs erfolgt auf Grundlage der „Hinweise zur Ermittlung und Beurteilung der optischen Immissionen von Windkraftanlagen“. Sie umfassen sowohl den durch den KWEA-Rotor verursachten periodischen Schattenwurf als auch die Lichtreflexe („Disco-Effekt“). Beide gelten als Immissionen im Sinne des BImSchG. Nach den Hinweisen ist eine erhebliche Beeinträchtigung gegeben, wenn die reale Beschat-

tungsdauer acht Stunden im Jahr und 30 Minuten am Tag überschreitet. Diese Hinweise wurden von der „Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz“ (LAI) herausgegeben.

Maßgebliche Immissionsorte sind schutzwürdige Räume, u. a. Wohnräume, Schlafräume, Bettenräume in Krankenhäusern und Sanatorien sowie Unterrichtsräume in Schulen. Direkt an Gebäuden beginnende Außenflächen (z. B. Terrassen und Balkone) sind schutzwürdigen Räumen tagsüber zwischen 6:00 und 22:00 Uhr gleichgestellt.

**Weitere Informationen** können den [„WKA und Schattenwurfhinweisen“](#) entnommen werden.

#### Hinweise zu Abstandsflächen

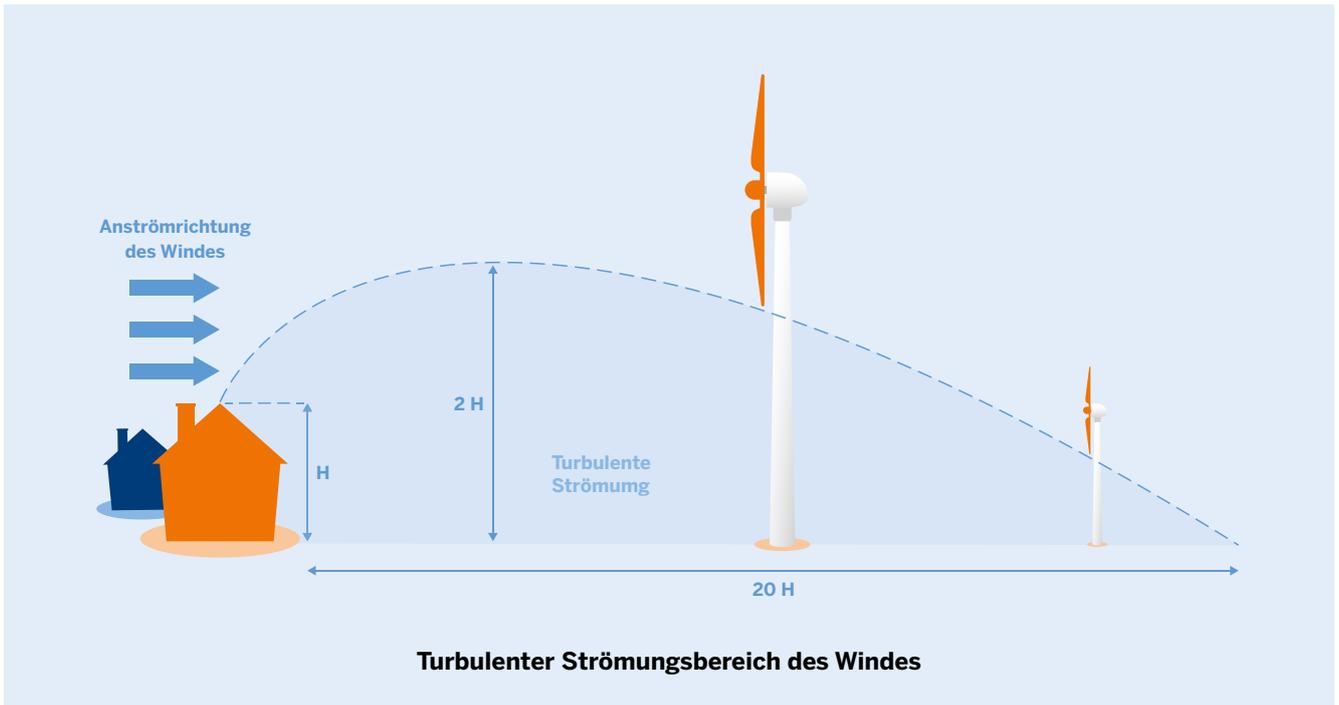
Die einzuhaltenden Abstände zu Gebäuden und Grundstücksflächen sind in § 6 (Absatz 13) der BauO NRW festgehalten. Demnach bemisst sich die einzuhaltende Abstandsfläche um den Mittelpunkt des Mastes nach der Hälfte der Gesamthöhe der KWEA.

## Wirtschaftlichkeit

Viele private Interessenten für eine Kleinwindenergieanlage stellen nicht das Kostenargument oder die Rendite in den Vordergrund, sondern die Möglichkeit, durch eigenen Windstrom unabhängiger zu sein und einen Betrag zum Klimaschutz zu leisten. Für die meisten Betreiber ist allerdings ein wirtschaftlicher Betrieb entscheidend. Dieser lässt sich nur an einem windstarken Standort mit freier Anströmung erreichen. KWEA sind prädestiniert als Eigenverbrauchsanlagen: *Je höher der selbst verbrauchte Anteil im Haushalt oder Unternehmen ist, desto höher ist die Wirtschaftlichkeit.*

#### Stromertrag

Die Menge des produzierten Stroms einer KWEA hängt maßgeblich von den Windverhältnissen am Standort und der Anlagenausführung ab. Für gute Windverhältnisse ist aber nicht nur eine hohe gemittelte Windgeschwindigkeit ausschlaggebend, sondern auch die Häufigkeitsverteilung der Windgeschwindigkeiten und -richtungen über das Jahr verteilt. Zu beachten ist, dass die nutzbare Strömungsenergie des Windes mit der dreifachen Potenz zur Windgeschwindigkeit wächst. Für eine erste Abschätzung der durchschnittlichen Windgeschwindigkeit können lokale Wetterstationen angefragt oder Windkarten genutzt werden, beispielsweise der Europäische Windatlas oder der Global Wind Atlas. Diese Daten stellen allerdings lediglich gemittelte Windgeschwindigkeiten über das Jahr dar, bei denen die kleinräumigen Umgebungsmerkmale und Hindernisse in Anströmungsrichtung nicht berücksichtigt werden.



Aufgrund der relativ niedrigen Bauhöhe von KWEA haben Gebäude und Bäume einen großen Einfluss auf das Strömungsverhalten des Windes. Sind in der Hauptwindrichtung – in Nordrhein-Westfalen ist dies Südwest – Hindernisse in unmittelbarer Nähe vorhanden, hat dies einen erheblichen Einfluss auf den Stromertrag. Der Wind wird abgebremst und verwirbelt, wobei diese sogenannte turbulente Strömung den Ertrag der KWEA erheblich mindert und sich zusätzlich negativ auf die Lebensdauer der Anlage auswirkt. Die Anlage sollte deshalb außerhalb der turbulenten Strömung platziert werden: in ausreichender Höhe oder mit großzügigem Abstand zum Hindernis. Hanglagen können sich hingegen positiv auf die Windhöffigkeit auswirken. Bei Dachanlagen ist zu beachten, dass auch auf dem Dach Verwirbelungen auftreten und den Ertrag mindern können.

#### Weitere Informationen unter:

[www.globalwindatlas.info](http://www.globalwindatlas.info)  
[map.neweuropeanwindatlas.eu](http://map.neweuropeanwindatlas.eu)

Ist eine Platzierung außerhalb des turbulenten Bereichs am Standort gegeben und liegen in der Region gute Windverhältnisse vor, so ist von einer ausreichenden Windhöffigkeit für den Betrieb einer KWEA auszugehen. Für aussagekräftige Ergebnisse müssen allerdings von einem Ingenieurbüro berechnete Ertragsprognosen oder 12-monatige Windmessungen am Standort herangezogen werden.

Mit den konkreten Winddaten können Anlagen gewählt werden, die auf die speziellen Windverhältnisse am Standort ausgelegt sind. Die Anlagenleistung sollte dabei

in Abhängigkeit des jährlichen Stromverbrauchs und der Grundlast des Verbrauchers ausgewählt werden. Zu beachten ist, dass die angegebene Leistung einer KWEA immer der Nennleistung bei einer festgelegten Windgeschwindigkeit entspricht. Eine Anlage mit 10 kW Leistung und einer angegebenen Nennwindgeschwindigkeit von 15 Metern pro Sekunde (m/s) wird am selben Standort weniger Ertrag einbringen als eine 10 kW-Anlage mit einer angegebenen Nennwindgeschwindigkeit von 10 m/s. Der jährlich zu erwartende Stromertrag lässt sich mithilfe der Winddaten und der Ertrags- oder Leistungskennlinie der Anlage bestimmen, die beim Hersteller oder Vertreiber angefragt werden können.

#### Vergütung

Die Einspeisevergütung nach dem Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) für KWEA bis 50 kW, die im Jahr 2021 in Betrieb genommen werden, beträgt 7,59 Cent/kWh. Damit ist in der Regel kein auskömmlicher Betrieb möglich. KWEA können sich jedoch rechnen, wenn der produzierte Strom zum Eigenverbrauch genutzt werden kann, sodass weniger Strom über das Netz bezogen werden muss. Die jährlich festgelegten Vergütungssätze sind abhängig von den Ausschreibungsrunden für Windenergieanlagen an Land des vorletzten Jahres und einem anzulegenden Güte- und Korrekturwert. Die Ermittlung des Güte- und Korrekturwertes hat sich mit dem EEG 2021 für KWEA leicht zum Positiven geändert. Für Anlagen, die 2022 in Betrieb genommen werden, liegt die Einspeisevergütung bei etwa 8 Cent/kWh. In den darauffolgenden Jahren ist mit keiner signifikanten Änderung zu rechnen. Zwischen 50 und 100 kW-Anlagenleistung muss gegebenenfalls ein veränderter Korrekturfaktor bei der Berech-

nung angewandt werden, wodurch sich die Einspeisevergütung verringern kann.

Leistungsstärkere Anlagen ab einer Leistung von 100 kW fallen unter die verpflichtende Direktvermarktung, bei der eine gesetzliche Marktprämie zum Börsenpreis zugesichert wird. Dadurch liegt die Vergütung ähnlich hoch wie bei leistungsärmeren Anlagen, wobei zusätzlich geringe Kosten für die Direktvermarktung anfallen. Für WEA über 750 kW sind die Zahlungsansprüche abhängig von Gebot und Zuschlag bei den Ausschreibungsverfahren für WEA an Land.

### EEG-Umlage

Grundsätzlich müssen alle Stromverbraucher, auch Eigenversorger, die EEG-Umlage zahlen. Für Strom aus Anlagen zur Eigenversorgung mit erneuerbaren Energien verringert sich die Umlage auf 40 Prozent. Dadurch fielen im Jahr 2020 lediglich 2,7 Cent/kWh anstelle der 6,76 Cent/kWh an. Für 2021 ist der Wert leicht gesunken und liegt bei 2,6 Cent/kWh. Unter bestimmten Voraussetzungen entfällt die EEG-Umlage sogar vollständig. Bei KWEA ist dies beispielsweise gegeben, wenn die Anlagenleistung höchstens 30 kW beträgt und der Eigenverbrauch des selbst erzeugten Stroms 30.000 kWh im Jahr nicht übersteigt. Auch Betreiber von Inselanlagen und vollständige Selbstversorger aus erneuerbaren Energien, die keine Förderung erhalten, sind von der EEG-Umlage befreit. Die vier Ausnahmeregelungen zum Entfallen der EEG-Umlage werden im § 61a im EEG 2021 beschrieben.

### Investition

Die spezifischen Kosten einer KWEA variieren stark und liegen zwischen 2.500 und 9.000 Euro pro kW installierter Leistung. Dabei hängt es stark davon ab, ob in den Gesamtkosten neben den Anlagenkomponenten bereits Anteile für Genehmigung, Fundament, Mast, Montage und die Elektronik enthalten sind.

Bei der Auswahl einer KWEA sollte auf einen vertrauenswürdigen Hersteller oder Vertreiber zurückgegriffen werden. Wichtig dabei ist eine Zertifizierung der Anlage nach IEC 61400-2 oder alternativ durch einen unabhängigen Gutachter. Darin sollte die Leistungs- und Ertragskennlinie verifiziert sein, um zu gewährleisten, dass die KWEA die angegebenen Erträge tatsächlich erzeugen kann. Außerdem sind für einen erfolgreichen Betrieb Nachweise zur Lebensdauer und zur Sturmsicherung zweckmäßig. Etablierte Anlagenhersteller informieren ausreichend zu den genannten Punkten. Weiterhin können diese Hersteller auf Erfahrungen und Referenzanlagen zurückgreifen und teilweise sogar Unterstützung im Planungs- und Genehmigungsprozess geben. Eine frühzeitige Kontaktaufnahme ist hier empfehlenswert.

### Laufende Kosten

Neben den Investitionskosten sind laufende Kosten für den Betrieb einzukalkulieren. Darunter können Wartungskosten, Kosten für Versicherungen, für die Elektronik und für Ertragsausfälle, Finanzierungs- und Reparaturkosten fallen. Wartungsarbeiten lassen sich dabei je nach Hersteller in Eigenregie durchführen. Die laufenden Kosten betragen jährlich etwa 0,5 bis 2,0 Prozent der Investitionskosten in Abhängigkeit von Hersteller, Versicherungsleistung und Kreditoption.

### Rentiert sich eine Kleinwindenergieanlage?

Essenziell für einen wirtschaftlichen Betrieb ist ein windhöffiger Standort der Anlage. Darüber hinaus rentieren sich KWEA nur bei einem hohen Eigenverbrauchsanteil, da die EEG-Einspeisevergütung mit etwa 8 Cent/kWh nicht ausreicht. Je mehr Strom direkt verbraucht wird oder in einem Batteriespeicher für den späteren Verbrauch zwischengespeichert wird, desto weniger Strom muss aus dem Netz bezogen werden. Auf diese Weise können in Abhängigkeit vom Stromtarif ca. 30 Cent/kWh eingespart werden, die sonst für den Bezug aus dem Stromnetz aufgewendet werden müssten.

KWEA sind üblicherweise für eine Betriebsdauer von 20 Jahren ausgelegt. Vergleicht man die eingesparten Netzbezugskosten in diesem Zeitraum mit den in dieser Zeit entstandenen Ausgaben – einschließlich der Investitionskosten abzüglich der Einnahmen aus dem Verkauf des Stroms –, so lassen sich Rentabilität und Amortisationszeit der Anlage abschätzen. Dazu wird in einem ersten Schritt der zu erwartende Stromertrag errechnet. Dieser steht in Abhängigkeit von den Winddaten am Standort, die über ein Gutachten oder eine Windmessung verifiziert werden sollten, und der Ertragskennlinie der KWEA. Nicht der gesamte Stromertrag lässt sich direkt vor Ort verbrauchen, da sich der erzeugte Windstrom sowohl zeitlich als auch mengenmäßig vom Verbrauch unterscheidet. Durch die Kombination einer KWEA mit einem Batteriespeicher lässt sich der Eigenverbrauchsanteil erhöhen, da zunächst überschüssiger Strom zu einem späteren Zeitpunkt verbraucht werden kann.

### Fördermöglichkeiten

Das Programm 270 „Erneuerbare Energien“ der Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW) umfasst auch die Finanzierung der Investitionen für Anlagen zur Stromerzeugung aus erneuerbaren Energiequellen. Damit kann die Investition inklusive der Kosten für Planung, Errichtung und Inbetriebnahme von KWEA mit einem günstigen Förderzinssatz über den Förderungszeitraum unterstützt werden. Die KfW finanziert bis zu 100 Prozent der Investitionskosten. Die Förderung richtet sich dabei vor allem an Privatpersonen, Landwirte, Unternehmen, gemeinnützige Orga-

nisationen und Genossenschaften. Voraussetzung für eine Förderung ist, dass während des Förderzeitraums ein Teil des produzierten Stroms aus der KWEA in das öffentliche Stromnetz eingespeist wird und zwar unabhängig von der Menge der Einspeisung.

Die „Landwirtschaftliche Rentenbank“ bietet ihr Förderangebot „Energie vom Land“ an. Im Vergleich zur Förderung durch die KfW ist bei der Rentenbank die Voraussetzung zur Kreditvergabe nicht an die Teileinspeisung des erzeugten Stroms aus der KWEA gebunden. Die Hausbank kann bei Antragstellung das Programm mit den besten Konditionen auswählen. Auch Stadtwerke oder Energieversorger sowie Ökostromanbieter können als Unterstützer bei der Investition in eine KWEA infrage kommen. Hier ist es empfehlenswert, sich regional umzuschauen und nachzufragen.

## Planung einer Kleinwindenergieanlage

Wer sich für eine Kleinwindenergieanlage interessiert, sollte vorab einige grundsätzliche Sachverhalte überprüfen. Im Folgenden haben wir die wesentlichen Aspekte im Überblick.

### Standort

Nicht jeder Standort ist für den Betrieb einer KWEA geeignet. Neben genehmigungstechnischen Belangen wie Sicherheitsaspekten und Immissionsrichtlinien spielt vor allem die Windhöflichkeit, also das durchschnittliche Windaufkommen am Standort, eine entscheidende Rolle. Im Hinblick auf die Genehmigungspflicht dürfen Immissionen oder Störfaktoren nur im zulässigen Rahmen auf umliegende Bebauungen wirken. Darüber hinaus ist zu empfehlen, die Nachbarschaft, die gegebenenfalls von der Anlage beeinträchtigt werden könnte, rechtzeitig zu informieren bzw. einzubeziehen.

Um einen wirtschaftlichen Betrieb zu gewährleisten, sollte die Windgeschwindigkeit am Standort über das Jahr gemittelt in Nabenhöhe mindestens vier Meter pro Sekunde betragen. Da die Windenergie mit der dreifachen Potenz zur Windgeschwindigkeit steigt, wirken sich schon geringfügig höhere Werte enorm auf den Ertrag aus. Eine Verringerung auf drei Meter pro Sekunde würde die Energiemenge mehr als halbieren. Neben der guten Windhöflichkeit ist eine freie Anströmung aus der Hauptwindrichtung – in Nordrhein-Westfalen Süd-West – erforderlich. Hindernisse wie Gebäude, Hügel oder Bäume führen nicht nur zu verminderten Windgeschwindigkeiten, sondern auch zu höheren Turbulenzen, die sich negativ

auf die Stromproduktion auswirken. Zur Abschätzung der Windhöflichkeit am Standort können Wetterstationen angefragt oder Windkarten genutzt werden. Dazu bietet sich z. B. der Europäische Windatlas an, dem die horizontalen Windgeschwindigkeiten auf einer Höhe von 10 und 50 Metern zu entnehmen sind. Diese Daten eignen sich allerdings nur zur groben Übersicht, da die Auswirkung lokaler Hindernisse auf die exakte Verteilung der Windgeschwindigkeiten und -richtungen nicht so kleinräumig berechnet wird. Aus diesem Grund ist eine Windmessung am Standort in der Höhe der geplanten Anlage oder die Erstellung eines Ertragsgutachtens durch ein Ingenieurbüro zu empfehlen. Für die Messung kann ein Unternehmen beauftragt werden, das über mindestens 12 Monate Daten aufnimmt, um die Windhöflichkeit zu jeder Tages- und Jahreszeit bestimmen zu können. Alternativ kann die Messung mit entsprechendem Equipment auch in Eigenregie erfolgen, wobei auch hier eine Messdauer von 12 Monaten zu empfehlen ist. Anschließend ist ein Abgleich der Messdaten mit historischen Daten aus den Windkarten erforderlich, um aus dem einen gemessenen Jahr eine valide Prognose zu erstellen.

### Anlage

Die Auswahl der KWEA bzw. des Herstellers erfolgt auf Basis der Windhöflichkeit und des Strombedarfs am Standort. Entscheidend bei der Auswahl einer Anlage ist die Leistungs- und Stromertragskurve in Abhängigkeit zur Windgeschwindigkeit. Diese Daten können beim Hersteller angefragt werden und sollten durch eine Zertifizierung (IEC 61400-2) oder ein unabhängiges Gutachten bestätigt sein.

Weiterhin ist mit dem Hersteller oder Vertreiber zu klären, welche Zusatzleistungen bei einem Kauf inkludiert sind. Dazu können neben der Anlieferung der KWEA auch die Unterstützung bei der Genehmigung, beim Aufbau, beim elektrischen Anschluss und beim Betrieb in Form von Wartungsarbeiten zählen.

Eine neutrale Übersicht zu Anlagen und Herstellern gibt z. B. der regelmäßig erscheinende, kostenpflichtige Kleinwind-Marktreport.



Weitere Informationen unter:

[www.klein-windkraftanlagen.com](http://www.klein-windkraftanlagen.com)

### Wirtschaftlichkeit

Auch wenn für einige Anlagenbetreiber der Beitrag zur Energiewende und der Wunsch zur eigenen Energieversorgung als Motivation ausreicht, so steht doch der wirtschaftliche Betrieb oftmals im Vordergrund. Für eine aussagekräftige Abschätzung des Stromertrags sind als Grundlage sowohl die Winddaten am Standort als auch die Kennlinie der KWEA erforderlich. Durch eine Gegenüberstellung der Gesamtausgaben über die Betriebszeit von üblicherweise 20 Jahren und der Einnahmen während dieser Zeit lässt sich berechnen, ob und ab wann die geplante KWEA Gewinne generieren wird. Je höher der Anteil des erzeugten Stroms ist, der selbst verbraucht wird, desto schneller amortisiert sich die Anlage. Aufwand und Kosten für die Installation einer KWEA sind im Vergleich zu etablierten Photovoltaik-Anlagen höher. Bei guten Windverhältnissen und einem hohen Eigenverbrauch des erzeugten Stroms kann jedoch auch eine KWEA wirtschaftlich betrieben werden und stellt eine ideale Ergänzung zur Photovoltaik dar.

### Genehmigung

Sofern mit dem Hersteller der KWEA keine Beantragung der Baugenehmigung vereinbart wurde, muss der Kontakt zur Genehmigungsbehörde selbst aufgenommen werden. Dies empfiehlt sich schon zu Beginn der Überlegungen

zur Planung, um frühzeitig in Erfahrung zu bringen, welche Unterlagen und Gutachten für die Anlage erforderlich sind. Die Art der Genehmigung ist abhängig von der Gesamthöhe der Anlage und vom geplanten Standort.

### Inbetriebnahme

Um die ausgewählte und genehmigte KWEA am Standort zu installieren, müssen in einem ersten Schritt der Anschluss der Elektronik verlegt und das Fundament für den Turm erstellt werden. Je nach Größe sind für die Anlage eine spezielle Anlieferung, die Einrichtung einer Kranstellfläche sowie ein Kran zum Aufbau erforderlich. In Abstimmung mit dem Hersteller empfehlen sich ein Testbetrieb und eine Abklärung des Wartungsintervalls der Anlage. Der Anschluss ans Stromnetz muss dem Netzbetreiber gemeldet werden. Außerdem ist es verpflichtend für Energieerzeuger, die Anlage in das Marktstammdatenregister (MaStR) der Bundesnetzagentur (BNetzA) einzutragen.

## Beispiel Wirtschaftlichkeit



#### Allgemeine Informationen

- + Durchschnittlich höhere Stromgestehungskosten als Photovoltaik-Dachanlagen
- + Hoher Eigenverbrauch ist essenziell für einen wirtschaftlichen Betrieb
- + Kombination mit Photovoltaik sinnvoll (Ausgleich Herbst/Winter/Nacht)
- + Motivation: Wirtschaftlichkeit, Beitrag zur Energiewende, Unabhängigkeit/Autarkie, Interesse an der Technik
- + Kleinwindenergieanlagen sind optisch unauffällig und haben kaum Einfluss auf das Landschaftsbild
- + Investitionskosten liegen etwa im Bereich zwischen 3.000 und 8.000 €/kW



#### Annahmen:

- + Schlüsselfertige 10 kW-Kleinwindenergieanlage für insgesamt 50.000 € inklusive Genehmigung
- + Betriebskosten (Wartung, Versicherung, Reparatur) von durchschnittlich 300 €/a
- + Stromtarif von 30 Cent/kWh und Einspeisevergütung von 7,39 Cent/kWh

#### Szenario I:

Durchschnittliche Windgeschwindigkeit von 5 m/s und ein Eigenverbrauch von 70% des erzeugten Stroms: Amortisation nach etwa 13 Jahren

#### Szenario II:

Durchschnittliche Windgeschwindigkeit von 5 m/s und ein Eigenverbrauch von 30% des erzeugten Stroms: Amortisation nach etwa 23 Jahren

#### Szenario III:

Durchschnittliche Windgeschwindigkeit von 4 m/s und ein Eigenverbrauch von 70% des erzeugten Stroms: Amortisation nach etwa 27 Jahren

### Zertifizierung – geprüfte Sicherheit

Nicht jede KWEA ist nach dem internationalen Standard DIN/IEC 61400-2 zertifiziert, da der Zertifizierungsprozess langwierig und sehr kostenintensiv ist. Die Zertifizierung von KWEA wird von akkreditierten Prüfinstituten durchgeführt und belegt die Sicherheit und Marktreife einer Anlage.

Eine Zertifizierung von KWEA ist in Deutschland nicht vorgeschrieben, bietet aber folgende Vorteile:

- Standsicherheit und Auslegung der Anlage sind von unabhängigen Instituten geprüft und dokumentiert.
- Es liegen herstellerunabhängige Angaben der Leistungskurve und des Schallleistungspegels vor.
- Verschiedene Anlagen können auf Basis der gleichen

Zertifizierungsnorm miteinander verglichen werden.

- Die Zertifikate können dem Bauamt vorgelegt werden und die Genehmigung erleichtern.
- Die Zertifikate können im Falle einer Finanzierung den Banken zur Verfügung gestellt werden.
- Versicherungsgesellschaften können auf Basis der Zertifizierung das Schadensrisiko besser abschätzen.

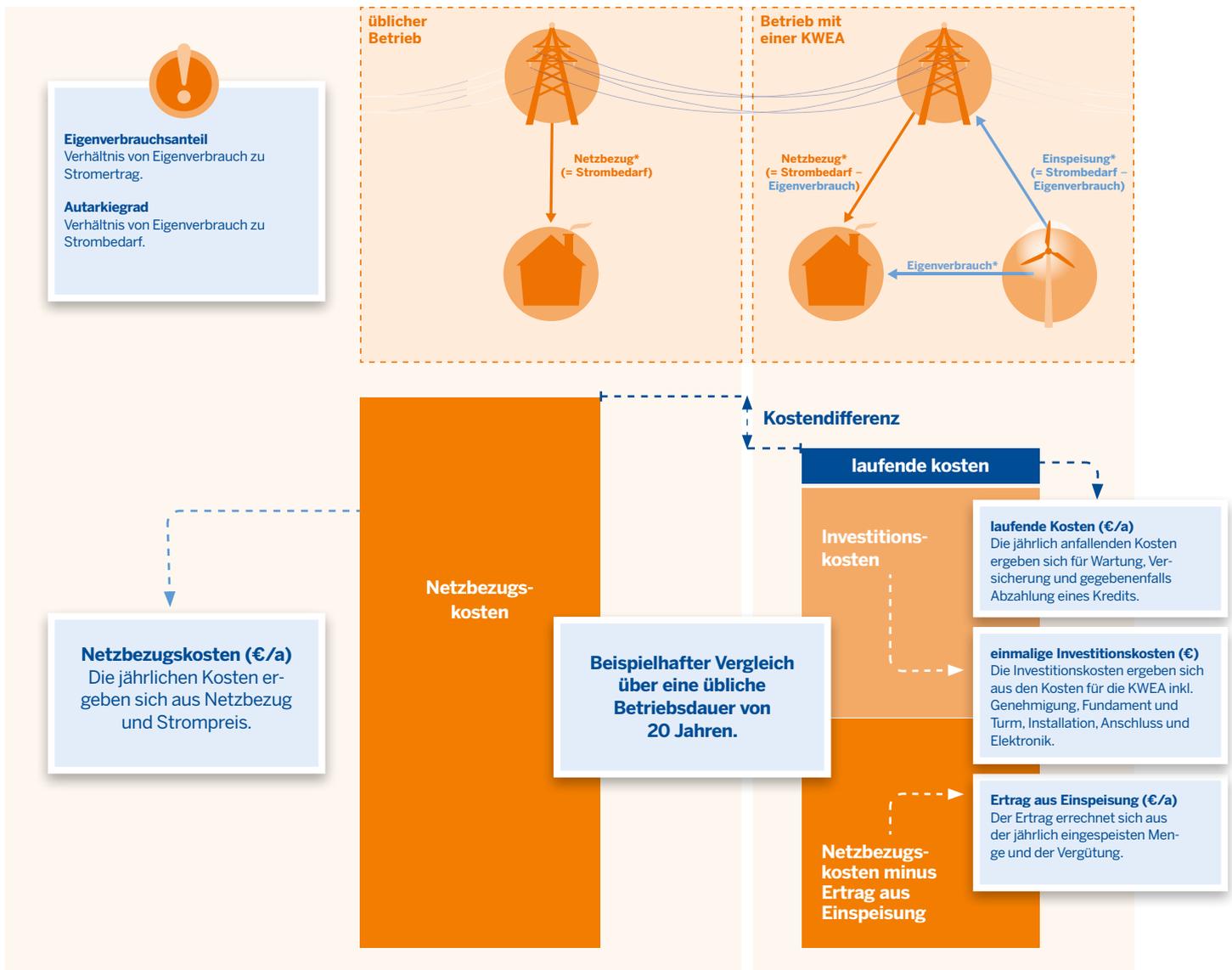
Bei KWEA ohne Zertifizierung sollte beim Hersteller nachgefragt werden, ob Leistungskurve und Schallleistungspegel der Anlage durch unabhängige Prüfinstitute bestätigt wurden. Für die Beurteilung der Leistungsfähigkeit der Anlage sind zudem Herstellerangaben zum Jahresenergieertrag der Anlage bei einer mittleren jährlichen Windgeschwindigkeit von 5 Metern pro Sekunde aufschlussreich.

## Kleinwindenergieanlagen bis 50 m Gesamthöhe in NRW

### Planung, Genehmigung und Inbetriebnahme



## Rentiert sich eine Kleinwindanlage (KWEA)?



Bei der Frage, ob sich eine KWEA rentiert, ist eine Vergleichsrechnung über eine übliche Betriebsdauer von 20 Jahren zu empfehlen. Essenziell für die Wirtschaftlichkeit sind ein windhöffiger Standort und ein hoher Eigenverbrauchsanteil.

### Strombedarf (kWh/a)

- Die jährlich benötigte Strommenge für den Haushalt/Betrieb.

### Netzbezug (kWh/a)

- Die aus dem Netz zugekaufte Strommenge.

### Strompreis (Cent/kWh)

- Der Strompreis ist abhängig vom Stromvertrag.

### Stromertrag (kWh/a)

- Der zu erwartende Stromertrag errechnet sich aus den konkreten Winddaten am Standort und der Ertragskennlinie der KWEA.

### Eigenverbrauch (kWh/a)

- Die direkt und vor Ort verbrauchte Strommenge aus der KWEA (Anteil des Stromertrags).

### Einspeisung (kWh/a)

- Die nicht direkt vor Ort verbrauchte Strommenge aus der KWEA wird in das Stromnetz eingespeist (Anteil des Stromertrags).

### Vergütung (Cent/kWh)

- Die eingespeiste Strommenge wird nach dem EEG vergütet, sofern keine alternative Vermarktung erfolgt.

## Fazit

Kleinwindenergieanlagen können eigenständig oder als ideale Ergänzung zu Photovoltaikanlagen einen sinnvollen Beitrag zu einer dezentralen Energiewende leisten. An vielen Standorten eignen sich die Anlagen allerdings nicht, da die regionalen Windgeschwindigkeiten in den entsprechend geringen Höhen zu niedrig sind oder lokale Hindernisse eine freie Anströmung verhindern. Für einen wirtschaftlichen und reibungslosen Betrieb sollten daher die notwendigen Voraussetzungen am Standort geprüft werden.

## Weitere Informationen

### EnergieAgentur.NRW Themengebiet Windenergie

[www.energieagentur.nrw/windenergie](http://www.energieagentur.nrw/windenergie)

### Bundesverband Windenergie

[www.wind-energie.de](http://www.wind-energie.de)

### Bundesverband Kleinwindanlagen

[www.bundesverband-kleinwindanlagen.de](http://www.bundesverband-kleinwindanlagen.de)

### Kleinwindkraft-Portal

[www.klein-windkraftanlagen.com](http://www.klein-windkraftanlagen.com)

### Global Windatlas

[www.globalwindatlas.info](http://www.globalwindatlas.info)

### New European Wind Atlas

[map.neweuropeanwindatlas.eu](http://map.neweuropeanwindatlas.eu)

## Glossar

### BauGB

Deutsches Baugesetzbuch

### BauO NRW

Bauordnung für das Land Nordrhein-Westfalen

### BImSchG

Deutsches Bundes-Immissionsschutzgesetz

### Dezibel

Hilfsmaßeinheit zur Angabe des Schalldrucks

### Kilowatt (kW)

Leistungsangabe: Einheit zur Messung von Leistung, 1 kW = 1.000 W

### Kilowattstunde (kWh)

Arbeitsangabe: Einheit zur Messung von Energiemengen, 1 kWh = 1.000 Wh

### KWEA

Kleinwindenergieanlage

### Lee

Die dem Wind abgewandte Seite

### Leistungsbeiwert

Das Verhältnis von der dem Wind entnommenen Leistung zur im Wind enthaltenen Leistung

### Luv

Die dem Wind zugewandte Seite

### Megawatt (MW)

Leistungsangabe: Einheit zur Messung von Leistung, 1 MW = 1.000 kW

### Megawattstunde (MWh)

Arbeitsangabe: Einheit zur Messung von Energiemengen, 1 MWh = 1.000 kWh

### Nabe

An der Nabe oder auch Rotornabe werden die Rotorblätter befestigt. Die drehenden Rotorblätter geben ihre Leistung über die Nabe an die Rotorwelle weiter.

### Turbulenzen

Verwirbelter Strömungszustand des Windes

### WEA

Windenergieanlage

### Windhöflichkeit

Durchschnittliches Windaufkommen an einem spezifischen Standort



**Impressum**

EnergieAgentur.NRW GmbH  
Roßstraße 92  
40476 Düsseldorf

Telefon: 0211/8 3719 30  
hotline@energieagentur.nrw  
www.energieagentur.nrw

© EnergieAgentur.NRW GmbH/EA646

**Stand**

9/2021

**Ansprechpartner**

EnergieAgentur.NRW  
Erneuerbare Energien, Themengebiet  
Windenergie  
Claudia Bredemann  
bredemann@energieagentur.nrw

**Bildnachweis**

Titel: Tim Siegert-batcam, stock.adobe.com

Die EnergieAgentur.NRW GmbH verwendet in ihren Veröffentlichungen allein aus Gründen der Lesbarkeit die männliche Form von Substantiven; diese impliziert jedoch stets auch die weibliche Form. Eine Nutzung von Inhalten – auch in Teilen – bedarf der schriftlichen Zustimmung.