

## Kleinwindanlagen

Viele Bauherren und Hausbesitzer von Gebäuden wollen die Energiewende mitgestalten. Dadurch wächst u.a. das Interesse an dem Thema Kleinwindenergieanlagen (KWEA). Der Bau einer solchen Anlage muss allerdings gut und vorausschauend geplant sein. Denn die KWEA ist nicht mit einer Photovoltaik- oder Solaranlage zu vergleichen. energum unterstützt Bauherren und Planer mit einem eigens entwickelten Überprüfungs-Tool den unübersichtlichen Dschungel von Herstellern, Genehmigungsverfahren und Windprognosen zu bewerten.

Die Definition durch die International Electrotechnical Commission (IEC) besagt, dass Anlagen, deren überstrichene Rotorfläche kleiner als 200 m<sup>2</sup> und deren Gleichstromspannung geringer als 1.500 V bzw. deren Wechselstromspannung geringer 1.000 V ist, als Kleinwindenergieanlagen bezeichnet werden. Dies entspricht einer Leistung von etwa 50 kW.

### Bauformen | Hersteller

Die Anlagen werden in zwei Hauptgruppen unterteilt: Horizontalachsenanlagen (Bild 1) und Vertikalachsenanlagen (Bild 2). Bei Horizontalachsenanlagen handelt es sich ausschließlich um Auftriebsläufer. Bei Vertikalachsenanlagen sind zusätzlich noch Widerstandsläufer auf dem Markt erhältlich. Hinzu kommen einige spezielle Bauformen, die sich noch in der Entwicklung befinden und einen verbesserten Betrieb gegenüber den Grundformen zum Ziel haben (Einhausung, Beschichtungen).

Einige Anlagen sind bereits nach strengen internationalen Standards zertifiziert. Bei vielen nicht zertifizierten Anlagen müssen sich Bauherren bei der Planung jedoch auf Angaben der Hersteller verlassen.



1. Horizontalachsenanlage

Hier besteht die Gefahr, dass Leistungskurven falsche Prognosen anzeigen. Grundsätzlich gibt es auch hervorragende nicht zertifizierte Anlagen, die für Laien nicht sofort erkennbar sind. Mithilfe des entwickelten Tools führt energum eine Plausibilitätsprüfung durch, um die Leistungsangaben der Hersteller zu verifizieren.

### Standortbedingungen

Bei der Auswahl des geeigneten Standortes müssen eine Vielzahl von Faktoren berücksichtigt werden. Im Gegensatz zu Großanlagen sind bei Kleinwindanlagen besonders die lokalen Bedingungen zu beachten.



2. Vertikalachsenanlage

Unter Berücksichtigung der örtlichen Windverhältnisse und Windhindernisse muss der Standort eingeschätzt werden. Gerade die Standortwahl hat großen Einfluss auf das zu erwartende Windaufkommen und ist damit sehr wichtig für den Stromertrag bzw. die Wirtschaftlichkeit der Anlage. Eine Windmessung ist bei Kleinwindenergieanlagen zu empfehlen und kann von energum ausgewertet werden.

### Installation der Anlage

Auf einer Freifläche muss die Standsicherheit des Mastes und ggf. des Fundamentes nachgewiesen werden. Bei einer Dachanbindung ist die Standsicherheit der KWEA nach DIN EN/IEC 61400-2 zu beachten, zudem müssen die statischen Anforderungen nach DIN 1055-4 berücksichtigt werden. Zusätzlich ist bei einer Dachanbindung auch eine Schwingungsentkopplung zu realisieren, um eine Körperschallübertragung auf das Gebäude zu verhindern. Die Erfüllung der Anforderungen sorgt später im Betrieb für eine problemlose Installation der Anlage.

## Rechtliche Rahmenbedingungen

Bauordnungsrecht ist Landesrecht, was für Uneinheitlichkeit in den einzelnen Bundesländern sorgt. Außerdem ist an den unterschiedlichen Standorten das jeweilige Planungsrecht nach Baugesetzbuch (BauGB) zu beachten, da in einigen Bundesländern Kleinwindenergieanlagen verfahrensfreie oder zumindest freigestellte Vorhaben sind.

Seit August 2014 können bei neuen Anlagen zusätzliche Kosten durch die Novellierung des Erneuerbaren-Energien-Gesetzes (EEG) für den Betreiber anfallen, da die Neuerung unter bestimmten Voraussetzungen eine Beteiligung an der EEG-Umlage für den Eigenverbrauch vorsieht. Grundsätzlich empfiehlt energum immer ein Genehmigungsverfahren anzustreben, um Rechtssicherheit zu erhalten.

## Ertragsprognose und Wirtschaftlichkeitsbetrachtung

energum arbeitet mit einem Prognosewerkzeug und kann darüber den Ertrag und die Wirtschaftlichkeit für den jeweiligen Standort und die ausgewählte Kleinwindenergieanlage abschätzen. Mithilfe dieser Analyse können Bauherren ihre Investitionsbemühungen besser bewerten. Zudem wird die ausgewählte Anlage einer Plausibilitätsprüfung unterzogen. In Abbildung 3 ist eine Plausibilitätskontrolle für eine zertifizierte Anlage dargestellt. Hierbei ergeben sich keinerlei Beanstandungen und die Leistungskurve kann als realistisch eingestuft werden. Abbildung 4 hingegen zeigt eine Leistungskurve einer nicht zertifizierten Anlage, hierbei lässt sich eindeutig erkennen, dass sie die Plausibilitätskontrolle nicht bestanden hat. Unsere Erfahrung ist, dass die Leistungskurven

Windgeschwindigkeit [m/s]	P <sub>Wind</sub> [W]	P <sub>Anlage</sub> [W]	c <sub>p</sub>	T1	T2
1	8	0	0,00	●	●
2	63	0	0,00	●	●
3	213	10	0,05	●	●
4	505	89	0,18	●	●
5	986	285	0,29	●	●
6	1.704	566	0,33	●	●
7	2.706	877	0,32	●	●
8	4.039	1.279	0,32	●	●
9	5.751	1.790	0,31	●	●
10	7.889	2.469	0,31	●	●
11	10.500	3.207	0,31	●	●
12	13.632	3.697	0,27	●	●
13	17.332	3.878	0,22	●	●
14	21.647	3.967	0,18	●	●
15	26.625	4.032	0,15	●	●
16	32.313	4.095	0,13	●	●
17	38.759	4.140	0,11	●	●
18	46.009	4.160	0,09	●	●
19	54.111	4.170	0,08	●	●
20	63.112	4.180	0,07	●	●

3. Plausibilitätskontrolle einer zertifizierten Anlage

bei zertifizierten Anlagen häufig deutlich niedriger ausfallen und damit realistischere Ergebnisse anzeigen als die meisten nicht zertifizierten Anlagen.

Windgeschwindigkeit [m/s]	P <sub>Wind</sub> [W]	P <sub>Anlage</sub> [W]	c <sub>p</sub>	T1	T2
1	1	0	0,00	●	●
2	6	20	3,49	●	●
3	19	25	1,29	●	●
4	46	60	1,31	●	●
5	90	75	0,84	●	●
6	155	100	0,65	●	●
7	246	190	0,77	●	●
8	367	270	0,74	●	●
9	522	300	0,57	●	●
10	717	360	0,50	●	●
11	954	400	0,42	●	●
12	1.238	450	0,36	●	●
13	1.574	445	0,28	●	●
14	1.966	440	0,22	●	●
15	2.419	435	0,18	●	●
16	2.935	435	0,15	●	●
17	3.521	435	0,12	●	●
18	4.179	0	0,00	●	●
19	4.915	0	0,00	●	●
20	5.733	0	0,00	●	●

4. Plausibilitätskontrolle einer nicht zertifizierten Anlage

Die nachfolgende Beispielrechnung zeigt die Wirtschaftlichkeitsbetrachtung einer 3,5 kW Horizontalachsanlage. Die Berechnungen stimmen mit der DIN V 18599-9 zur energetischen Bewertung von Gebäuden überein, daher können die Ergebnisse für diese übernommen werden.

Es wird bei energum allerdings nicht auf die Durchschnittswerte (z.B. Leistungsbeiwert immer 0,2) aus der Norm zurückgegriffen, sondern mit lokalen Winddaten und Leistungskurven der Hersteller gerechnet. Dies sorgt für eine höhere Genauigkeit der Ergebnisse. Gleichzeitig werden die Ertragsprognosen in den Rechengang der Energieeinsparverordnung (EnEV) übernommen.

Beispielrechnung	
Nennleistung:	3,5 kW
mittlere Jahreswindgeschwindigkeit:	6 m/s
Laufzeit:	20 Jahre
Jahresertrag:	7.122 kWh
Investitionskosten:	20.400 €
Strombezugskosten:	0,27 €/kWh
jähr. Strompreisssteigerung	4 %
Einspeisevergütung:	6,24 ct/kWh
Eigenverbrauch:	80 %
Kalkulationszinsfuß:	3 %
Kapitalwert (Laufzeit 20 Jahre):	9.530 €
Rendite (Laufzeit 20 Jahre):	6,86 % p.a.

## Glossar:

### Antriebsläufer:

Antriebsläufer nutzen den Effekt des Auftriebs an der Blattunterseite. Die vorbei strömende Luft bildet einen Druckunterschied zwischen Ober- und Unterseite.

### Horizontalanlage:

Anlage mit einer horizontalen Drehachse des Rotors.

### Vertikalanlage:

Anlage mit einer vertikalen Drehachse des Rotors.

### Widerstandsläufer:

Widerstandsläufer nutzen die Kraft, die entsteht, wenn eine Fläche quer zum Wind steht.

## Autoren:

Torsten Heywinkel B.Eng.  
Dipl.-Wirt.-Ing. Matthias Jacobsen M.Eng.  
Dr.-Ing. Heiko Winkler

## Abbildungsverzeichnis:

### Bild 1

Horizontalachsanlage TechnoSpin Inc. "TechnoSpin's PowerSpin TSW 2000 wind turbine 2" | <http://creativecommons.org/licenses/by/2.0/>

### Bild 2

Vertikalachsanlage Anders Sandberg "Vertical axis wind turbine" | <http://creativecommons.org/licenses/by/2.0/>

Quelle: [www.flickr.com](http://www.flickr.com)

### Abbildung 3

Plausibilitätskontrolle einer zertifizierten Anlage

### Abbildung 4

Plausibilitätskontrolle einer nicht zertifizierten Anlage

Quelle: energum