



**Stichworte:** Stromerzeuger, Überregional, Stromsektor, Erneuerbare Energien



**Kurzbeschreibung:** Windkraftanlagen wandeln die in den strömenden Luftmassen enthaltene Bewegungsenergie in elektrische Energie um. Sie bestehen aus einem Mast an dem ein Rotor, der meist aus drei Rotorblättern besteht, befestigt ist. Der Rotor wandelt die kinetische Energie des Windes in eine Drehbewegung um. Über eine Welle wird dann der elektrische Generator angetrieben. Auf dem Markt herrscht außerdem ein vielfältiges Angebot an Kleinwindanlagen. Diese unterteilen sich in horizontale oder vertikale Rotoren. Vertikale Rotoren sind geräuschärmer und können auch bei turbulenten Strömungsverhältnissen eingesetzt werden. Allerdings müssen dabei Wirkungsgradinbuße in Kauf genommen werden.

	Windenergie		Windkraftanlage (Onshore)	Kleinwindanlage
Technische Parameter	Anlagentyp		Stromerzeuger	Stromerzeuger
	Anwendung		zentrale Stromerzeugung	dezentrale Stromerzeugung
	Typische Anlagengröße	[kW]	750-7600 [1]	1,5-75 [2]
	Rotorfläche	[m <sup>2</sup> ]	Ca. 5.000-11.000 (berechnet aus [3])	7-200 [2]
	Nabenhöhe	[m]	116 [3]	50 [2]
	Max. Leistungsbeiwert	[%]	59 [4]	59 [4]
	Wirkungsgrad	[%]	45-50 [3]	40 (vertikal), 50 (horizontal) [5]
	Technische Lebensdauer	[a]	20-25 [6]	20 [7]
	Verfügbarkeit		Abhängig von Ort, Tages-, Jahreszeit, Witterung, Abregelung	Abhängig von Ort, Tages-, Jahreszeit, Witterung, Abregelung
	Netzdienstleistungen		Zur Primärregelung einsetzbar [8]	Zur Primärregelung einsetzbar [8]
Volllaststunden Deutschland	[h]	2.500-3.500 [6]	100-1.200 [10]	
		1.500-2.300 (Binnenland) [9] 3.000-3.500 (Küstenbereich) [9]		
Speicherbedarf		möglich, z. B. Stromspeicher, Umwandlung in Wasserstoff	möglich, z. B. Stromspeicher, Umwandlung in Wasserstoff	
Ökonomische Bilanz	Investitionskosten (inkl. Montage)	[€/kW]	800-1.100 [6] 1.500-2000 [1]	2.500-9.000 [7]
	Betriebsgebundene Kosten	[€/kW] [ct/kWh]	ca. 15 [9] ca. 56 [1] ca. 0,9 [9]	0,5-2 % der Investitionskosten [7]
	Verbrauchsgebundene Kosten		keine	keine
CO <sub>2</sub> -Bilanz	CO <sub>2</sub> - Äquivalent (direkt und fremdbezogene Hilfsenergie)	[g/kWh]	8,877 [11]	8,877 [11]
	CO <sub>2</sub> - Äquivalent (inklusive Vorkette)	[g/kWh]	10,497 [11]	10,497 [11]
	Primärenergieträger		Windenergie	Windenergie



### Themen:

- Kooperationen (Energie- und Bürgerenergiegenossenschaften)

### Konzepte:

- Wasserstoffherzeugung im Quartier
- Quartiersbatterie-speicher

### Technologien:

- zentraler Stromspeicher
- Freiflächen-PV
- Heizkraftwerk
- Wasserkraft
- Tiefe Geothermie
- Wasserstoffmobilität
- Wasserstoffspeicher
- Energiemanagement

### Fördermöglichkeiten:

- Direktvermarktung
- Einspeisevergütung

## Literatur

- [1] *Rechl, M.*, 2018: Fraunhofer-Institut IEE Windenergie Report Deutschland 2018.
- [2] *Bundesverband Kleinwindanlagen*: Definition Kleinwindanlagen, 29.6.2021, <http://bundesverband-kleinwindanlagen.de/definition-kleinwindanlagen/>.
- [3] *Bundesverband WindEnergie e.V.*, 2015: A bis Z: Fakten zur Windenergie.
- [4] *Zahoransky, R.*, 2019: Energietechnik, Wiesbaden.
- [5] *Auswertung von Produktkatalogen*
- [6] *Reuter, A., Elsner, P.*, 2016: Windkraftanlagen. Schriftenreihe: Energiesysteme der Zukunft.
- [7] *EnergieAgentur.NRW*: Kleinwind Wirtschaftlichkeit. EnergieAgentur.NRW.
- [8] *Brauner, G.*: Energiesysteme: regenerativ und dezentral: Strategien für die Energiewende. Wiesbaden: Springer Vieweg, 2016.
- [9] *Heier, S.*: Windkraftanlagen, Wiesbaden.
- [10] *Gehling, M.*, 2019: Installierte Leistung, Stromerzeugung und Marktentwicklung von Kleinwindanlagen in Deutschland.
- [11] *Dr. Thomas Lauf, Michael Memmler, Sven Schneider*, 2019: Emissionsbilanz erneuerbarer Energieträger. Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau.