

Diffusorverstärkte Windenergieanlagen im urbanen Raum: Potenziale und Grenzen

Strompreistrückblick: September 2026

Meldungen

Berliner Stadtwerke
übernehmen Windprojekt
„Diehlo-West“

Wachsender Absatzmarkt für
PVT-Module

Offshore-WP „Oranje Wind“
Bauphase auf See gestartet

Flower startet Bau von 100-MW-
Großspeicher

Neue US-Zölle auf PV-Importe
aus Indien, Indonesien und
Laos

Statkraft und Wattmanufactur
schließen Hybrid-PPA

Globaler PV-Zubau wächst
2025 um 15 % auf 690 GW

Bauwo und Energy Partners
starten Zusammenarbeit

Windpark „Bredentin“ spült
Geld in Kassen der Gemeinden

Hybridkraftwerk „Löwenberger
Land“ steht kurz vor IBN

Ørsted-CEO übernimmt
WindEurope-Vorsitz in
Rekordjahr für Windkraft

Branche fordert
Nachbesserung bei AgNes

Diffusorverstärkte Windenergieanlagen im urbanen Raum: Potenziale und Grenzen

Die Nutzung der Windenergie ist eine der wichtigsten Formen der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energiequellen. Konventionelle Großwindenergieanlagen (GWEA) können unter geeigneten Bedingungen hohe Wirkungsgrade und Leistungen erreichen. Dabei sind sie auf eine möglichst laminare Anströmung angewiesen. Die Voraussetzung ist insbesondere im urbanen Raum häufig nicht gegeben. Gebäude, Vegetation und andere Hindernisse erzeugen eine große Oberflächenrauigkeit und erzeugen turbulente Windverhältnisse. Typische Merkmale für turbulente Strömungen sind reduzierte Windgeschwindigkeiten, häufige Richtungswechsel und Strömungsablösungen (0, 0). Hieraus ergeben sich besondere Anforderungen für den Einsatz von Windenergieanlagen (WEA) im urbanen Raum, die für konventionelle GWEA ein zu großes Ertrags- und Investitionsrisiko darstellen.

Vor diesem Hintergrund wird der Einsatz von Kleinwindenergieanlagen (KWEA) untersucht. Als KWEA werden Anlagen mit einer Nennleistung von weniger als 50 kW bezeichnet (0). Die technische Anforderung fasst die Norm IEC 61400-2 zusammen. Sie legt die Anforderungen an KWEA fest und berücksichtigt für deren Anwendungsbereich unter anderem die vom Rotorblatt überstrichene Fläche (0). KWEA werden hauptsächlich in privaten, landwirtschaftlichen, gewerblichen Bereichen sowie als gebäudeintegrierte Lösung eingesetzt (0).

Die im Vergleich zu GWEA geringere Anlagengröße von KWEA verringert den logistischen Aufwand

und trägt dadurch zu niedrigeren Baukosten bei. Allerdings stehen KWEA vor der technischen Herausforderung, auch bei geringen Windgeschwindigkeiten und turbulenten Strömungen hohe Energieerträge zu erzielen (Abbildung 1). Eine Untersuchung in vier polnischen Städten zeigte, dass regionale Windzonen aus offenem Gelände nicht zuverlässig auf bebaute Gebiete übertragen werden können (0). Eine mögliche technische Antwort auf diese Herausforderung sind diffusorverstärkte WEA, engl. Diffuser Augmented Wind Turbines (DAWT). Bei DAWT wird der Rotor in eine strömungsführende Struktur integriert. Ziel ist es, die Strömung so zu beeinflussen, dass der Massenstrom gegenüber einer konventionellen KWEA vergleichsweise laminar durch die Rotorebene strömt (0, 0).



Abbildung 1: Schematische Darstellung des Einflusses urbaner Hindernisse auf WEA unterschiedlicher Nabenhöhen (eigene, qualitative Darstellung nach (0))

Die Grundlage von KWEA

Windleistung und Rotorfläche

Die theoretisch im Wind enthaltene Leistung ergibt sich aus der folgenden Gleichung (0):

$$P_{\text{Wind}} = \frac{1}{2} \rho A v^3 \quad [1]$$

Dabei bezeichnet ρ die Luftdichte, A die durchströmte Fläche und v die Windgeschwindigkeit.

Die Windleistung steigt linear mit der durchströmten Fläche und mit der dritten Potenz

der Windgeschwindigkeit. Eine geringe Änderung der Windgeschwindigkeit hat deshalb eine große Auswirkung auf die theoretisch verfügbare Leistung (0). Sinkt die Windgeschwindigkeit bei gleicher Rotorfläche und gleicher Luftdichte von 6 m/s auf 4 m/s, stehen theoretisch nur noch rund 30 % der ursprünglichen Windleistung zur Verfügung. Zusätzlich führen Reibungs- und Leitungsverluste zu einer weiteren Reduktion des Ertrags. Daher sind die Prüfung eines geeigneten Standorts sowie der anschließende Betrieb von KWEA mit größeren Herausforderungen verbunden als bei GWEA (0, 0).

Herausforderungen von KWEA

Die kommerziell verfügbaren KWEA weisen eine große Bandbreite bei Leistung und Geometrie auf. Eine umfassende Untersuchung von mehr als 200 KWEA erfasste unter anderem Rotordurchmesser, Turmhöhe, Einschaltgeschwindigkeit, Nennleistung und Blattmaterial (0). Neben Nennleistungen zwischen 1kW (Pico-KWEA) und bis zu 50 kW (Mini-KWEA), liegen die Anlaufgeschwindigkeiten im Bereich zwischen 0,7 und 5,4 m/s und mit variierenden Turmhöhen von 1,4-49 m (0).

Anhand verschiedener Messstandorte in Koszalin, Łódź, Białystok und Gdańsk wurden die lokalen Windbedingungen für KWEA untersucht (0). Im Stadtzentrum von Łódź lag die mittlere jährliche Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe bei etwa 2,1 m/s, während an einem offenen Vergleichsstandort rund 3,2 m/s erreicht wurden. Zudem zeigten die Messungen, dass Windgeschwindigkeiten unter 3 m/s an mehreren Standorten mehr als 75 % des Messzeitraums ausmachten (0). Die Studien unterstreichen die große Herausforderung bezüglich der geeigneten Standortsuche. Die geringen Windgeschwindigkeiten gehen im urbanen Raum zusätzlich mit erhöhten Turbulenzen einher. Vor diesem Hintergrund bietet der Einsatz eines Diffusors (DAWT) die Möglichkeit, die Anströmung des Rotors gezielt zu optimieren, um den Ertrag unter den strömungsmechanisch anspruchsvollen Bedingungen des urbanen Raums zu erhöhen (0).



DAWT: Bauformen und Funktionsprinzipien

Grundidee der DAWT

Eine DAWT besteht grundsätzlich aus einem Rotor und einer zusätzlichen strömungsführenden Struktur. Diese Struktur wird als Diffusor, Shroud, Duct oder Ummantelung bezeichnet (0, 0). Im Unterschied zu einem freistehenden Rotor beeinflusst der Diffusor das Strömungsfeld über den Bereich der Rotorfläche hinaus. Der Diffusor kann dabei eine höhere Leistung ermöglichen, ohne den Rotordurchmesser im gleichen Maß vergrößern zu müssen. Die zusätzliche Struktur verändert jedoch die Druckverteilung, die Strömungsrichtung und den Nachlauf (0, 0). Die theoretisch mögliche Leistungssteigerung hängt unter anderem von der Diffusorlänge, dem Öffnungswinkel, der Einlaufkontur, der Rotorposition, der Flanschhöhe und der Druckrückgewinnung ab (0, 0). Eine ungünstige Geometrie kann Strömungsablösungen und zusätzliche Reibungsverluste verursachen, wodurch ein aerodynamischer Vorteil kleiner ausfällt als in idealisierten Berechnungen (0, 0).

DAWT ohne Flansch

Die klassische DAWT umgibt den Rotor mit einem sich stromabwärts erweiternden Diffusor (Abbildung 2). Der Rotor wird häufig im Bereich des kleinsten Querschnitts angeordnet (0, 0). Die stromabwärtige Aufweitung beeinflusst die Druckverteilung und die Nachlaufströmung. Unter geeigneten Bedingungen kann dadurch der Druck hinter dem Rotor reduziert und der Massenstrom

durch die Rotorebene erhöht werden (0, 0). Die Leistungssteigerung einer klassischen DAWT hängt stark davon ab, ob die Strömung an der Innenwand des Diffusors anliegt. Bei zu großen Öffnungswinkeln kann sie sich ablösen, wodurch Druckverluste entstehen (0, 0).

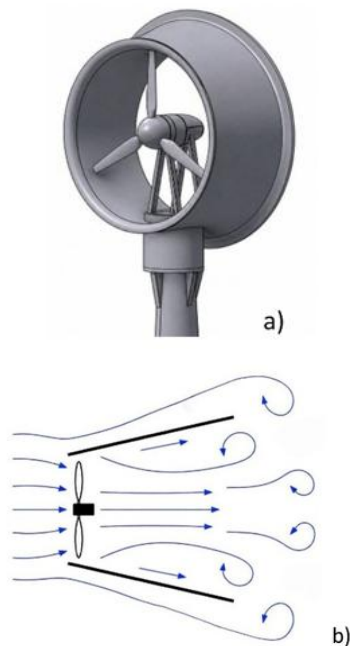


Abbildung 2: Schematische Darstellung einer DAWT ohne Flansch (a) und des Strömungsverhaltens im Diffusor (b) (eigene qualitative Darstellung nach (0, 0))

DAWT mit Flansch und Wind-Lens-Turbine

DAWT können auch mit einem ringförmigen Flansch am Diffusorausgang verbaut werden (Abbildung 3a). Dieser beeinflusst die Nachlaufströmung und kann die Druckabsenkung hinter dem Diffusor verstärken. Eine besondere Ausführung dieser Bauform ist die Wind-Lens-Turbine (WLT) (Abbildung 3c). Die im Nachlauf erzeugten Wirbel senken den statischen Druck hinter dem Diffusor und verstärken dadurch die Ansaugwirkung des Systems (0, 0). Die Druckabsenkung hinter dem Flansch erhöht den Druckunterschied zwischen Vorder- und Rückseite des Rotors. Dadurch kann der Massenstrom durch die Rotorebene im Vergleich zu einem freistehenden Rotor steigen (0). Gegenüber älteren DAWT-Konzepten mit langen Diffusoren zielen WLT-Ausführungen darauf ab, die Diffusorlänge zu reduzieren und dadurch das Gewicht sowie die Lasten zu verringern (0).

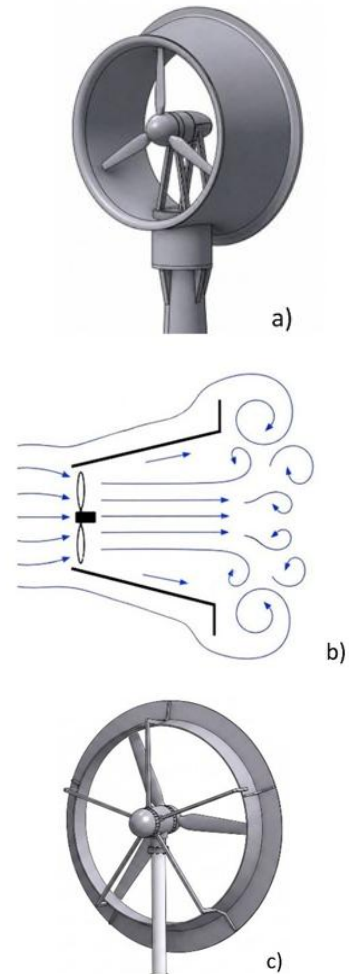


Abbildung 3: Schematische Darstellung einer DAWT mit Flansch (a) und des Strömungsverhaltens im Diffusor (b) & einer Wind-Lens-Turbine (WLT) (c) als Sonderform einer DAWT (eigene qualitative Darstellung nach (0, 0, 0))

Für die Leistungsprognose einer klassischen DAWT mit Flansch sind insbesondere der Rückdruckbeiwert des Flansches (c_{pb}) und der Druckrückgewinnungsbeiwert des Diffusors (c_{pd}) von Bedeutung (0). Der Rückdruckbeiwert beschreibt den Unterdruck, der durch den Flansch hinter dem Diffusor entsteht. Der Druckrückgewinnungsbeiwert gibt an, wie stark sich der Druck innerhalb des Diffusors wieder erhöht. Die Bedeutung dieser Beiwerte zeigt sich auch in der Leistungssteigerung gegenüber einer herkömmlichen KWEA. Studien berichten für WLT eine Leistungssteigerung um den Faktor zwei bis fünf gegenüber freistehenden Rotoren bei gleichem Rotordurchmesser und gleicher Windgeschwindigkeit (0). Zusätzlich wurde die Strömung hinter dem Rotor, insbesondere die

Wirbel an den Blattspitzen, genauer analysiert (0). Diese Untersuchungen verdeutlichen das Zusammenspiel von Rotor und Diffusor sowie die Struktur der Nachlaufströmung. In speziellen Versuchsaufbauten konnte durch eine gezielte Stabilisierung dieser Wirbel (Abbildung 3b) eine weitere, wenn auch geringe, Steigerung der Leistung erreicht werden (0). Solche Leistungssteigerungen einer DAWT gegenüber einer KWEA hängen wesentlich von der strömungsmechanischen Wirkung des Diffusors ab. Eine ausschließlich auf die Rotorfläche bezogene Leistungsbewertung bildet den Beitrag des Gesamtsystems einer DAWT daher nur eingeschränkt ab. Für eine belastbare Einordnung müssen sowohl der Rotor als auch der Diffusor und die daraus resultierende Veränderung des Strömungsfeldes berücksichtigt werden (0, 0).

Stand der Technik und Demonstrationsprojekte

Ein Schwerpunkt der aktuellen Forschung liegt auf der Optimierung der Diffusorgeometrie. Untersucht werden unter anderem die Diffusorlänge, der Öffnungswinkel, die Einlaufkontur, die Rotorposition, die Flanschhöhe, der Halsdurchmesser und die Nachlaufstruktur (0, 0). Die Parameter beeinflussen, ob die Strömung an der Innenwand anliegt oder sich ablöst (0). Sie definieren außerdem, wie stark der Druck im Nachlauf absinkt und wie groß der Massenstrom durch die Rotorebene wird (0). Deshalb ist die experimentelle Validierung numerischer Ergebnisse entscheidend. Feldversuche liefern wichtige Erkenntnisse, da Windkanalbedingungen meist gleichförmiger und kontrollierter sind als reale urbane Strömungen (0).

Yuji Ohya und Takashi Karasudani (0) berichten von sechs installierten WLT mit jeweils einer Nennleistung von 5 kW für eine Bewässerungsanlage in einem Wüstengebiet in Nordwestchina. Dabei wurden die Anlagen zu einem Netzwerk verteilter Energiequellen zusammengeschlossen und mit Batteriespeichern kombiniert, um eine möglichst stabile und

netzferne Energieversorgung der Bewässerungsanlage zu ermöglichen. Außerdem wurden drei baugleiche WLT mit einer Nabenhöhe von 15 m und einer Nennleistung von jeweils 5 kW in einem Küstenpark in Fukuoka, Japan, installiert (0). Das Forschungsprojekt diente der Untersuchung der Stromerzeugung im städtischen Küstenraum. Hohe Gebäude an der Küstenlinie verursachten Bereiche mit reduzierten Windgeschwindigkeiten, während eine nahe Flussmündung beschleunigte Strömungsbereiche aufzeigte. Für eine standortbezogene Strömungsanalyse wurde unter anderem eine großräumige Wirbel-Simulation verwendet (0). Für die genannten Feldanwendungen werden jedoch keine langfristigen Betriebsergebnisse oder gesonderten Leistungsvergleiche mit konventionellen KWEA angegeben. Somit bleibt zu beachten, dass sich viele DAWT-Konzepte trotz berichteter Leistungssteigerungen weiterhin im Forschungs-, Demonstrations- oder Prototypenstadium befinden.

Technische und wirtschaftliche Herausforderungen

Neben dem aerodynamischen Potenzial sind bei DAWT vor allem konstruktive, materialbezogene und wirtschaftliche Herausforderungen zu berücksichtigen. Der Diffusor stellt eine zusätzliche Windangriffsfläche dar. Dadurch können höhere Kräfte und Momente auf den Turm, die Lager, die Tragstruktur und das Fundament übertragen werden (0, 0). Dabei sind ein erhöhtes Strukturgewicht und höhere Windlasten als Nachteile der DAWT-Technologie zu betrachten (0). Mit zunehmender Anlagengröße nehmen der Materialbedarf und die aerodynamischen Lasten am Diffusor erheblich zu (0). Dadurch wird die Skalierung auf größere DAWT-Systeme erschwert, weil die Strömungseffekte, die Strukturbelastung, der Materialbedarf und die Kosten nicht proportional mit der Größe der Anlage steigen (0). Die Entwicklung kompakter WLT-Diffusoren soll dieses Problem teilweise entschärfen. Kurze Diffusoren können Gewicht und Windlast reduzieren, erreichen aber nicht zwingend

dieselbe aerodynamische Wirkung wie lange Diffusoren (0).

Eng damit verbunden sind die Anforderungen an die eingesetzten Materialien. Für Rotorblätter und Diffusoren werden leichte, steife und ermüdungsbeständige Materialien benötigt. Glasfaserverstärkte Werkstoffe werden unter anderem für Diffusorstrukturen verwendet (0). Auch bei kommerziellen KWEA kommen je nach Bauform Glasfaserverbundwerkstoffe, Aluminium und Kunststoffe zum Einsatz (0). Für spezielle Wind-Lens-Rotoren wurden außerdem kohlenstofffaserverstärkte Rotorblätter mit Schaumkern untersucht. Solche Leichtbaulösungen können die Masse reduzieren, führen aber zu höheren Anforderungen an die Fertigung und die Dauerhaftigkeit im Betrieb (0). Besonders faserverstärkte Verbundwerkstoffe sind am Ende ihrer Lebensdauer schwieriger zu recyceln als viele metallische Werkstoffe. Für Rotorblätter werden daher verschiedenartige Recyclingverfahren untersucht. Dabei sollen Glas- oder Kohlenstofffasern zurückgewonnen und erneut genutzt werden (Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.). Bei DAWT betrifft die Recyclingfrage nicht nur die Rotorblätter, sondern auch die zusätzliche Diffusorstruktur. Ob die zusätzliche Materialmenge den ökologischen Nutzen der Mehrerzeugung verringert, sollte jedoch durch eine eigene Lebenszyklusbewertung untersucht werden. Eine belastbare Bewertung müsste deshalb die Herstellung, den Transport, den Betrieb, den Wartungs- bzw. Reparaturaufwand und den Rückbau des gesamten Systems umfassen (0).

Wirtschaftlich ist daher nicht allein die höhere Leistung bei gleichem Rotordurchmesser entscheidend, da sich anlagenbezogene Aufwendungen auf eine vergleichsweise geringen Energieertrag verteilen können. Besonders im urbanen Raum können wechselnde Windrichtungen und Turbulenzen dazu führen, dass die Leistungskurve eines Herstellers den tatsächlichen Jahresertrag nur unzureichend abbildet (0, 0). Eine DAWT kann zwar unter

geeigneten Bedingungen aerodynamische Vorteile bieten, ihre Praxistauglichkeit hängt jedoch stark vom Standort, der Kostenstruktur und der Langzeitzuverlässigkeit ab (0, 0). Eine breite kommerzielle Marktdurchdringung wurde demnach bislang nicht erreicht. Die Übertragung von Prototypen auf DAWT mit mehrjährigen Betriebszeiten bleibt also eine zentrale offene Fragestellung.

Fazit

DAWT sind technische Speziallösungen für die Windenergienutzung im urbanen Raum, deren Nutzen nicht allein anhand der Rotorleistung beurteilt werden kann. Besonders Flansch-Diffusoren und WLT zeigen, dass ein Flansch durch Nachlaufwirbel und eine Druckabsenkung den Massenstrom durch den Rotor erhöhen kann. Für bestimmte Prototypen wurden dadurch Leistungssteigerungen um einen Faktor von zwei bis fünf gegenüber freistehenden Rotoren gleicher Größe erreicht (0). Diese Werte hängen jedoch stark von der Diffusorgeometrie, den Betriebsbedingungen und der gewählten Bezugsfläche ab (0, 0).

Für eine Anwendung im urbanen Raum ist deshalb nicht die maximale Leistungssteigerung im Windkanal entscheidend, sondern der tatsächlich erzielbare Jahresenergieertrag. Eine erhöhte Oberflächenrauigkeit durch eine Bebauung hat einen negativen Einfluss auf die mittlere Windgeschwindigkeit und verstärkt gleichzeitig Turbulenzen sowie Richtungswechsel (0, 0). Ein Diffusor kann diese Standortbedingungen positiv beeinflussen und eine laminare Anströmung des Rotors ermöglichen. Dem theoretisch aerodynamischen Vorteil stehen ein zusätzlicher Material- und Fertigungsaufwand, höhere Windlasten, ein zusätzliches Gewicht und offene Fragen zur Skalierbarkeit gegenüber (0, 0). Darüber hinaus sind die Wirtschaftlichkeit und die Langzeitzuverlässigkeit unter realen Betriebsbedingungen bislang nicht in gleichem Maße belegt wie die unter Laborbedingungen nachgewiesenen aerodynamischen Potenziale. (0). DAWT stellen keinen allgemeinen Ersatz für bestehende KWEA dar und können insbesondere

konventionelle GWEA nicht ersetzen. Ihr Potenzial liegt vielmehr in spezifischen Anwendungsfällen, insbesondere dort, wo der Rotordurchmesser begrenzt ist und durch eine gezielte Strömungsführung eine höhere Energiegewinnung erzielt werden kann. Damit können DAWT unter geeigneten Bedingungen eine Option für die Windenergienutzung im urbanen Raum darstellen. Ob dieses Potenzial an einem konkreten Standort tatsächlich genutzt werden kann, hängt jedoch maßgeblich von den lokalen Windbedingungen, der Auslegung des Gesamtsystems sowie dem realistisch erreichbaren Jahresenergieertrag ab. Eine abschließende Bewertung der Wirtschaftlichkeit und Praxistauglichkeit erfordert daher standortspezifische Messungen und eine ganzheitliche Betrachtung des Systems (0, 0).

Autor: Fabian Blau und André Kobe

QUELLEN:

- (1) KC, Anup; Whale, Jonathan; Urmee, Tania (2019). Urban wind conditions and small wind turbines in the built environment: A review. Verfügbar unter: <https://doi.org/10.1016/j.renene.2018.07.050> (abgerufen am: 25.08.2026)
- (2) Zagubień, Adam; Wolniewicz, Katarzyna (2022). Energy Efficiency of Small Wind Turbines in an Urbanized Area - Case Studies. Verfügbar unter: <https://doi.org/10.3390/en15145287> (abgerufen am: 25.08.2026)
- (3) Rosato, Antonio; Perrotta, Antonio; Maffei, Luigi (2024). Commercial Small-Scale Horizontal and Vertical Wind Turbines: A Comprehensive Review of Geometry, Materials, Costs and Performance. Verfügbar unter: <https://doi.org/10.3390/en17133125> (abgerufen am: 25.08.2026)
- (4) DKE - Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik (2015). DIN EN 61400-2 (VDE 0127-2):2015-05 Windenergieanlagen - Teil 2: Anforderungen für kleine Windenergieanlagen. Verfügbar unter: <https://www.dke.de/de/normen-standards/dokument?id=7054640&type=dke%7Cdokument> (abgerufen am: 25.08.2026)
- (5) Agha, Arouge; Chaudhry, Hassam Nasorullah; Wang, Fan (2018). Diffuser Augmented Wind Turbine (DAWT) Technologies: A Review. Verfügbar unter: <https://researchportal.hw.ac.uk/en/publications/diffuser-augmented-wind-turbine-dawt-technologies-a-review/> (abgerufen am: 25.08.2026)
- (6) Bontempo, Rodolfo; Manna, Marcello (2020). Diffuser Augmented Wind Turbines: Review and Assessment of Theoretical Models. Verfügbar unter: <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2020.115867> (abgerufen am: 25.08.2026)
- (7) Engineering ToolBox. Wind Power. Verfügbar unter: https://www.engineeringtoolbox.com/wind-power-d_1214.html (abgerufen am: 25.08.2026)
- (8) Ohya, Yuji; Karasudani, Takashi (2010). A Shrouded Wind Turbine Generating High Output Power with Wind-Lens Technology. Verfügbar unter: <https://doi.org/10.3390/en3040634> (abgerufen am: 25.08.2026)
- (9) Al-Quraishi, Balasem Abdulameer Jabbar; Asmuin, Nor Zelawati Binti; Mohd, Sofian Bin; Abd al-wahid, Wisam A.; Mohammed, Akmal Nizam; Didane, Djamal Hissein (2019). Review on Diffuser Augmented Wind Turbine (DAWT). Verfügbar unter: <https://doi.org/10.30880/ijie.2019.11.01.021> (abgerufen am: 25.08.2026)
- (10) Watanabe, Koichi; Ohya, Yuji (2021). A Simple Theory and Performance Prediction for a Shrouded Wind Turbine with a Brimmed Diffuser. Verfügbar unter: <https://doi.org/10.3390/en14123661> (abgerufen am: 25.08.2026)
- (11) Takahashi, Shinsuke; Hata, Yuta; Ohya, Yuji; Karasudani, Takashi; Uchida, Takanori (2012). Behavior of the Blade Tip Vortices of a Wind Turbine Equipped with a Brimmed-Diffuser Shroud. Verfügbar unter: <https://doi.org/10.3390/en5125229> (abgerufen am: 25.08.2026)
- (12) Watanabe, Koichi; Ohya, Yuji; Uchida, Takanori (2019). Power Output Enhancement of a Ducted Wind Turbine by Stabilizing Vortices around the Duct. Verfügbar unter: <https://doi.org/10.3390/en12163171> (abgerufen am: 25.08.2026)

Strompreisrückblick

09/2026

Die gesamte Energieproduktion durch Windenergieanlagen im September 2026 entsprach 11,44 TWh. Die Produktion lag unter dem Wert von September 2025 (-0,68 TWh bzw. -5,61 %). Die erzeugte Leistung aus Wind ist im Vergleich zum Vormonat gestiegen. Der Unterschied liegt bei 24,65 % bzw. 2,26 TWh. Die Einspeisung aus PV-Anlagen lag bei 8,57 TWh. Damit war sie über dem Vorjahreswert (38,93 % bzw. 2,40 TWh), aber unter dem Niveau des Vormonats August (-2,28 % bzw. -21,02 TWh). Zusammen speisten Wind und Sonne 20,00 TWh grünen Strom ein, was einen Monatsanteil am bisherigen Jahresertrag von 11,59 % ausmacht.

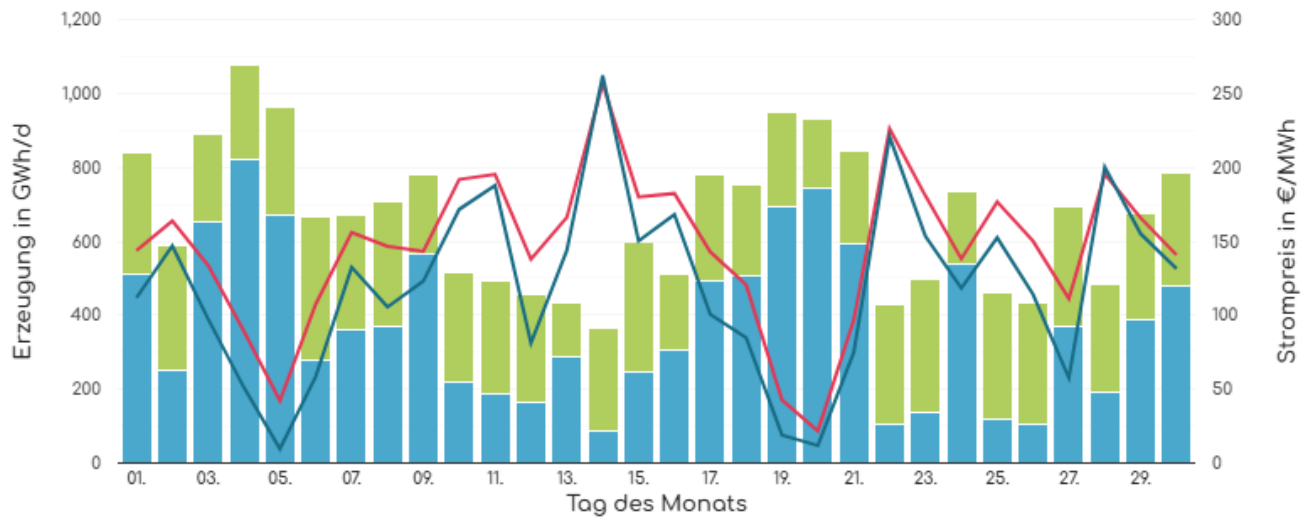
Das Maximum der Gesamtproduktion (1,08 TWh) wurde am Freitag, den 04.09., und das Minimum

(364 GWh) am Montag, den 14.09. erreicht. Das Maximum von Wind (821 GWh) sowie das Minimum (80 GWh) fielen jeweils auf den gleichen Tag wie das Maximum und Minimum der Gesamtproduktion. Das Maximum von PV (390 GWh) fiel auf Sonntag, den 06.09. und das Minimum der PV-Produktion lag bei 145 GWh und viel auf Sonntag, den 13.09.. Prozentual gesehen speiste Wind mehr ein als PV mit 57,18 %.

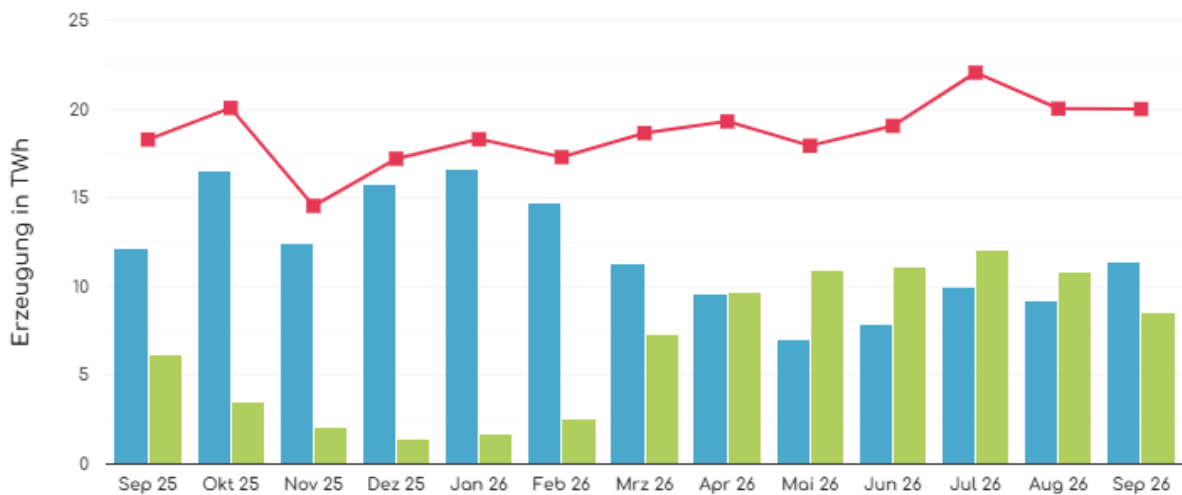
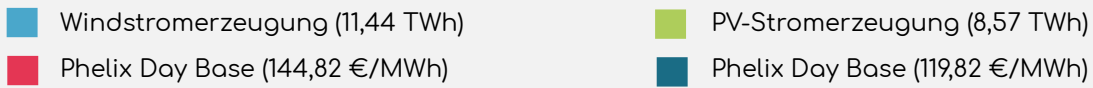
Im September 2026 traten keine negativen Strompreise auf Tagesbasis auf. Die Minima waren für den Phelix Day Base am Sonntag, 20.09. mit 21,75 €/MWh und für den Phelix Day Peak am Samstag, den 05.09. mit 9,65 €/MWh. Die Maxima des Phelix Day Base und Phelix Day Peak fielen beide auf Montag, den 14.09. mit 256,55 €/MWh im Base und 262,01 €/MWh im Peak. Die Monatsmittelwerte lagen bei 144,82 €/MWh im Base sowie 119,82 €/MWh im Peak.

Markt und Preis	Day Ahead – Phelix Day Basis	Intraday – stündlich, kontinuierlich
Monatsmittel	144,82 €/MWh	145,53 €/MWh
Maximum	256,55 €/MWh	831,82 €/MWh
Minimum	21,75 €/MWh	-16,01 €/MWh

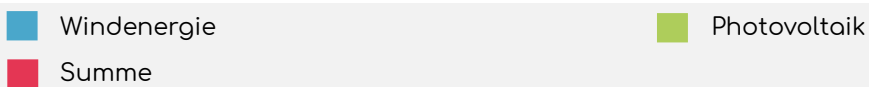
Quelle: https://energy-charts.info/charts/price_spot_market/chart.tm?l=de&c=DE&year=2022&interval=month&month=12&zoom=minus



Quelle: EPEX, SPOT, 50Hertz, Amprion, TenneT TSO, TransnetBW



Quelle: EPEX, SPOT, 50Hertz, Amprion, TenneT TSO, TransnetBW



Meldungen

Statkraft und Wattmanufactur schließen Hybrid-PPA

Statkraft und Wattmanufactur haben einen siebenjährigen Stromabnahmevertrag für ein kombiniertes PV-Speicher-Projekt in Rümpel in Schleswig-Holstein geschlossen. Der PV-Park mit 20 MW Leistung befindet sich derzeit im Bau und soll bis November in Betrieb gehen. Ergänzt wird die Anlage durch einen Batteriespeicher mit 10 MW Leistung und 20 MWh Kapazität, der ebenfalls noch 2026 in Betrieb genommen werden soll. Statkraft übernimmt künftig sowohl die Vermarktung des PV-Stroms als auch die Planung und Steuerung des Speichereinsatzes am Strommarkt. Der Hybrid-PPA läuft von 2027 bis einschließlich 2033 und umfasst ein Vermarktungsvolumen von rund 150 GWh. Statkraft nimmt den Strom aus PV-Anlage und Speicher zu einem Festpreis ab und trägt dabei das Vermarktungsrisiko – auch bei negativen Strompreisen.

Wachsender Absatzmarkt für PVT-Module

Der Markt für Photovoltaik-Thermie-Module (PVT) verzeichnet in Deutschland ein dynamisches Wachstum und hat sich zwischen 2020 und 2025 mehr als vervierfacht. Im Jahr 2025 stieg der Absatz auf rund 25.300 m² Kollektorfläche, was einem Zuwachs von 13 % gegenüber dem Vorjahr entspricht. PVT-Module kombinieren Stromerzeugung und Wärmegewinnung in einem System und werden insbesondere als Wärmequelle für Wärmepumpen eingesetzt, wodurch die Gesamteffizienz von Gebäudetechnik erhöht werden kann. Zusätzlich eröffnen sie Potenziale für Gebäudekühlung sowie die Kombination mit Geothermie- oder Eisspeichersystemen. Der deutsche Markt wird derzeit vor allem von

unabgedeckten PVT-Kollektoren in Verbindung mit Sole-Wärmepumpen geprägt.

Branche fordert Nachbesserung bei AgNes

Die Bundesnetzagentur hat rund 1.000 Stellungnahmen zur geplanten Netzentgeltreform (AgNes) erhalten. Branchenverbände kritisieren insbesondere Einspeiseentgelte und den geplanten Prosumeraufschlag, da sie Investitionen in Erneuerbare Energien, Speicher und Flexibilitätsoptionen erschweren könnten. Zudem werden Nachteile für gemeinschaftliche Versorgungsmodelle und eine unzureichende Berücksichtigung der tatsächlichen Netznutzung bemängelt. Verbände fordern eine bessere Abstimmung mit weiteren energiepolitischen Reformen, um zusätzliche Belastungen und Fehlanreize zu vermeiden. Darüber hinaus fehlen aus Sicht der Branche wichtige Konkretisierungen zu Preisbildung, Marktprozessen und Umsetzung.

Flower startet Bau von 100-MW-Großspeicher

Das schwedische Energieunternehmen Flower hat in Hamburg den Bau eines Batteriespeichers mit 100 MW Leistung und 400 MWh Kapazität begonnen. Die Anlage soll ab Ende 2028 verfügbar sein und Strom über bis zu vier Std. bereitstellen können. Ziel ist es, überschüssige Energie aus Zeiten hoher Erzeugung zwischenspeichern und bei steigender Nachfrage wieder ins Netz einzuspeisen. Der Speicher soll damit die Integration von Wind- und PV-Strom unterstützen und zur Stabilisierung des Stromsystems beitragen. Für die Vermarktung der Speicherflexibilität arbeitet Flower mit dem Energiekonzern Engie zusammen. Das Projekt ist das bislang größte selbst entwickelte Batteriespeichervorhaben des Unternehmens und Teil eines deutschen Speicherportfolios von inzwischen mehr als 300 MW.

Bauwo und Energy Partners starten Zusammenarbeit

Bauwo Invest und Energy Partners haben ihre Zusammenarbeit mit einem Energieinfrastrukturprojekt an einem Logistikstandort in Rheinau gestartet. Geplant ist eine PV-Anlage mit rund vier MW-Leistung, deren Bau bereits im August begonnen hat. Ergänzt wird die Anlage durch einen Batteriespeicher mit 2,5 MW Leistung und fünf MWh Kapazität. Dieser soll den erzeugten PV-Strom zwischenspeichern und bei Bedarf am Standort bereitstellen. Zusätzlich entstehen vier Schnelllader mit insgesamt acht Ladepunkten und zwei MW Gesamtleistung für Elektro-Lkw. Ein Energiemanagementsystem soll PV-Anlage, Speicher und Ladeinfrastruktur miteinander verknüpfen und die Energieflüsse optimieren. Ein Teil des Stroms wird über ein On-Site-PPA direkt an den künftigen Nutzer des Logistikstandorts verkauft. Die Unternehmen planen, ihre Zusammenarbeit weiter auszubauen.

Hybridkraftwerk „Löwenberger Land“ steht kurz vor IBN

Nach rund vier Jahren Planung und Bau steht das Hybridkraftwerk Löwenberger Land kurz vor der IBN. Auf einer Fläche von 54 ha wurde eine PV-Leistung von insgesamt 69 MW installiert. Ergänzt wird die Anlage durch einen Batteriespeicher aus 17 Batteriecontainern mit einer Gesamtkapazität von 76,5 MWh. Der Bau des Hybridkraftwerks wurde durch die MHB Montage GmbH umgesetzt. Betreiber ist die Solarpark Löwenberger Land Betriebs-GmbH & Co. KG. Die technische Freigabe für die Einspeisung in das Stromnetz erfolgte bereits Mitte August 2026. Noch offen ist, ob der Batteriespeicher künftig auch Strom aus dem öffentlichen Netz aufnehmen und damit als Graustromspeicher eingesetzt werden darf. Bislang liegt seitens des Netzbetreibers lediglich eine Freigabe für die Speicherung von erneuerbarem Strom vor.

Berliner Stadtwerke übernehmen Windprojekt „Diehlo-West“

Die Berliner Stadtwerke bauen ihre Windstromerzeugung in Brandenburg weiter aus und haben das Windprojekt „Diehlo-West“ bei Eisenhüttenstadt von JUWI übernommen. Das bereits genehmigte und im Bau befindliche Projekt umfasst zwei WEA des Typs Vestas V150 mit einer Gesamtleistung von 12 MW. Nach der geplanten IBN im dritten Quartal 2027 sollen jährlich genug Strom für über 10.000 Haushalte erzeugt werden. Mit dem Zukauf verfolgen die Stadtwerke ihre Strategie, PV-Energie in Berlin durch Windkraftprojekte im Umland zu ergänzen. Die eigene Erzeugungsleistung steigt damit auf 178,5 MW. Das Projekt befindet sich bereits in der Umsetzung und wird nun von den Berliner Stadtwerken bis zur Fertigstellung weitergeführt.



Windpark „Bredentin“ spült Geld in Kassen der Gemeinden

Die wpd AG hat den Windpark „Bredentin“ in Mecklenburg-Vorpommern offiziell eingeweiht. Die fünf WEA verfügen zusammen über eine Leistung von mehr als 29 MW und können rechnerisch bis zu 22.500 Haushalte mit klimafreundlichem Strom versorgen. Neben der Stromerzeugung profitieren auch die umliegenden Gemeinden von dem Projekt. Über das Bürger- und Gemeindebeteiligungsgesetz stellt wpd jährlich 9.000 Euro pro Anlage für ortsansässige Vereine

bereit. Insgesamt fließen damit 45.000 Euro pro Jahr unter anderem in Jugendangebote, Sport und Kultur. Zusätzlich erhalten die Gemeinden im Umkreis von 2,5 Km über das Erneuerbare-Energien-Gesetz voraussichtlich rund 142.000 Euro jährlich.

Offshore-WP „Oranje Wind“ Bauphase auf See gestartet

Für den gemeinsamen WP von RWE und TotalEnergies „Oranje Wind“ hat die Bauphase auf See begonnen. Der WP soll mit 53 WEA des Typs Vestas V236 eine Gesamtleistung von 795 MW erreichen. Die vollständige IBN ist für Anfang 2028 geplant. Besonderheit des Projekts ist die enge Verknüpfung von Offshore-Windenergie mit Speicher-, Wasserstoff- und Flexibilitätslösungen. Beide Partner bringen dafür eigene Projekte zur Systemintegration ein, darunter Batteriespeicher, Elektrolyseure zur Produktion von grünem Wasserstoff sowie flexible Stromverbraucher. Mit dem Hybridansatz soll die Integration Erneuerbarer Energien in das Energiesystem verbessert werden. Nach Fertigstellung kann „Oranje Wind“ rechnerisch rund eine Mio. niederländische Haushalte mit Strom versorgen.

Ørsted-CEO übernimmt WindEurope-Vorsitz in Rekordjahr für Windkraft

Rasmus Errobo, Vorstandsvorsitzender von Ørsted, übernimmt für 18 Monate den Vorsitz von WindEurope. Sein Amtsantritt fällt in eine Phase starken Wachstums: für 2026 erwartet der Verband einen europäischen Rekordzubau von ca. 24 GW Windenergieleistung. Im ersten Halbjahr wurden bereits 8,8 GW installiert, davon 3,4 GW in Deutschland. Langfristig sieht WindEurope das Ausbautempo jedoch als zu gering an, um die EU-Ziele bis 2030 zu erreichen. Die installierte Windkraftleistung in der EU könnte bis dahin auf ca. 342 GW steigen und damit unter dem angestrebten Niveau bleiben.

Neue US-Zölle auf PV-Importe aus Indien, Indonesien und Laos

Das US-Handelsministerium hat endgültige Anti-Dumping- und Ausgleichszölle auf PV-Zellen und -module aus Indien, Indonesien und Laos festgelegt. Je nach Herkunftsland und Hersteller liegen die kombinierten Zollsätze teils sehr hoch und können für bestimmte Importe aus Indien bis zu 234 %, aus Indonesien bis zu 178 % und aus Laos bis zu 103 % erreichen. Die neuen Zölle kommen zusätzlich zu bereits bestehenden US-Handelsmaßnahmen und sollen laut US-Behörden gegen unfaire Preisgestaltung und staatliche Subventionen vorgehen. Endgültig wirksam werden die Maßnahmen jedoch erst nach dem noch ausstehenden Votum der US International Trade Commission am 14. Oktober 2026. Bei einer positiven Entscheidung sollen die Zölle ab November erhoben werden.

Globaler PV-Zubau wächst 2025 um 15 % auf 690 GW

Der weltweite PV-Zubau ist 2025 laut IEA-PVPS um 15 % auf rund 690GW gestiegen, wobei sich das Wachstum gegenüber den beiden Vorjahren etwas verlangsamte. China blieb mit 415GW und einem Anteil von rund 60 % am globalen Zubau mit großem Abstand der wichtigste Markt. Dahinter folgten Indien, die USA, Deutschland und Pakistan, während die EU insgesamt 68GW neu installierte und damit nur um fünf % zulegte. Gleichzeitig verfügte die PV-Industrie über deutlich mehr Produktionskapazitäten als tatsächlich benötigt wurden. Technologisch dominierten N-Type-Zellen mit einem Anteil von etwa 82 %. Ende 2025 waren weltweit insgesamt rund 2,96TW PV installiert, während die Branche nach Angaben des IEA-PVPS rund 8,2 Mio. Menschen beschäftigte.

Ausschreibungsergebnisse & Zinssätze

Ergebnisse der letzten Ausschreibungen in Deutschland

Energieträger	Wind	PV Freiflächen
Gebotstermin	01/08/2026	01/07/2026
Gebotsvolumen	2,52 GW	2,13 GW
Zulässiger Höchstwert	7,25 ct/kWh	5,90 ct/kWh
Höchster Zuschlagswert	4,98 ct/kWh	4,97 ct/kWh
Niedrigster Zuschlagswert	4,49 ct/kWh	4,38 ct/kWh
Mengengewichteter Durchschnitt	4,79 ct/kWh	4,76 ct/kWh

Quelle Wind: https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Fachthemen/ElektrizitaetundGas/Ausschreibungen/Wind_Onshore/BeendeteAusschreibungen/start.html
Quelle PV Freiflächen: <https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Fachthemen/ElektrizitaetundGas/Ausschreibungen/Solaranlagen1/BeendeteAusschreibungen/start.html>

Zinssätze für Langzeitdarlehen für Windparks mit Preisklasse B

Darlehenskonditionen	Zinssatz	Gültig ab
Laufzeit: 10 Jahre; Tilgungsfrei: 2 Jahre; Zinsbindung: 10 Jahre	5,11 %	09/10/2026
Laufzeit: 15 Jahre; Tilgungsfrei: 3 Jahre; Zinsbindung: 15 Jahre	5,21 %	09/10/2026
Laufzeit: 20 Jahre; Tilgungsfrei: 3 Jahre; Zinsbindung: 10 Jahre	4,98 %	09/10/2026

Quelle: <https://www.kfw-formularsammlung.de/Konditionenanzeiger/Net/Konditionen-Anzeiger>

Darlehenskonditionen	Zinssatz	Gültig ab
Laufzeit: 10 Jahre; Tilgungsfrei: 2 Jahre; Zinsbindung: 10 Jahre	4,70 %	06/10/2026
Laufzeit: 15 Jahre; Tilgungsfrei: 3 Jahre; Zinsbindung: 15 Jahre	4,80 %	06/10/2026
Laufzeit: 20 Jahre; Tilgungsfrei: 2 Jahre; Zinsbindung: 10 Jahre	4,80 %	06/10/2026

Quelle: <https://www.rentenbank.de/foerderangebote/konditionen>



Impressum

4initia GmbH
Reinhardtstraße 29
DE-10117 Berlin

Tel.: +49 30 27 87 807-0
Fax: +49 30 27 87 807-50
E-Mail: info@4initia.de

www.4initia.de

Verantwortlich für diesen Newsletter gemäß
§ 5 DDG, § 18 MStV:
Torsten Musick

Redaktionsschluss: 09.10.2026