



FACHAGENTUR
WINDENERGIE AN LAND

Überblick Windenergieanlagen in Deutschland und aktueller Stand der Technik von Windenergieanlagen

Bürgerinformationsveranstaltung des Regionalverbandes Ostwürttemberg

Jürgen Quentin

Ellwangen, 6. Mai 2024

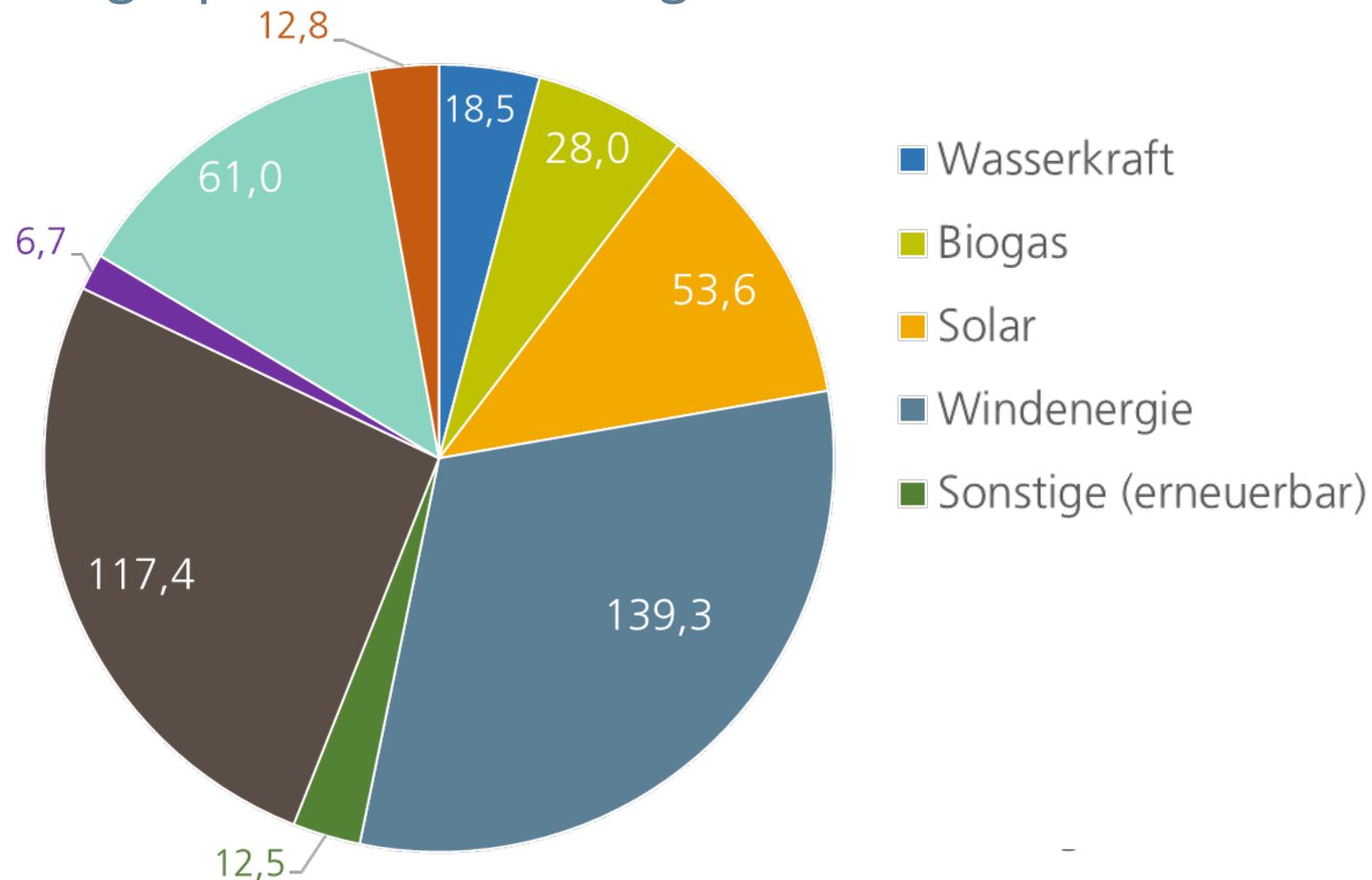
Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages



Im Inland produzierte und eingespeiste Strommengen im Jahr 2023



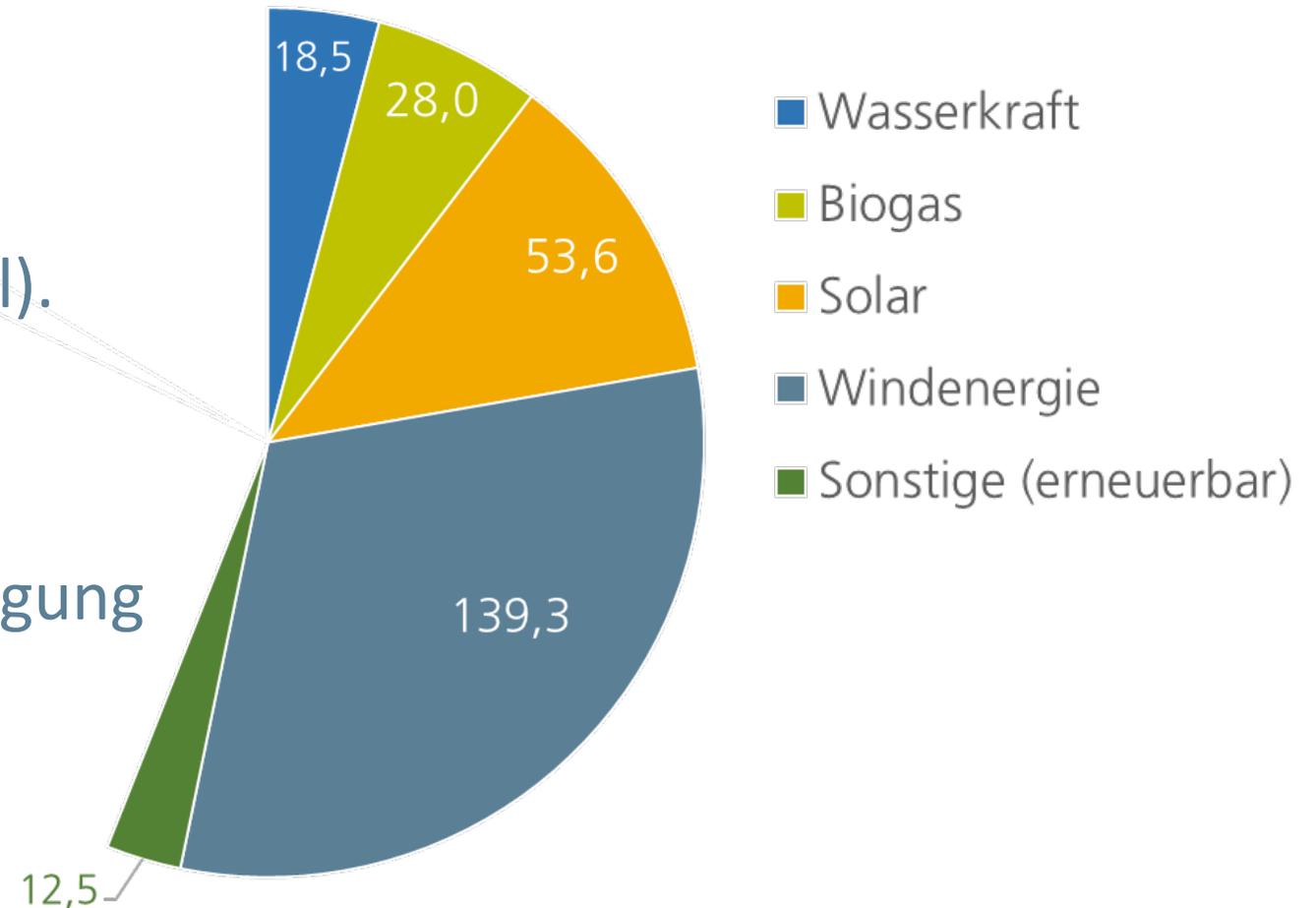
Daten: Statistisches Bundesamt (Pressemitteilung Nr. 087 vom 7.3.2024); Angaben in Milliarden Kilowattstunden; Grafik: FA Wind



Im Inland produzierte und eingespeiste Strommengen im Jahr 2023

56% des eingespeisten Stroms stammte 2023 aus **erneuerbaren Energiequellen** (2022: 46% Anteil).

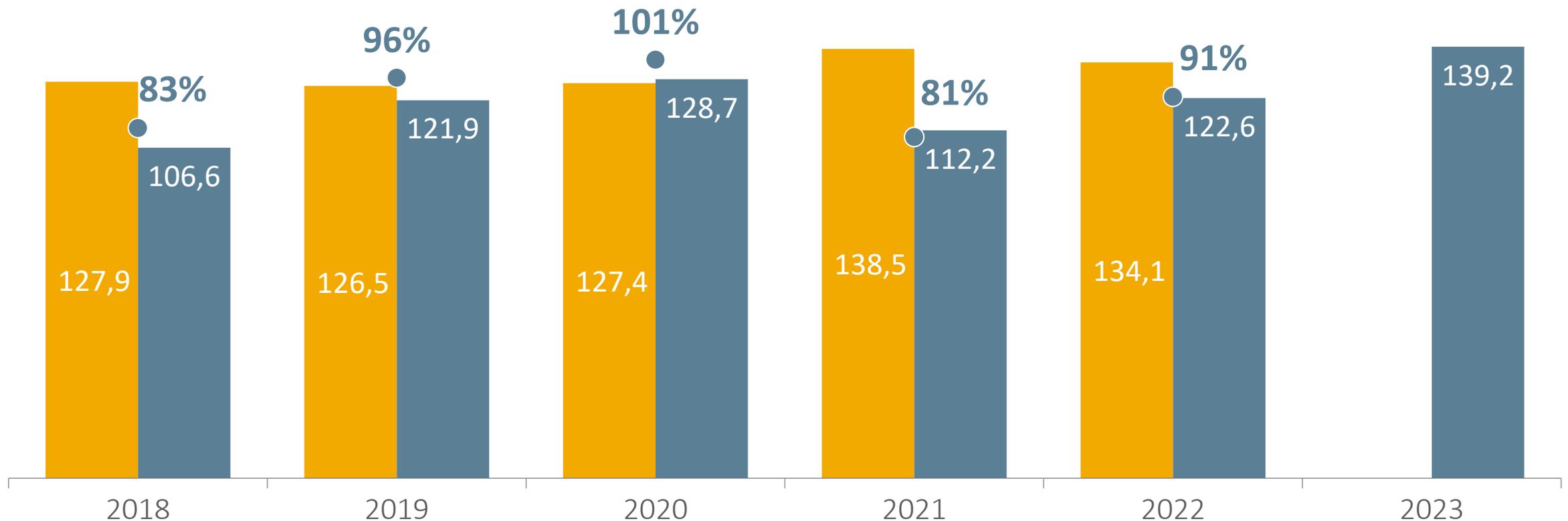
Die **Windenergie** war mit einem Anteil von 31% **der wichtigste Energieträger** für die Stromerzeugung in Deutschland!





Eingespeiste Windstrommengen vs. Stromverbrauch in Privathaushalten

■ Stromverbrauch Privathaushalte ■ Windstromeinspeisung ● Verbrauchsdeckung (bilanziell)

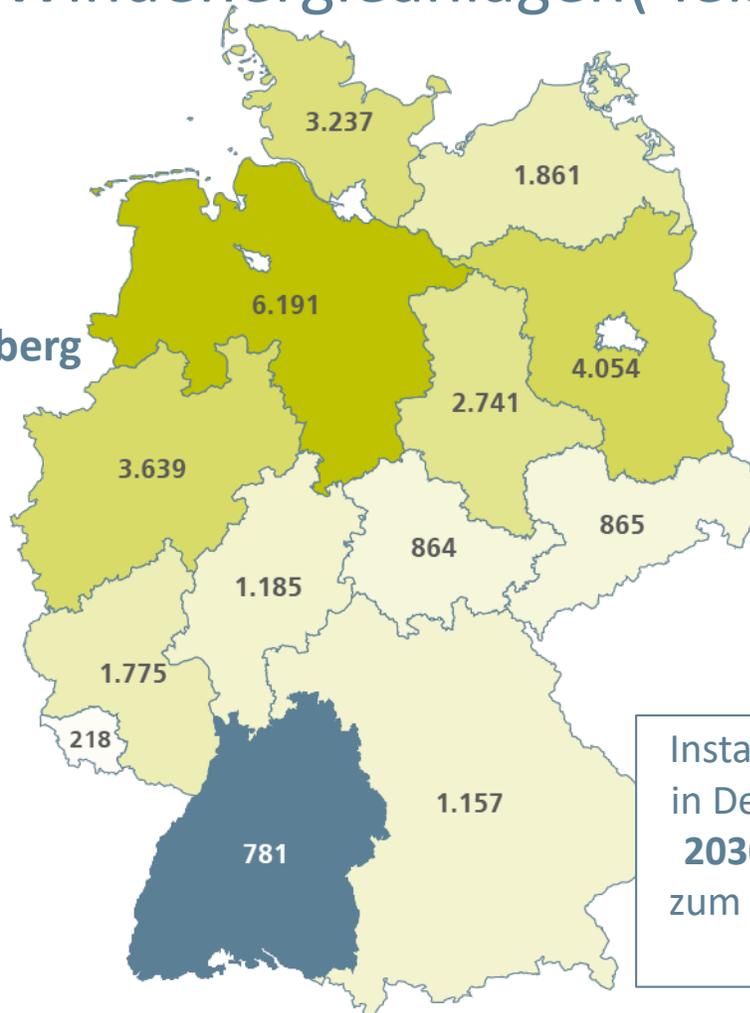


Daten: Statistisches Bundesamt; Angaben in Milliarden Kilowattstunden; Berechnungen & Grafik: FA Wind

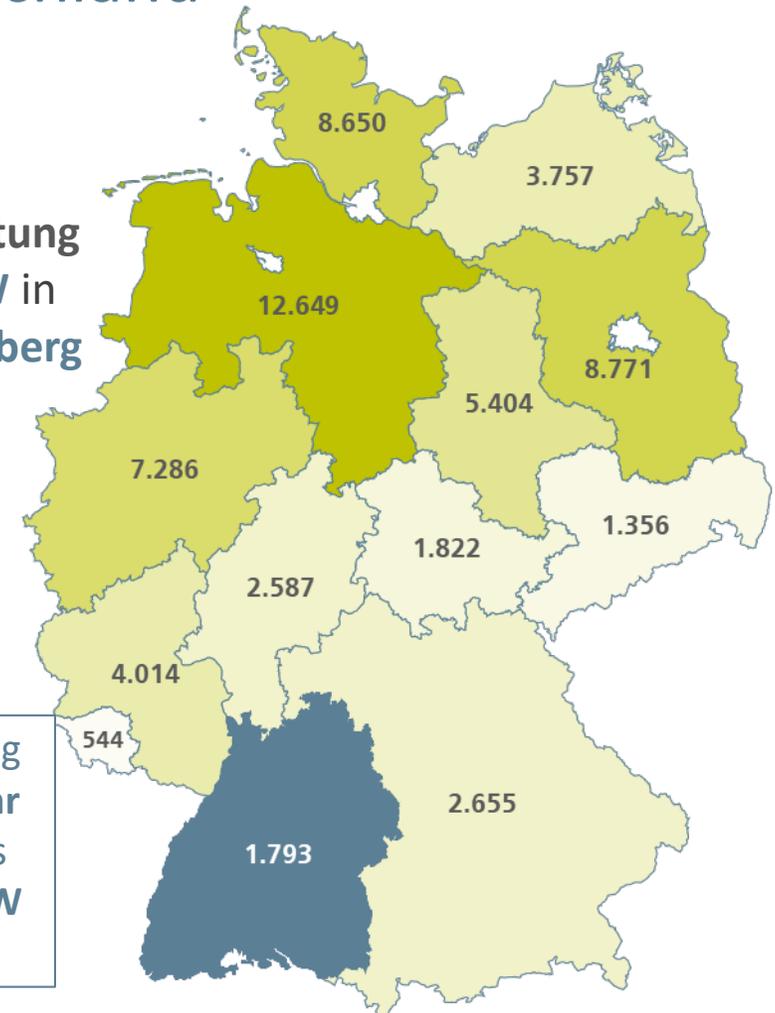


Installierte Windenergieanlagen(-leistung) in Deutschland

28.730 Anlagen
davon 781 in
Baden-Württemberg
(= 3%)



61.640 MW Leistung
davon 1.793 MW in
Baden-Württemberg
(= 3%)



Installierte Windenergieleistung
in Deutschland soll bis zum Jahr
2030 auf **115.000 MW** und bis
zum Jahr **2040** auf **160.000 MW**
steigen (§ 4 EEG)

Daten: MaStR (Stand 30.4.2024); Auswertung & Karte FA Wind auf Basis © GeoNames, Microsoft, TomTom



Über 90 Prozent des onshore Windenergiemarkts in Deutschland dominieren vier Anlagenhersteller

Vestas

ENERCON
ENERGIE FÜR DIE WELT

NORDEX



Heute gängige Anlagenmodelle:

V150-6.0 | V162-6.2 | V172-7.2

E-138 | E-160 | E-175

N149/5700 | N163/6800

GE 5.5-158 | GE 6.0-164

Herstellerkürzel | Rotor-Ø | Generatorleistung



Weitere Anlagenhersteller im derzeitigen onshore Windenergiemarkt in Deutschland

Heute gängige Anlagenmodelle:

SIEMENS Gamesa
RENEWABLE ENERGY

SG 6.6-155 | SG 6.6-170

 **VENSYS**

VE-136 | VE-170

**E.N.O. ENERGY**

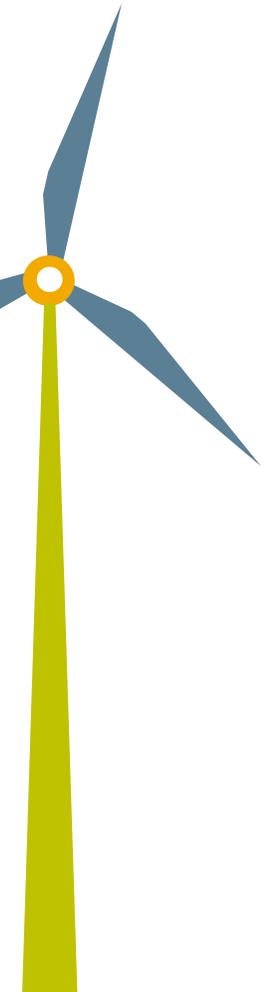
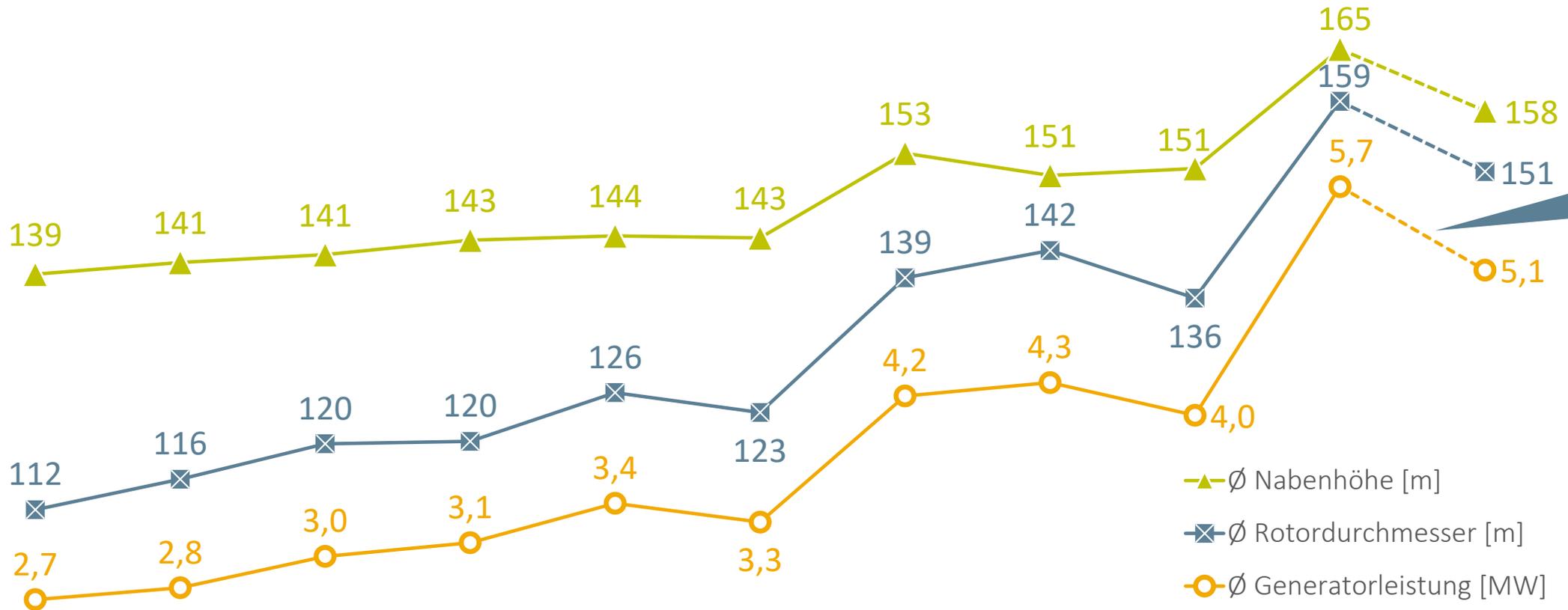
eno152 | eno160



Gebietszuschnitt der Südregion gemäß EEG



Technische Spezifika neuer Windenergieanlagen in der Südregion



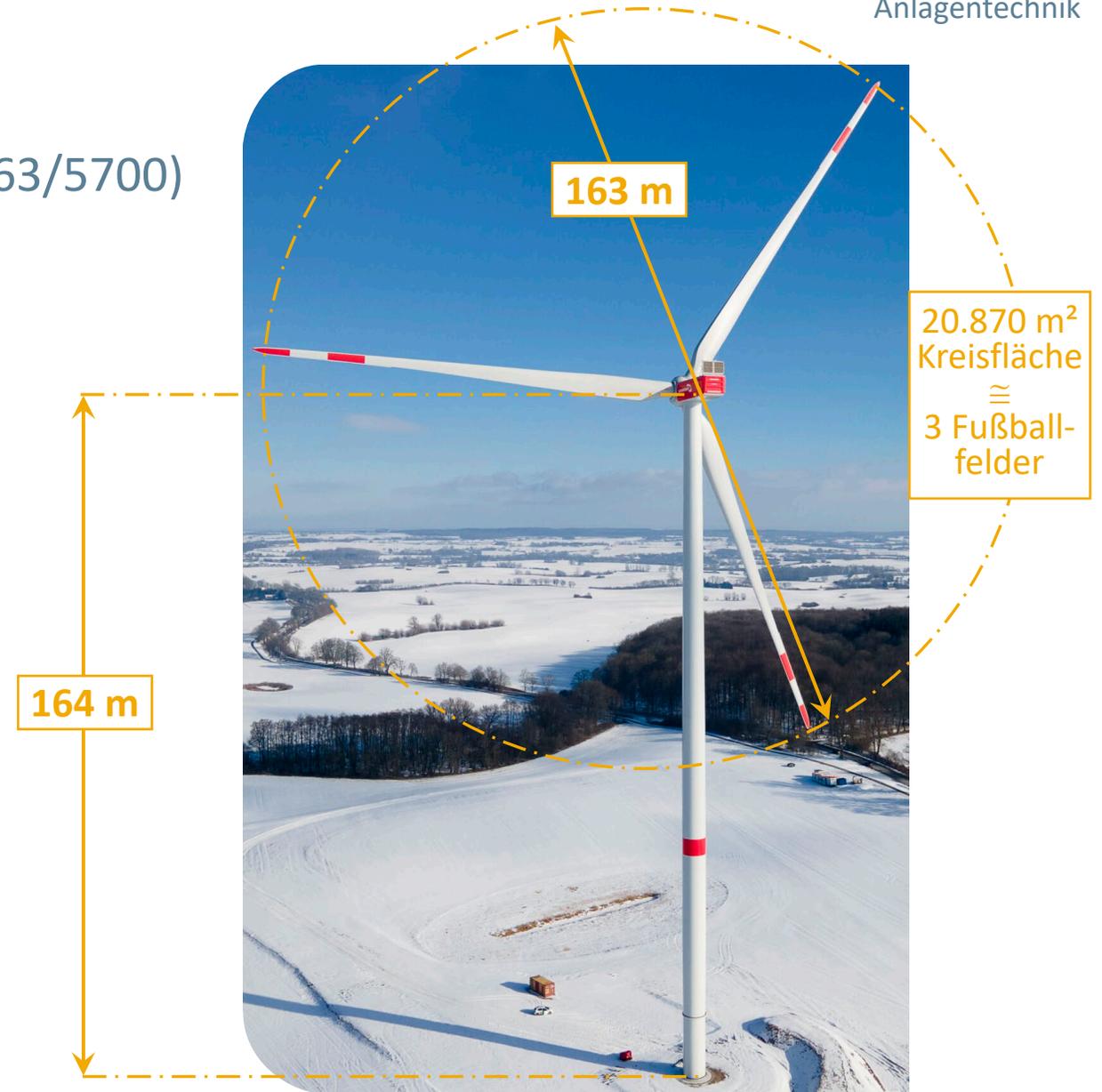
2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	Q1/2024	genehmigt
(n=251)	(n=264)	(n=305)	(n=131)	(n=49)	(n=45)	(n=44)	(n=32)	(n=55)	(n=12)	(n=307)

Daten: MaStR, UVP-Portal (Stand 30.4.2024); Auswertung & Grafik: FA Wind; Angaben in Metern bzw. Megawatt



Anlagendimensionen (Beispiel: Nordex N163/5700)

- Jährliche Stromerzeugung einer solchen Anlage an einem typischen Standort in der Südregion: **13 bis 16 Mio. Kilowattstunden (kWh)**
Das **entspricht** dem jährlichen **Strombedarf** von 3.500 bis 4.500 Privathaushalten bzw. 10.500 bis 13.500 Personen
- Bei Nutzung der finanziellen Beteiligungsoption für Kommunen gemäß § 6 EEG (bis 0,2 ct/kWh) **jährliche Einnahmen von 26.000 bis 32.000 €** ohne wirtschaftliches Risiko

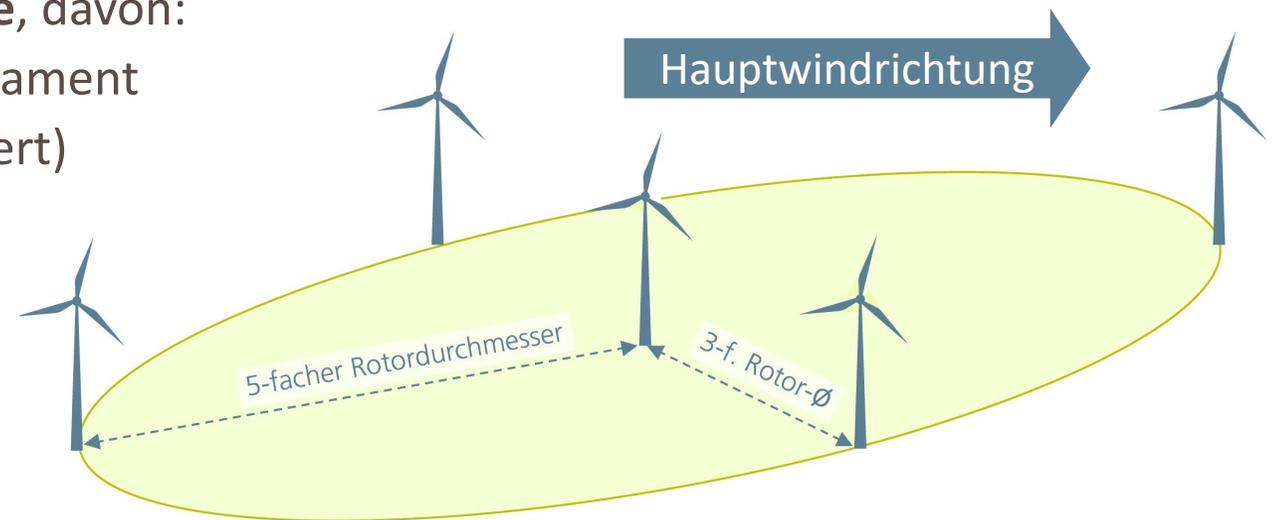


Flächenbedarf

- **Turbulenz-Abstände** zu anderen Anlagen im Windpark:
3-facher Rotordurchmesser in Nebenwindrichtung
5-facher Rotordurchmesser in Hauptwindrichtung

Neueste Anlagengeneration (150 bis 165 m Rotor-Ø)
erfordert ca. **20 bis 25 Hektar Fläche pro Anlage**, davon:

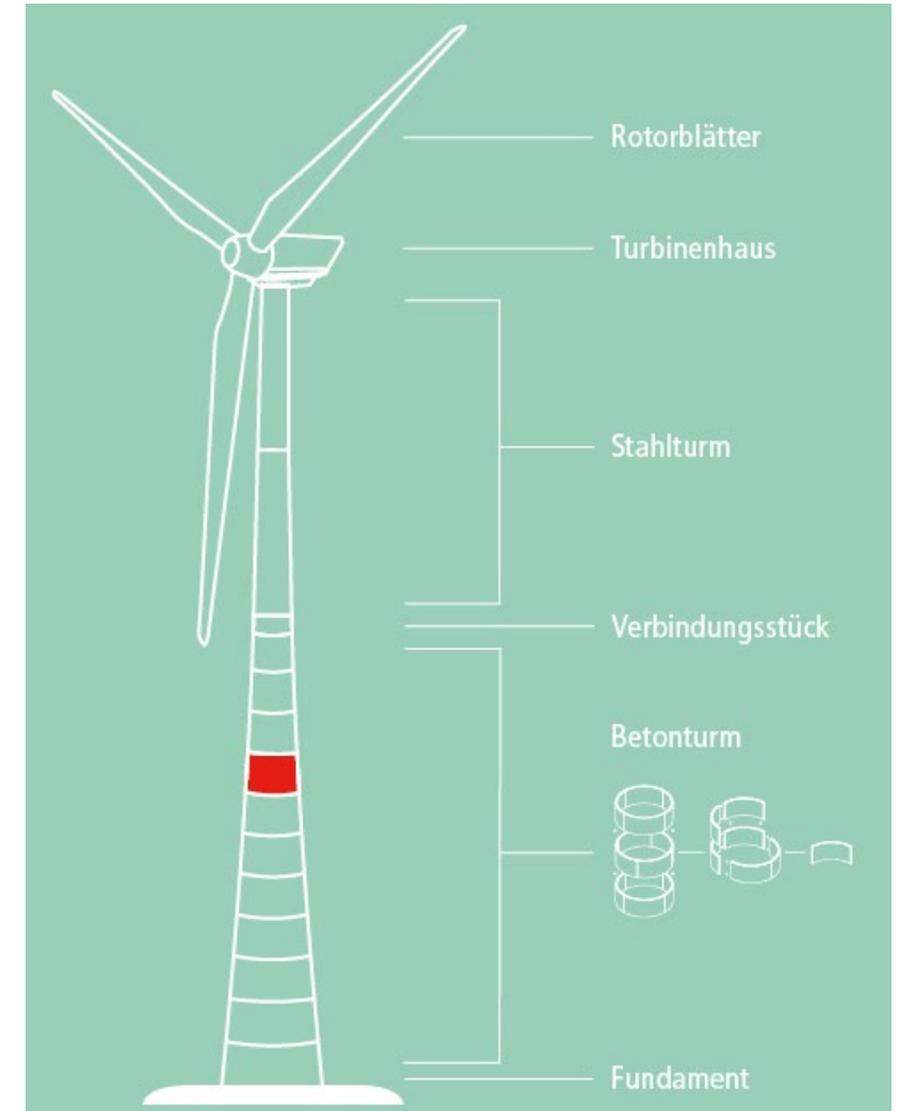
- ca. **500 bis 600 m² vollversiegelt** für Turmfundament
- ca. **3.000 bis 4.000 m² teilversiegelt** (geschottert)
für Kranstellfläche und Zuwegung
- die allermeiste Fläche kann – anders als bei Freiflächen-PV – uneingeschränkt land- oder forstwirtschaftlich genutzt werden





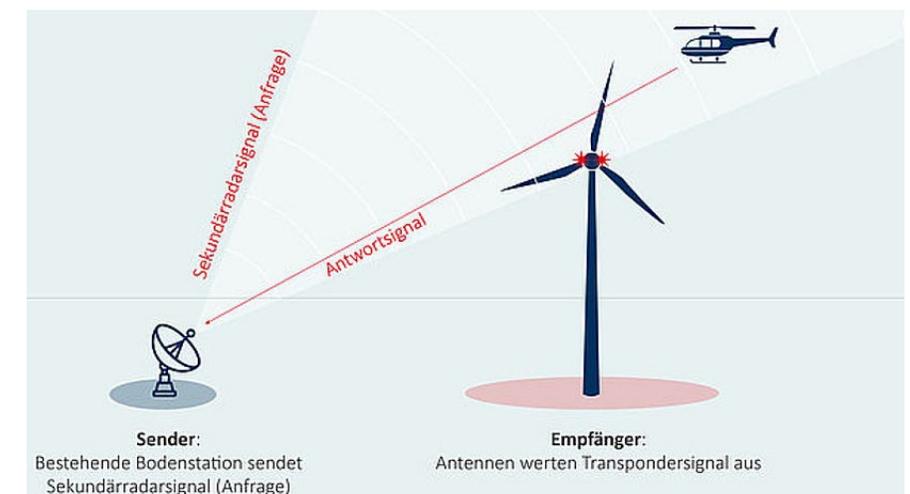
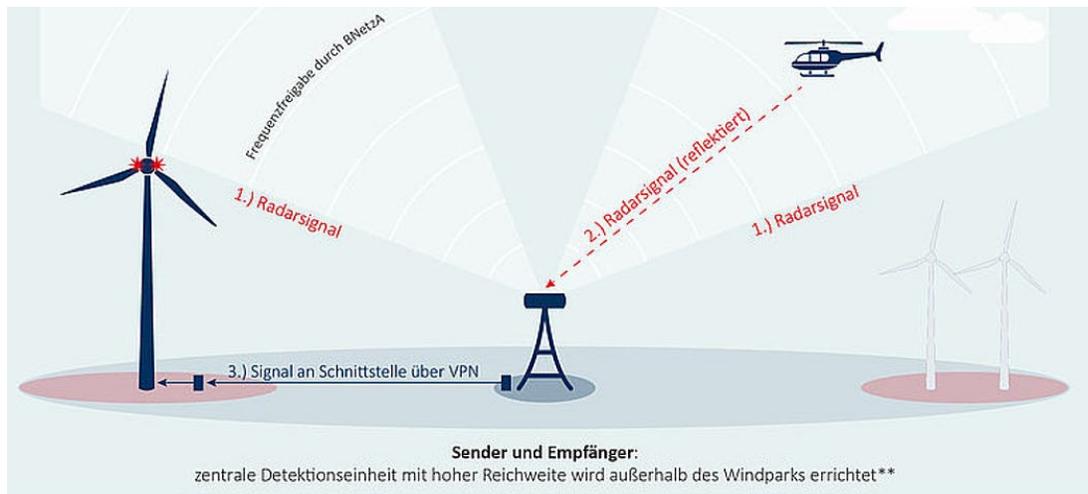
Stand der Technik – Hybridtürme

- Oberer Teil bestehend aus **Stahlröhren**
- Unterer Teil bestehend aus **Beton-Halb-, Drittel-, oder Viertelschalen**



Stand der Technik – Anwohnerschutz (I)

- **Schutz vor Schattenwurf:**
 Abschaltautomatik durch Steuerungsmodul, das anhand von Sonnenstand, Sonnenscheinintensität (durch Helligkeitssensoren) und Windrichtung ermittelt, ob es zu Schattenwurf an einem kritischen Standort kommt
- **Schutz vor nächtlichem Blinken (bedarfsgesteuerte Nachtkennzeichnung - BNK):**
 Befuerung nur, wenn sich ein Luftverkehrsfahrzeug nähert; verpflichtend für Neuanlagen; Nachrüstfristen für die meisten Bestandsanlagen; verschiedene BNK-Techniken: Aktivradar sowie Nutzung der Transponder-Signale von Flugzeugen



Stand der Technik – Anwohnerschutz (II)

■ **Lärmschutz:**

Software gestützte Betriebsmodi, welche die Drehzahl und Flügelstellung der Anlage beeinflussen, um maximalen Schallleistungspegel nicht zu überschreiten; an lärmkritischen Standorten nächtliches Betriebsverbot

Gezackte Profile an der Rotorblatt-Hinterkante (sog. Serrations) verringern Luftverwirbelungen hinter dem Flügel und somit auch Schallemissionen

■ **Schutz vor Eiswurf:**

Detektionssysteme zur Erkennung von Eisansatz an den Rotorblättern → Abschaltung bei detektierter Eisbildung; Optional Einbau einer Rotorblattheizung



Stand der Technik – Artenschutz

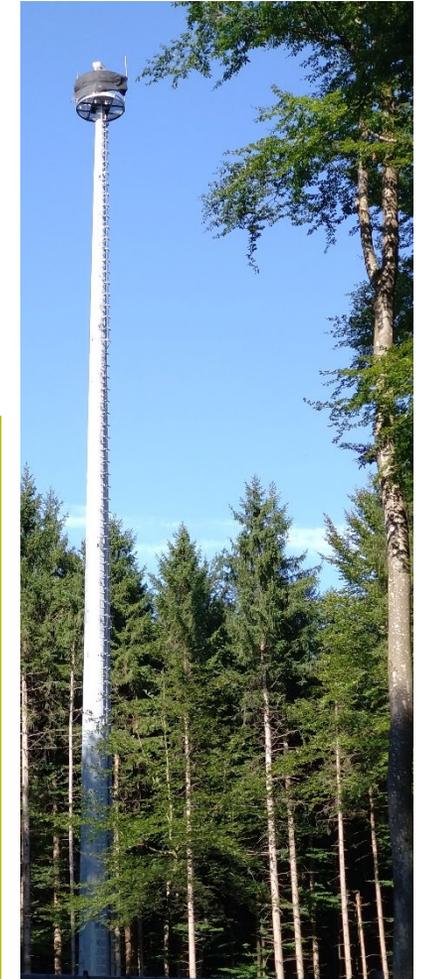
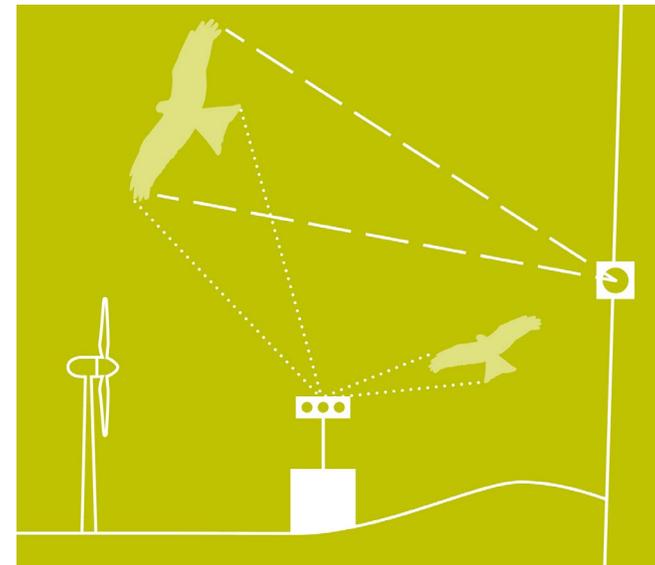
■ Schutz von Fledermäusen:

Anfänglich pauschale Abschaltungen (Apr.-Okt.): von Sonnenuntergang bis Sonnenaufgang bei definierten Temperaturen und Windgeschwindigkeiten; Wechsel zu dynamischen Abschaltungen durch mehrjähriges Gondel-Monitoring mit Decodern und Berechnung spezifischer Abschaltalgorithmen (ProBat)

Steigende Nabenhöhen reduzieren den Gefahrenbereich für viele Fledermausarten

■ Schutz kollisionsgefährdeter Vogelarten:

Kamera- bzw. Radargestützte Antikollisionssysteme zur Vogelerkennung → bei detektiertem Vogelanflug wird Anlage heruntergefahren (Trudelbetrieb)





„Fast jede Windenergieanlage von Abschaltauflagen betroffen“

Stiftung
Umweltenergierecht

Würzburger Studien zum Umweltenergierecht

Betriebsbeschränkende Nebenbestimmungen bei der Genehmigung von Windenergieanlagen

Eine empirische Untersuchung der Genehmigungspraxis im Zeitraum 2014 bis 2019

Nicht alle Windenergieanlagen laufen die ganze Zeit mit maximaler Leistung, auch wenn der Wind weht. In der Praxis ist das auch kein Geheimnis. Die Stiftung Umweltenergierecht hat sich die Genehmigungen aller Windenergieanlagen in Deutschland zwischen 2014 und 2019 näher angesehen und festgestellt, dass fast jede Windenergieanlage von Abschaltauflagen betroffen ist.

Bei der Genehmigung von Windenergieanlagen müssen auch die Auswirkungen auf Mensch und Tier beachtet werden. Um die Genehmigungsfähigkeit sicherzustellen und diese Auswirkungen zu minimieren, sind zeitliche Betriebsbeschränkungen ein gängiges Mittel. Konkret bedeutet das, dass den Anlagenbetreibern vorgeschrieben wird, zu bestimmten Zeiten oder Anlässen die Anlagen vollständig abzuschalten oder den Betrieb zu drosseln.

94 Prozent aller Windenergieanlagen betroffen

Ein zentraler Faktor sind dabei artenschutzbedingte Auflagen. Diese betrafen rund 75 Prozent der Anlagen. Überwiegend diente dies dem Schutz von Fledermäusen (71 Prozent), bei lediglich 33 Prozent der Anlagen dem Schutz von Vögeln, wobei sich hiervon rund die Hälfte auf den Schutz von Rotmilanen bezieht (17 Prozent).

Weitere Gründe für Abschaltauflagen waren die Begrenzung von Schattenwurf (68 Prozent), Eiswurf (53 Prozent), Lärm (39 Prozent) und Turbulenzwirkungen (9 Prozent). Beschränkungen zum Schutz bedrohter Vogel- und Fledermausarten sowie vor Lärm und Turbulenzwirkungen nahmen im betrachteten Zeitraum tendenziell zu. Nur für Beschränkungen gegen Eiswurf konnte ein Rückgang festgestellt werden. Das Team vermutet hier technische Anpassungen. Insgesamt konnte bei den Abschaltauflagen ein Anstieg von Nord nach Süd beobachtet werden.

Quelle: Stiftung Umweltenergierecht, Pressemitteilung v. 29.4.2024

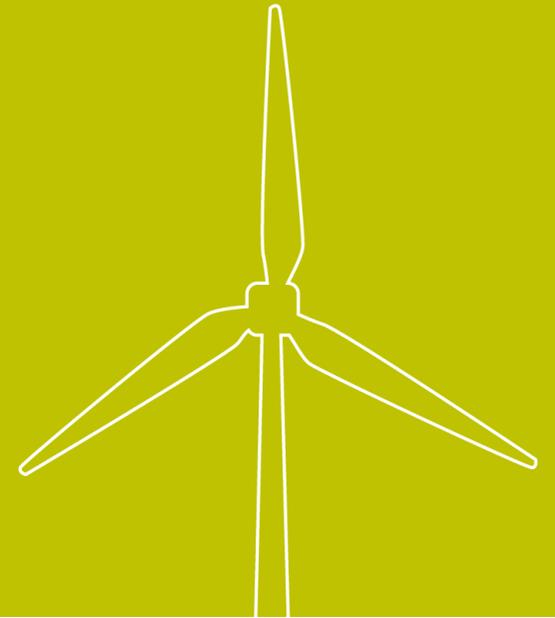


FACHAGENTUR
WINDENERGIE AN LAND

Jürgen Quentin

Referent Energiewirtschaft und EEG

T +49 30 64 494 60-66
quentin@fa-wind.de



PTJ
Projekträger Jülich
Forschungszentrum Jülich

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages