

# Standorteignung, Risikobewertung, Freileitungen - Gutachten zu Windenergieanlagen.

Steffen Wussow



# Inhalt

- Standorteignung
  - Das und die DIBt.
  - Von der DIBt 2004 zur DIBt 2012.
  - Wann braucht man Typenprüfung und Gutachten?
  - Standorteignung selbst berechnen mit wake2e.
- Risikobewertung
  - Eiswurf/Eisfall und Bauteilversagen.
  - Vereisungshäufigkeiten.
  - Geländeeinfluss.
- Freileitungen
  - Die neue DIN EN 50341-2-4.
  - Ist der Abstand ausreichend und sind schwingungsdämpfende Maßnahmen notwendig?



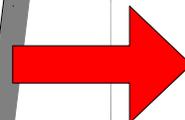
# Standorteignung von WEA nach DIBt 2012

- **Richtlinien für Windenergieanlagen (WEA) des Deutschen Instituts für Bautechnik** stellen geltendes Baurecht dar.
- Typenprüfung und Gutachten zur Standorteignung.
- Dieses geltende Baurecht ist bei der Erstellung von Typenprüfungen von WEA und der Errichtung von WEA anzuwenden.
- Ob die Standorteignung der WEA zu untersuchen ist, regelt **Kapitel 7.3.3** “Einflüsse benachbarter baulicher Anlagen, Geländerauhigkeit und Topografie auf die Standorteignung”.
- Was dann in diesem Fall zu tun ist, beschreibt **Kapitel 16** “Standorteignung von Windenergieanlagen”.



# Von der DIBt 2004 zur DIBt 2012

- **Alle Bundesländer** haben die DIBt 2012 bauaufsichtlich, verbindlich eingeführt.
- Unterscheidung zwischen Anwendung der Richtlinie und der jeweiligen Typenprüfung der WEA.
- Es gibt noch eine ganze Reihe von aktuellen WEA mit einer gültigen Typenprüfung nach DIBt 2004 --> z.B. E-70 2.3MW, 64m Stahlrohrturm.
- Als Richtlinie ist die DIBt 2012 anzuwenden und die aktuelle Typenprüfung der jeweiligen WEA bei deren Planung/Errichtung und Betrachtung als Bestand.



# Wann braucht man -

- **eine Typenprüfung** – eigentlich **immer**, Sonderweg Einzelprüfung ist teuer und aufwändig.
- **ein Gutachten zur Standorteignung** oder zur Standsicherheit oder zur Turbulenz?
- **Kapitel 7.3.3:** Wenn der auf den Rotordurchmesser  $D$  der jeweils größeren WEA bezogene Abstand zwischen zwei WEA für typische küstennahe Standorte kleiner gleich fünf und für typische Binnenstandorte kleiner gleich acht Rotordurchmesser ist.
- Abstand kleiner  $8D$  --> also eigentlich auch **immer**.
- Da es um den Betrieb und die Belastungen des normalen Betriebes der WEA geht, bedeutet Standsicherheit beim Thema Standorteignung nicht das unmittelbare “Umfallen” einer WEA.
- Die Typenprüfung stellt den Standsicherheitsnachweis dar und das Gutachten untersucht dessen Anwendbarkeit auf den konkreten Standort und die Planung.



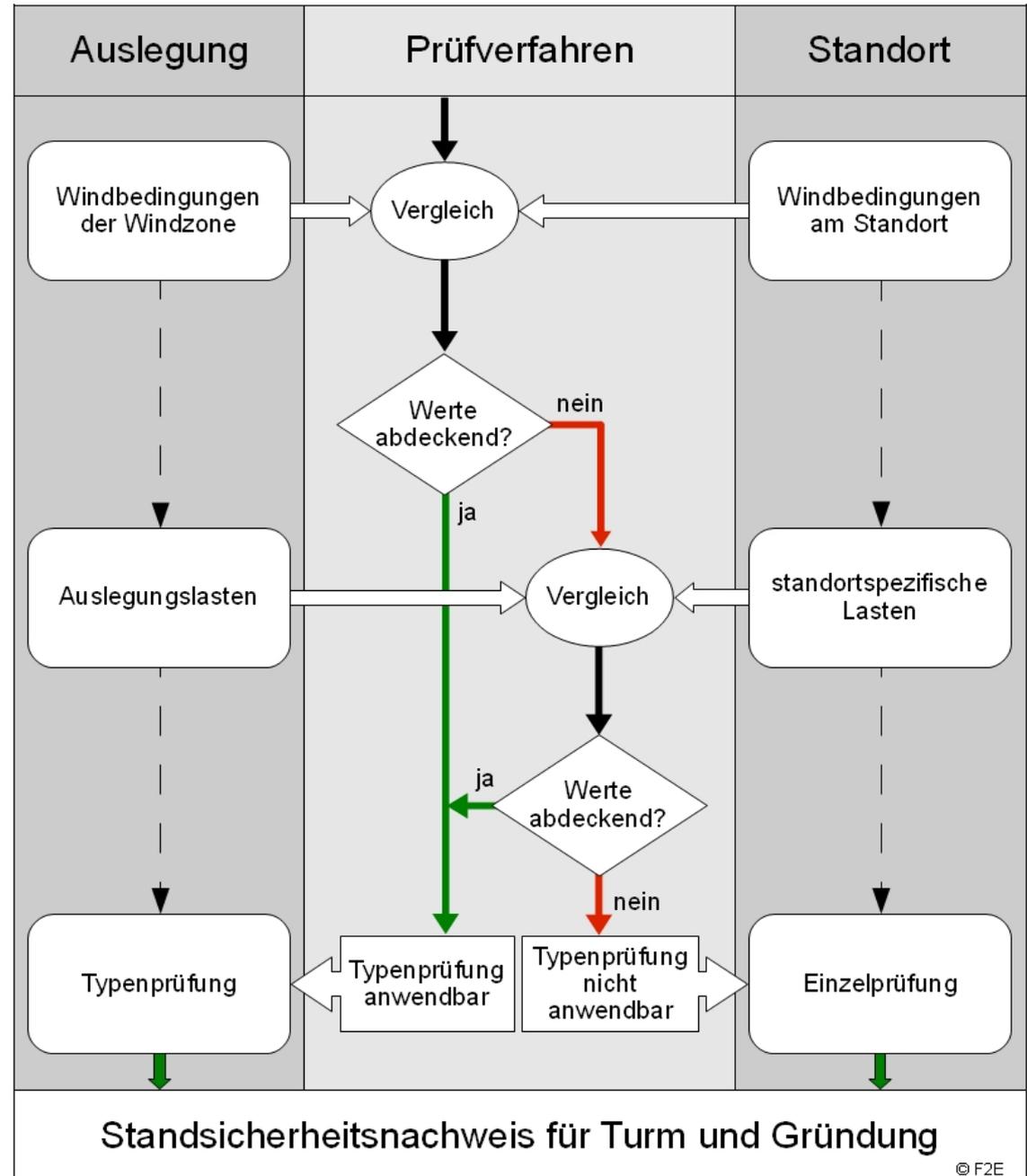
# Was steht in Kapitel 16?

- Typen- oder Einzelprüfung ist Voraussetzung für die Bewertung.
- **Standortbesichtigung** ist Voraussetzung für die Bewertung.
- Zwei grundsätzliche Wege die Standsicherheit einer WEA am Standort zu bewerten:
  - Nachweis durch einen **Vergleich der Windbedingungen** am Standort mit den Auslegungswerten der Typen- bzw. Einzelprüfung.
  - Nachweis durch einen **Vergleich der Lasten** am Standort mit den Auslegungslasten der Typen- bzw. Einzelprüfung.
- **Abstände nicht wesentlich kleiner als 2.5D!**



# Vergleich Typenprüfung mit Standort

- 50-Jahres-Wind.
- Mittlerer Wind.
- **Turbulenzintensität.**
- Schräganströmung.
- Höhenprofil.
- Luftdichte.
- Extremturbulenz.



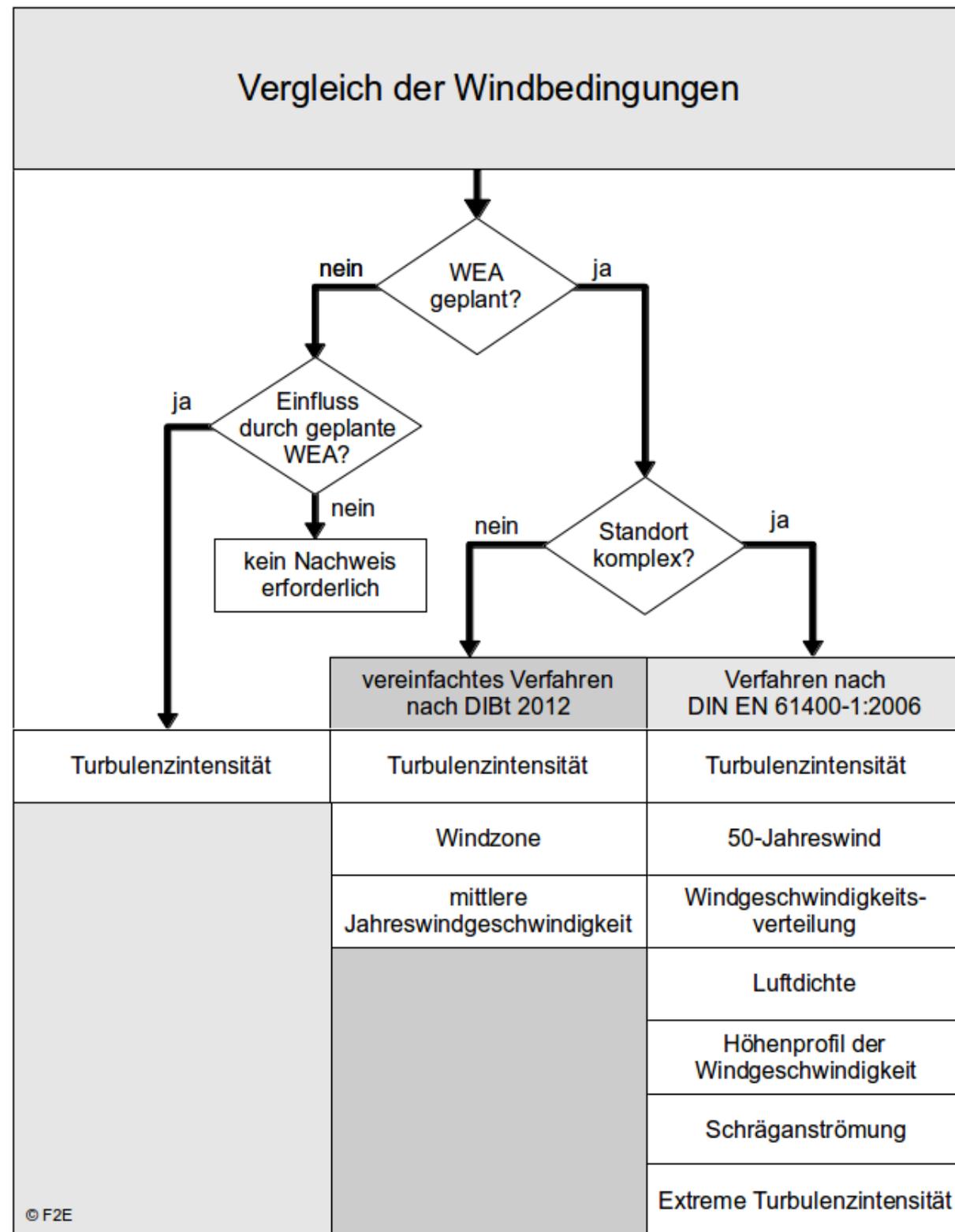
# Standortbesichtigung – als Teil der Prüfung

- Normativ vorgeschrieben. Die DIBt 2012 regelt darüber hinaus keine Einzelheiten.
- Wesentliche Punkte sind:
  - Fotodokumentation der aktuellen Situation vor Ort.
  - Bestimmung der Geländekategorie.
  - Identifizierung und Dokumentation potentiell relevanter Einzelstrukturen und orografischer Hindernisse.
  - **Nicht älter als ein Jahr.**
  - **Zitierfähiger Bericht mit dem der Verfasser die Haftung für seine Dokumentation übernimmt.**



# Vereinfachtes Verfahren oder komplexer Standort?

- Vereinfachtes Verfahren für nicht komplexe Standorte anwendbar



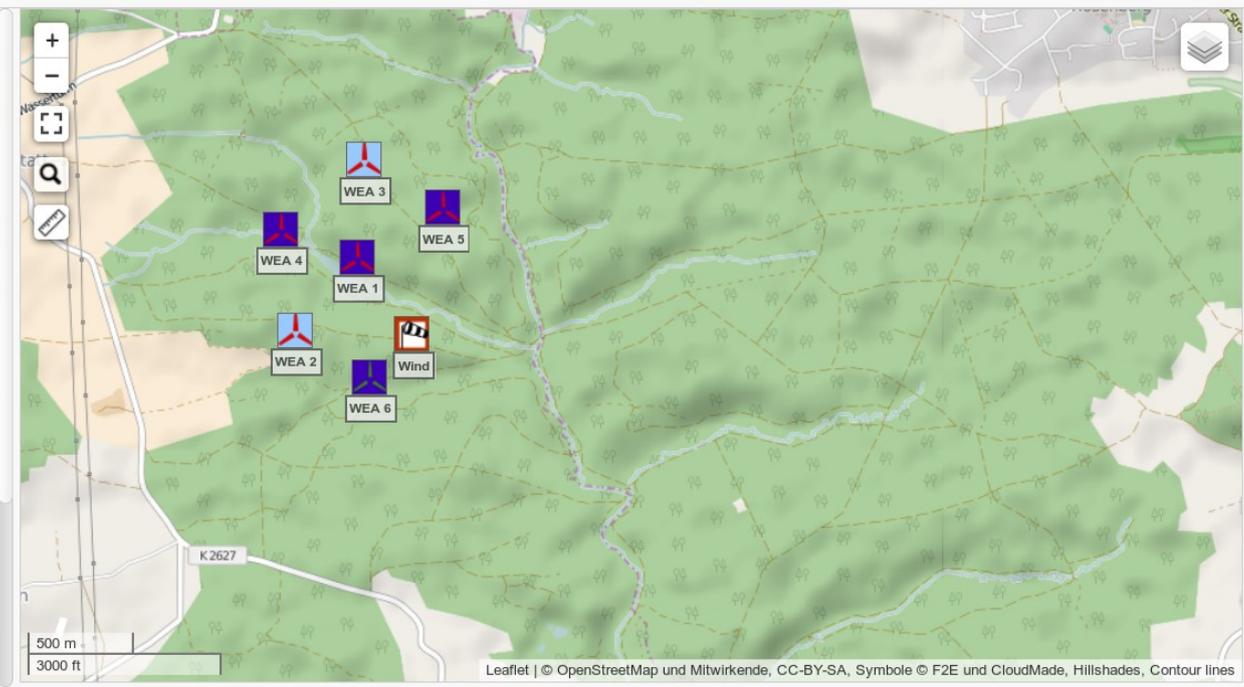
**Projektstart / Dateiupload**

**Winddaten**

Referenzpunkt

Ost [m]	3572158
Nord [m]	5430235
Höhe über Grund [m]	149

Richtung	Häufigkeit	A [m/s]	k
345° – 15°	0.043	5.61	2.986
15° – 45°	0.045	5.62	2.709
45° – 75°	0.047	6.18	2.803
75° – 105°	0.074	6.63	3.068
105° – 135°	0.109	6.26	2.842
135° – 165°	0.058	6.05	2.768
165° – 195°	0.055	6.25	2.811
195° – 225°	0.098	6.69	2.748
225° – 255°	0.195	7.94	2.744
255° – 285°	0.162	7.77	2.518
285° – 315°	0.068	6.99	2.627
315° – 345°	0.045	5.82	2.768



**Windparkdaten**

Neue WEA

Alles markieren Gruppe entfernen

Nr.	ID	
1	WEA 1	
2	WEA 2	
3	WEA 3	
4	WEA 4	
5	WEA 5	
6	WEA 6	

**Hinweis:** das Projekt wurde seit dem letzten Rechenlauf geändert. Die angezeigten Ergebnisse passen daher eventuell nicht mehr zu den aktuellen Projektdaten.

Berechnen Berechnen und vergleichen Besprechen Zurücksetzen WEA-Liste Auslegungsturbulenzen

Projekt BBS Optionen Berechnungsverlauf Ergebnisse Diagramme Karten Bericht

© Copyright 2008-2017 F2E Fluid & Energy Engineering. Alle Rechte vorbehalten.

# Standorteignung von WEA selbst berechnen mit wake2.de!

## Ergebnisse: Effektive Turbulenzintensitäten im Windpark

Anzeige:  Absolute Werte  Differenzen Filter:      Windgeschwindigkeit: 5m/s  20m/s

WEA			Ergebnisse																	WEA-Eigenschaften			Nächster Nachbar	
Nr.	Bezeichnung		Alle	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Nr.	Typ	NH [m]	s-min in D	Nr.
	1	1	<b>20.3</b>	28.9	26.5	24.7	<b>23.4</b>	<b>22.3</b>	<b>21.3</b>	<b>20.6</b>	<b>19.9</b>	<b>19.3</b>	<b>18.8</b>	<b>18.3</b>	<b>17.9</b>	<b>17.5</b>	<b>17.2</b>	<b>16.9</b>	<b>16.6</b>	1	F2E Dummy WEA	70	4.000	2
	2	2	<b>20.3</b>	28.9	26.5	24.7	<b>23.4</b>	<b>22.3</b>	<b>21.3</b>	<b>20.6</b>	<b>19.9</b>	<b>19.3</b>	<b>18.8</b>	<b>18.3</b>	<b>17.9</b>	<b>17.5</b>	<b>17.2</b>	<b>16.9</b>	<b>16.6</b>	2	F2E Dummy WEA	70	4.000	1
	4	WT old	—	29.7	<b>27.3</b>	<b>25.5</b>	<b>24.1</b>	<b>23.0</b>	<b>22.0</b>	<b>21.2</b>	<b>20.6</b>	<b>19.9</b>	<b>19.4</b>	<b>18.9</b>	<b>18.5</b>	<b>18.1</b>	<b>17.8</b>	<b>17.4</b>	<b>17.1</b>	4	F2E Dummy WEA	70	4.000	3
	5	new WT	—	28.3	25.9	24.2	22.8	21.7	20.8	20.1	19.4	18.8	18.3	17.9	17.5	17.1	16.8	16.5	16.2	5	F2E Dummy WEA	70	4.000	4

# Risikobewertung

- Risiken durch Eiswurf bzw. Eisfall von WEA in der Nähe von Verkehrswegen und Gebäuden.
- Risiken durch Bauteilversagen an WEA in der Nähe von Öl- oder Gasleitungen, Industrieanlagen und Verkehrswegen.

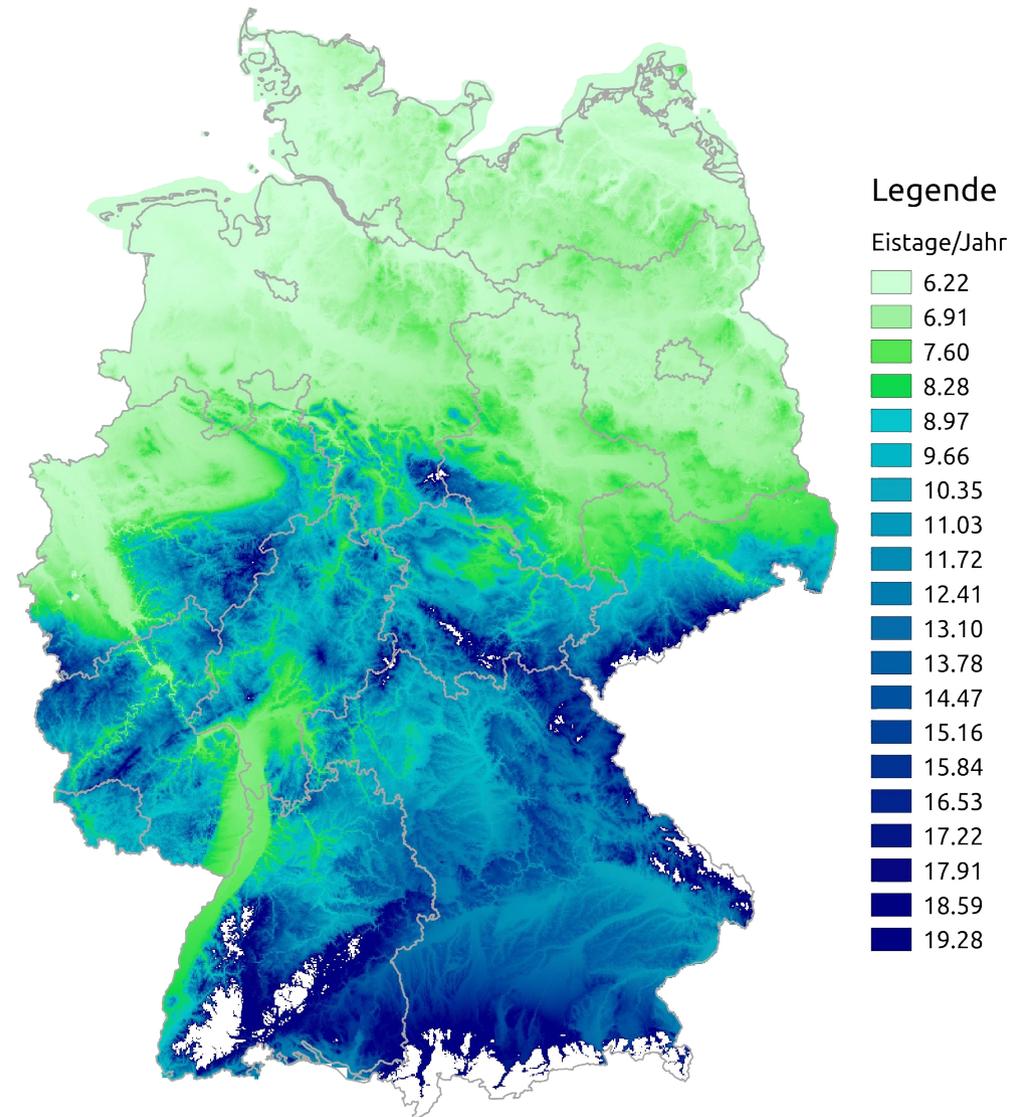


# Vereisungshäufigkeiten in Deutschland

- DWD 2013: Studie zur räumlichen Verteilung der atmosphärischen Vereisung in Deutschland:
- Basierend auf Daten von Wetterstationen und direkten Messungen.

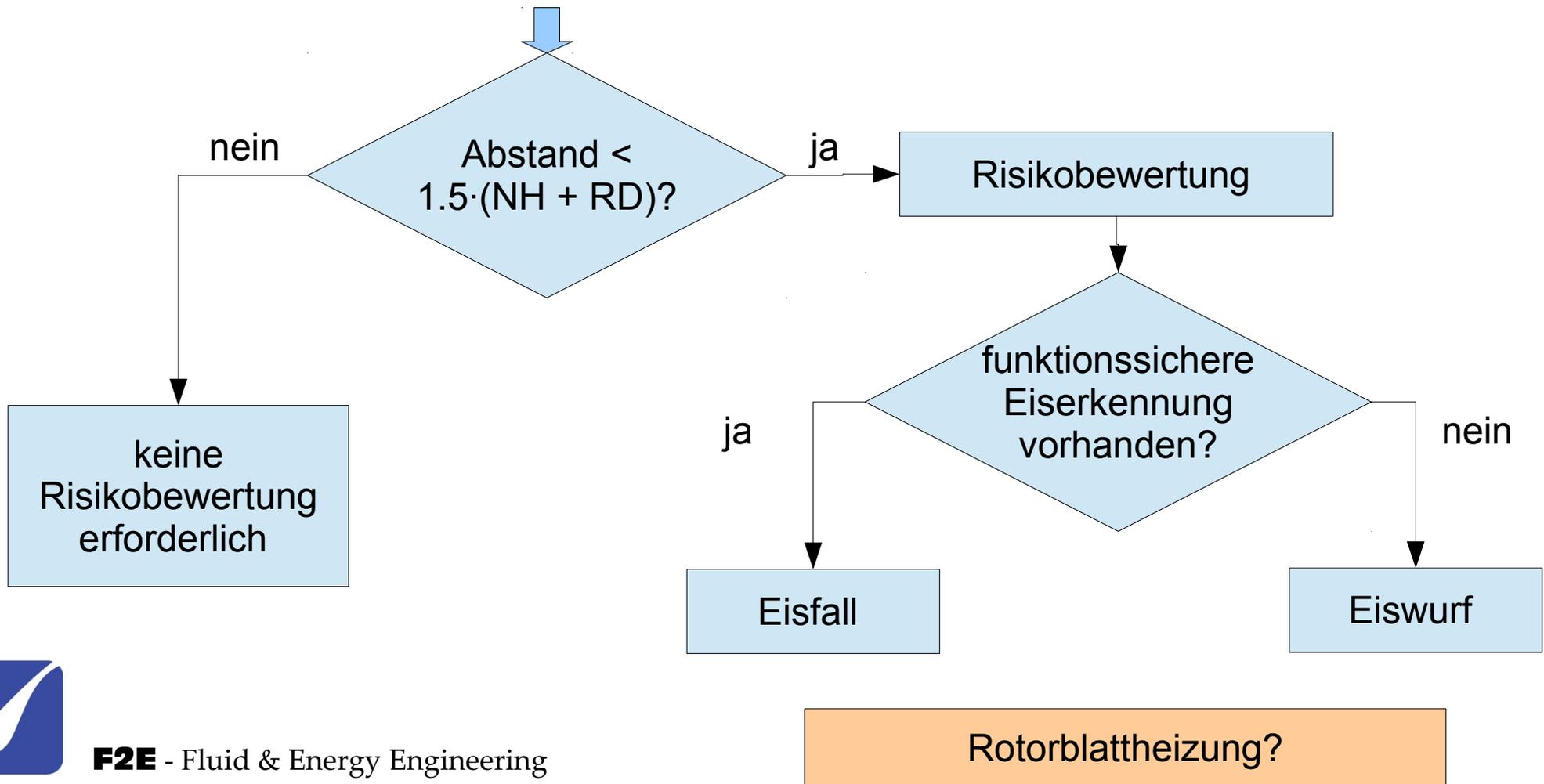
Für Höhenlagen bis etwa 700m üNN gut verwendbar.

- Vereisungsrate in diesem Höhenbereich zwischen 6 - 20 Tagen pro Jahr.



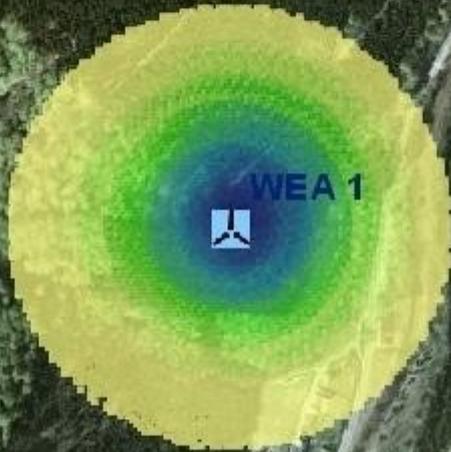
# Eiswurf oder Eisfall?

- **Eiswurf:** Ablösung von Eis während des Betriebes der WEA.
- **Eisfall:** Ablösung von Eis von der trudelnden/stillstehenden WEA.
- **Verhindern lässt sich das Ablösen von Eis nicht.**

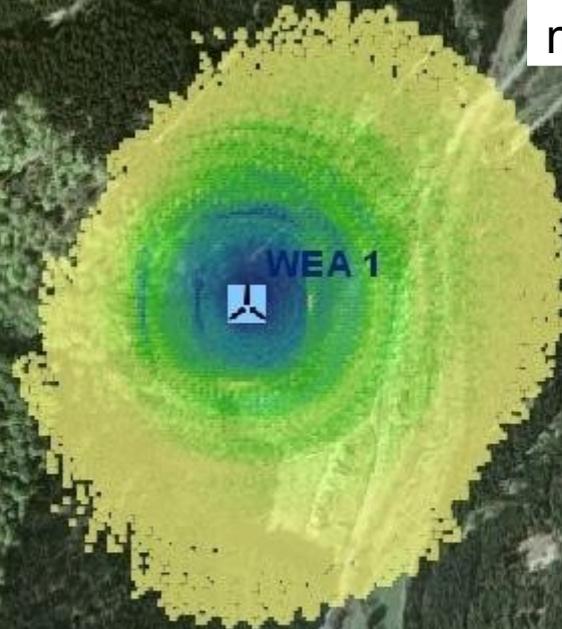


# Flugbahnen – großer Einfluss des Geländeprofiles

ohne Geländeeinfluss ✘



mit Geländeeinfluss ✔



# Mögliche Anforderungen bei Errichtung einer WEA

- In der Nähe zu Verkehrswegen und Gebäuden wird eine standortspezifische Bewertung des Risikos durch Eiswurf (Eisfall) gefordert für Abstände  $< 1.5 \cdot (NH + RD)$ .
- Wesentliche Einflussfaktoren für das Risiko:
  - Anzahl der sich lösenden Eisstücke pro Jahr
  - Flugbahn des trudelnden Eisstückes
  - Geländeprofil
  - Windverteilung am Standort
  - Aufenthaltswahrscheinlichkeit von Kfz und Personen auf den nahegelegenen Verkehrswegen.
- Die Größenordnung des Risikos wird unter Anwendung etablierter Bewertungsmaßstäbe konservativ bestimmt.



# Abständen von WEA zu Freileitungen

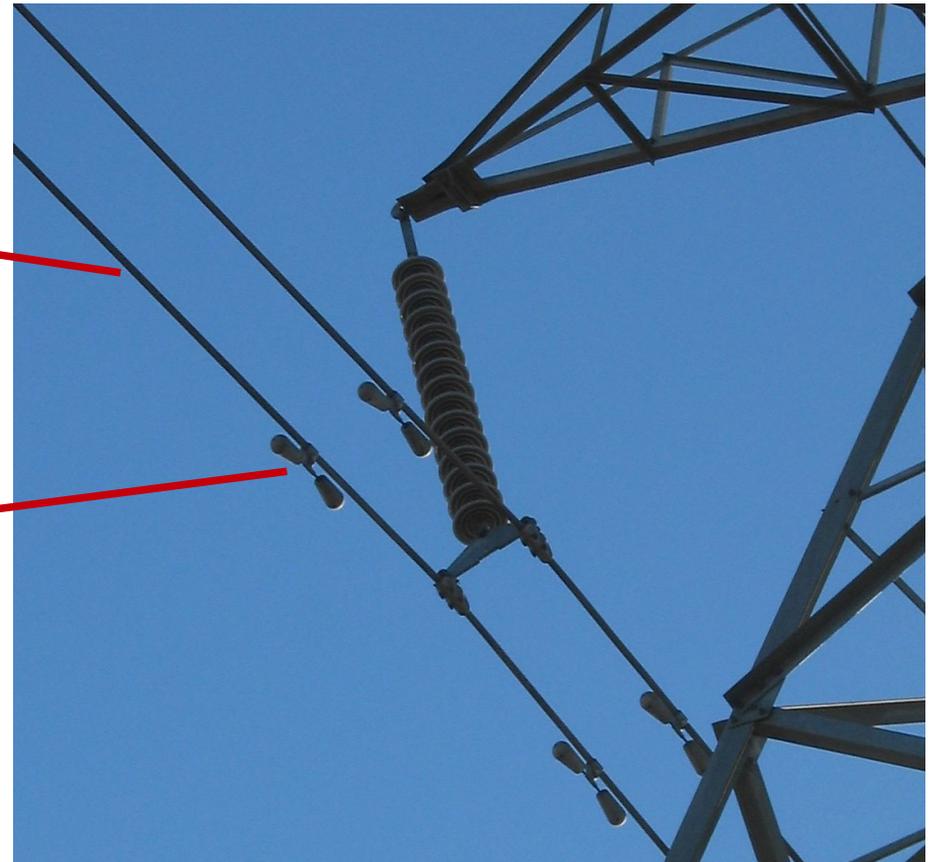
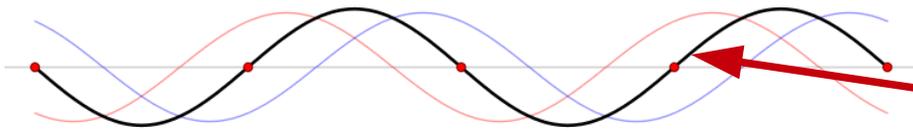
- Anwendungsbeginn der neuen DIN EN 50341-2-4 am 01.04.2016.
- Ersatz für die DIN EN 50341-3-4 (VDE 0210-3):2011-01, Freileitungen über AC 45 kV und die DIN EN 50423-3-4 (VDE 0210-12)\_2005-05, Freileitungen über AC 1 kV bis 45 kV.
- **Geringere Abstände zu Freileitungen sind möglich!**

DEUTSCHE NORM		April 2016
	<b>DIN EN 50341-2-4 (VDE 0210-2-4)</b>	<b>DIN</b>
	<small>Diese Norm ist zugleich eine VDE-Bestimmung im Sinne von VDE 0022. Sie ist nach Durchführung des vom VDE-Präsidium beschlossenen Genehmigungsverfahrens unter der oben angeführten Nummer in das VDE-Vorschriftenwerk aufgenommen und in der „etx Elektrotechnik + Automation“ bekannt gegeben worden.</small>	<b>VDE</b>
<b>Vervielfältigung – auch für innerbetriebliche Zwecke – nicht gestattet.</b>		
ICS 29.240.20	Ersatz für DIN EN 50341-3-4 (VDE 0210-3):2011-01 und DIN EN 50423-3-4 (VDE 0210-12):2005-05 Siehe Anwendungsbeginn	
<b>Freileitungen über AC 1 kV – Teil 2-4: Nationale Normative Festlegungen (NNA) für Deutschland (basierend auf EN 50341-1:2012); Deutsche Fassung EN 50341-2-4:2016</b>		
<small>Overhead electrical lines exceeding AC 1 kV – Part 2-4: National Normative Aspects (NNA) for Germany (based on EN 50341-1:2012); German version EN 50341-2-4:2016</small>		
<small>Lignes électriques aériennes dépassant AC 1 kV – Partie 2-4: Aspects Normatifs Nationaux (NNA) pour Allemagne (selon EN 50341-1:2012); Version allemande EN 50341-2-4:2016</small>		



# Wenn eine Freileitung den Windpark quert

- Zwei wichtige Fragen:
  - Ist der gewählte Abstand zwischen geplanter WEA und Freileitung grundsätzlich zulässig?
  - Wenn ja - sind schwingungsdämpfende Maßnahmen erforderlich?

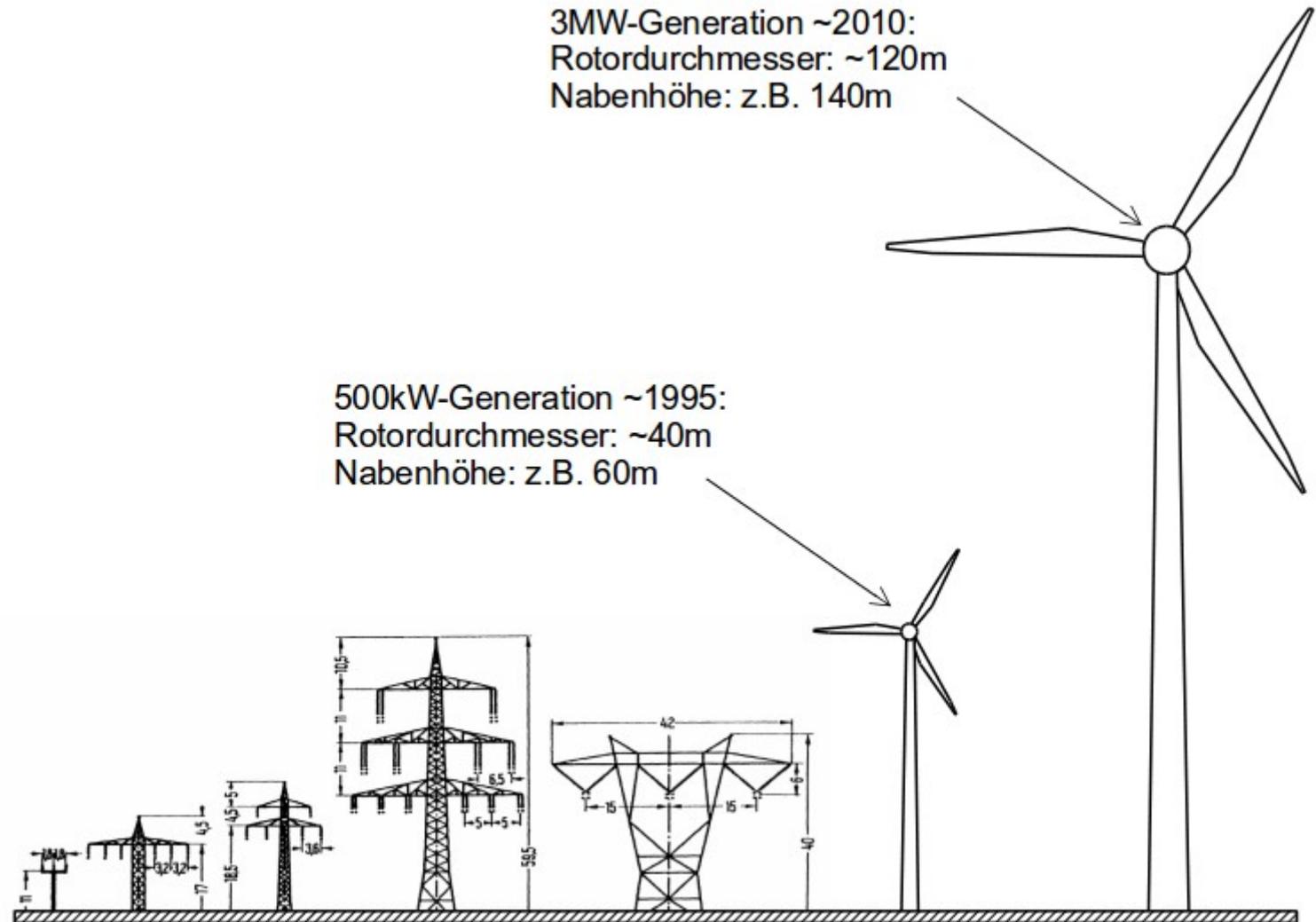


Quelle der Abbildungen: de.wikipedia.org

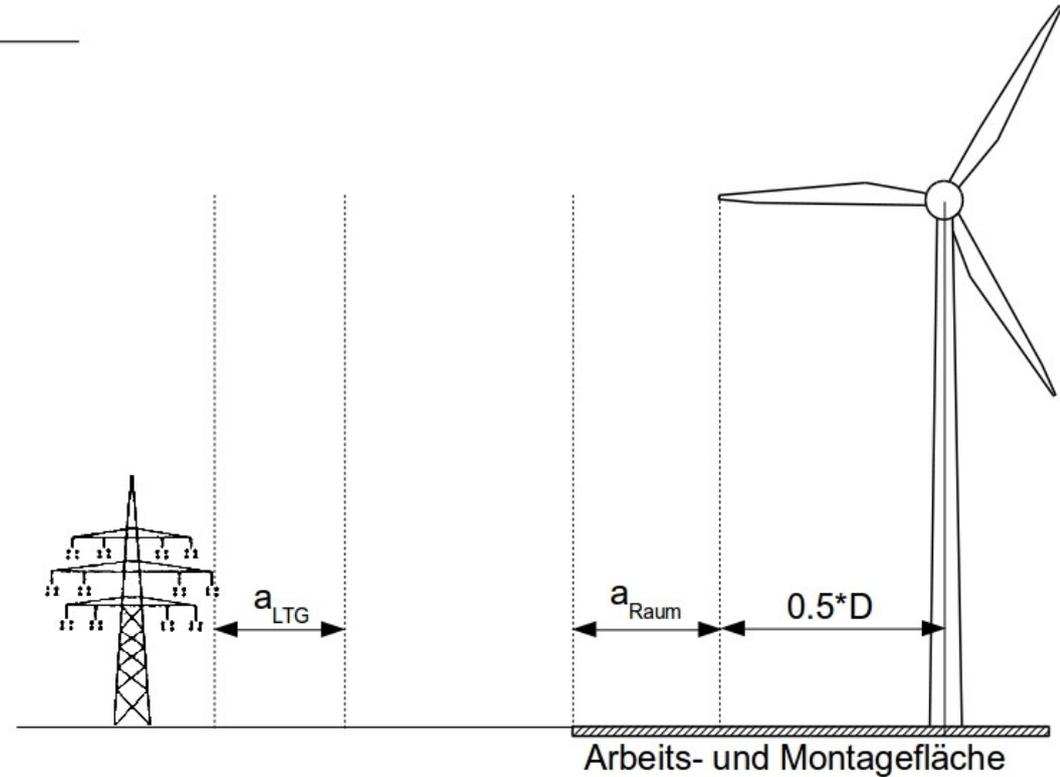
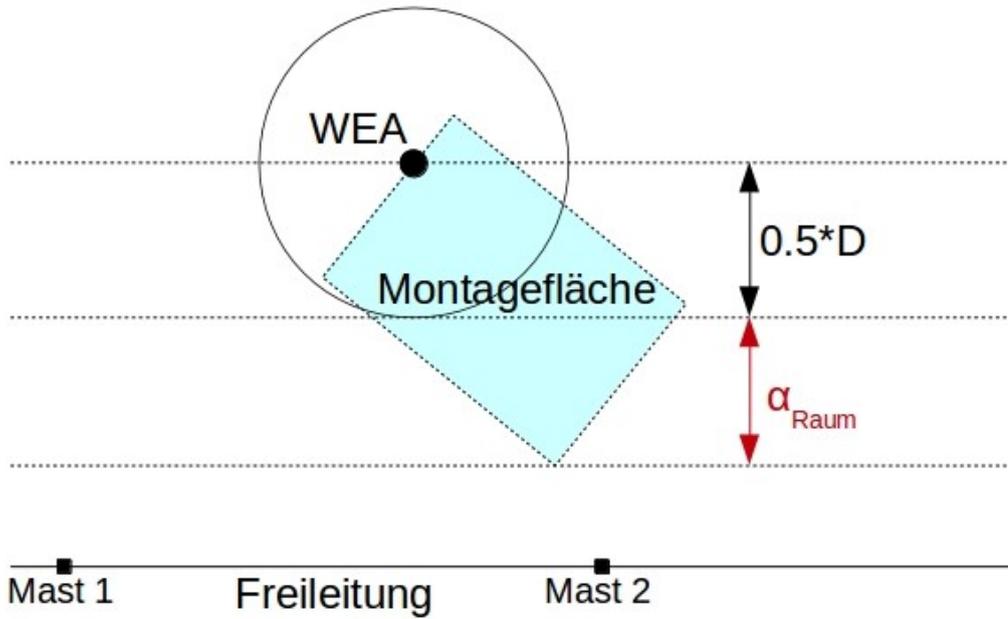


# Entwicklung der Größenverhältnisse

- Die Rotorebenen aktueller WEA liegen häufig über der Freileitung.
- Viel größere Rotordurchmesser.



# Mindestabstand





# Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

SIR HORACE LAMB (1849 – 1934)  
Mathematiker und Physiker

"Wenn ich in den Himmel kommen sollte,  
erhoffe ich Aufklärung über zwei Dinge:  
Quantenelektrodynamik und Turbulenz.  
Was den ersten Wunsch betrifft bin ich  
ziemlich zuversichtlich."



"I am an old man now, and when I die and go to heaven  
there are two matters on which I hope for enlightenment.  
One is Quantumelectrodynamics and the other is the turbulent  
motion of fluids. About the former I am rather optimistic."

