

Genehmigungsplanung von Windkraftanlagen

Aspekte aus technischer und juristischer Sicht

Dr. Thomas Hils,
öbuv Sachverständiger für Schallschutz, Bau- und Raumakustik,
Wärme- und Feuchtigkeitsschutz
hils consult gmbh, ing.-büro für bauphysik
www.hils-consult.de

RA Karl Schwab
Fachanwalt für Verwaltungsrecht

Stichworte:

- *Windkraftanlagen (WKA) als genehmigungsbedürftige Anlagen gem. BImSchG*
- *Schutz vor unzumutbaren Belästigungen - Immissionsrichtwerte TA Lärm*
- *Schallausbreitung*
- *Lärminderungsmaßnahmen*
- ...

Gliederung

I. Aspekte aus technischer Sicht

1. Windenergie - Energie des Windes
2. Schutz vor „unzumutbaren Belästigungen“ gemäß BImSchG
3. Immissionsrichtwerte (IRW) gem. TA Lärm
4. Schallemission - Schallausbreitung - Schallimmission
5. Potentielle Lärminderungsmaßnahmen
6. Zusammenfassung und Ausblick, Diskussion

II. Aspekte aus juristischer Sicht (RA Schwab)

- ...

1. Windenergie - Energie des Windes

Windenergie:

- kinetische Energie der Luft (Massendichte: ρ), die sich mit der Geschwindigkeit $v = \Delta s / \Delta t$ bewegt

- kinetische Energie dieser Luftmasse: $\Delta E = 1/2 \cdot \Delta m \cdot v^2$

- Massenstrom:

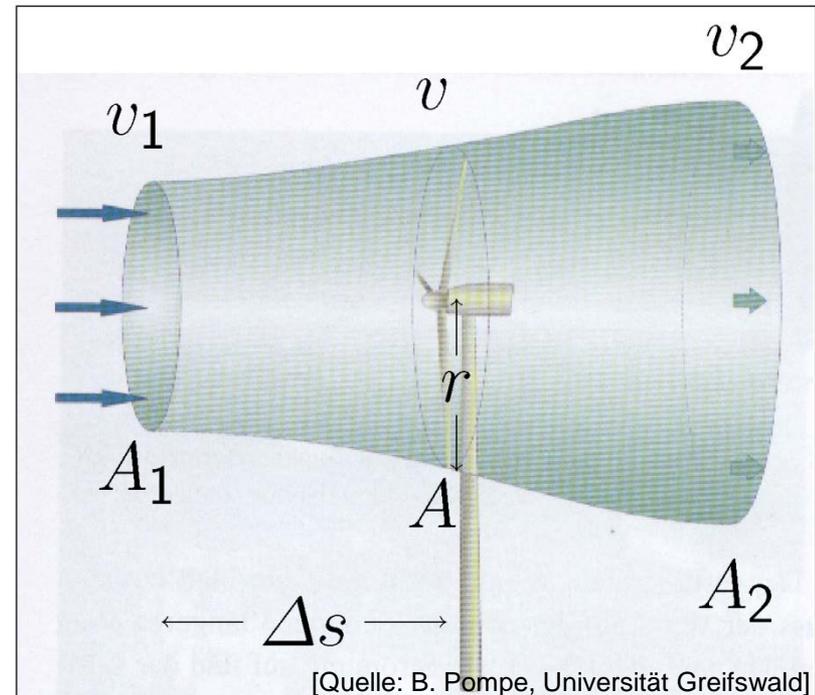
$$\Delta m = \rho \cdot A \cdot \Delta s = \rho \cdot \pi r^2 \cdot \Delta s = \rho \cdot \pi r^2 \cdot v \cdot \Delta t$$

-> Windenergieleistung:

$$P = \Delta E / \Delta t = 1/2 \rho \cdot \pi r^2 \cdot v^3$$

Leistung Windrad steigt mit der dritten Potenz der Windgeschwindigkeit:

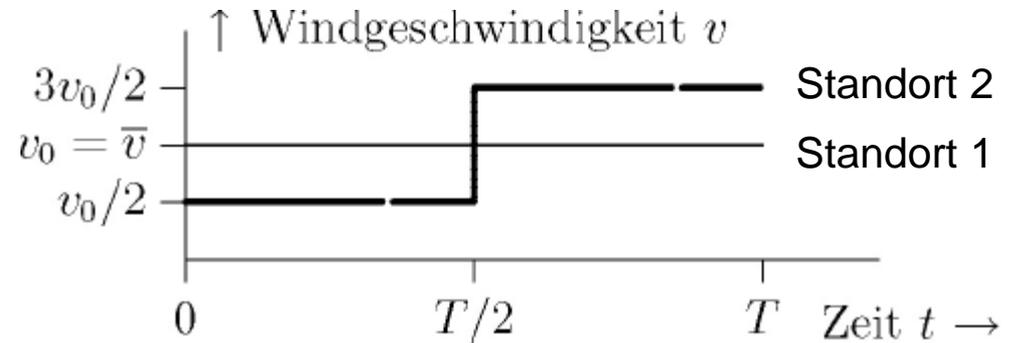
$$P \sim v^3$$



1. Windenergie - Energie des Windes

Konsequenz nichtlineare Abhängigkeit:

- doppelte Windgeschwindigkeit = 8-fache Leistung!
 - mittlere Windgeschw. \bar{v} keine geeignete Größe zur Standortbeurteilung
- > variable Windgeschwindigkeit mit hohen Spitzen günstiger als gleichmäßiger Wind mit \bar{v}



[Quelle: B. Pompe, Universität Greifswald]

Leistungsintegral:

$$E = \int_0^T P(t) dt \sim \int_0^T v^3(t) dt$$

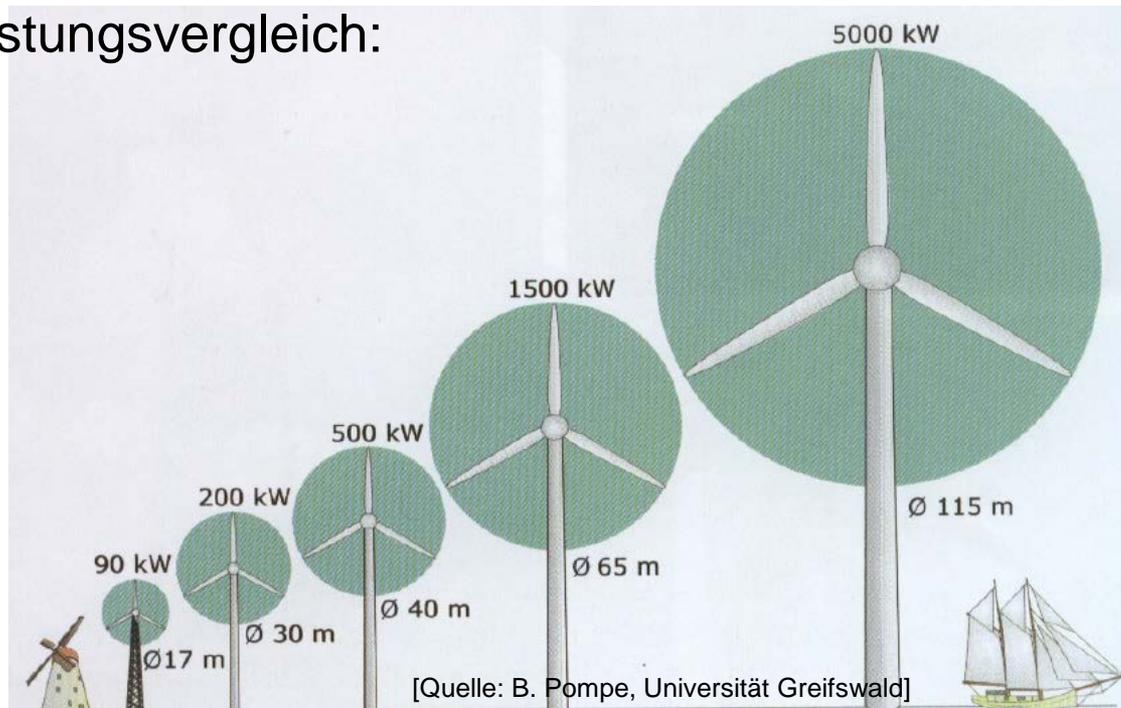
hier: Windertrag bei \bar{v} nur etwa die Hälfte!

1. Windenergie - Energie des Windes

Wirkungsgrad - maximaler Energieertrag:

- Nur Bruchteil der Windenergie kann in Rotationsenergie umgesetzt werden
 - max. Leistungsbeiwert gemäß A. Betz $c_{p,Betz} \leq \text{ca. } 0,6$
- > ein Teil der Verlustleistung wird als akustische Leistung abgestrahlt

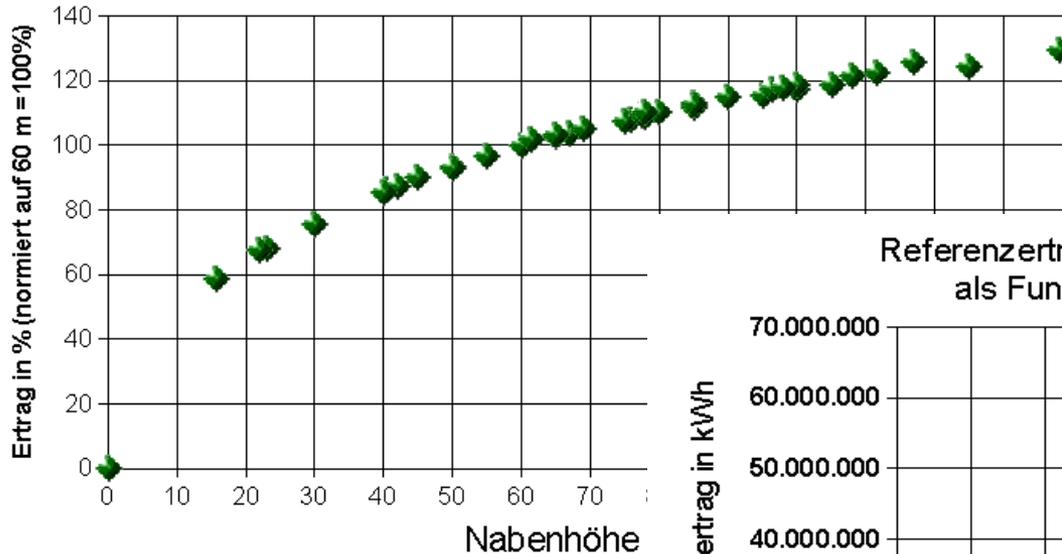
Größen-/Leistungsvergleich:



1. Windenergie - Energie des Windes

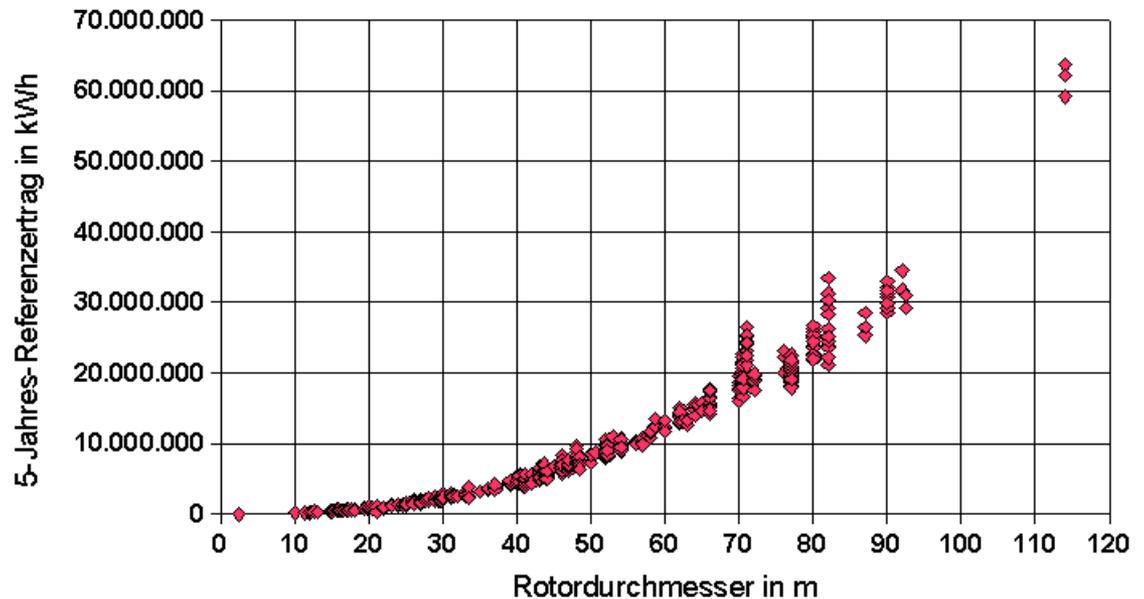
Zusammenhang Energieertrag - Nabenhöhe + Durchmesser:

Ertrag am Referenzstandort in Abhängigkeit von der Nabenhöhe
(60 m entspricht 100%)



[Quelle: R. Melchner, Kirchenthumbach

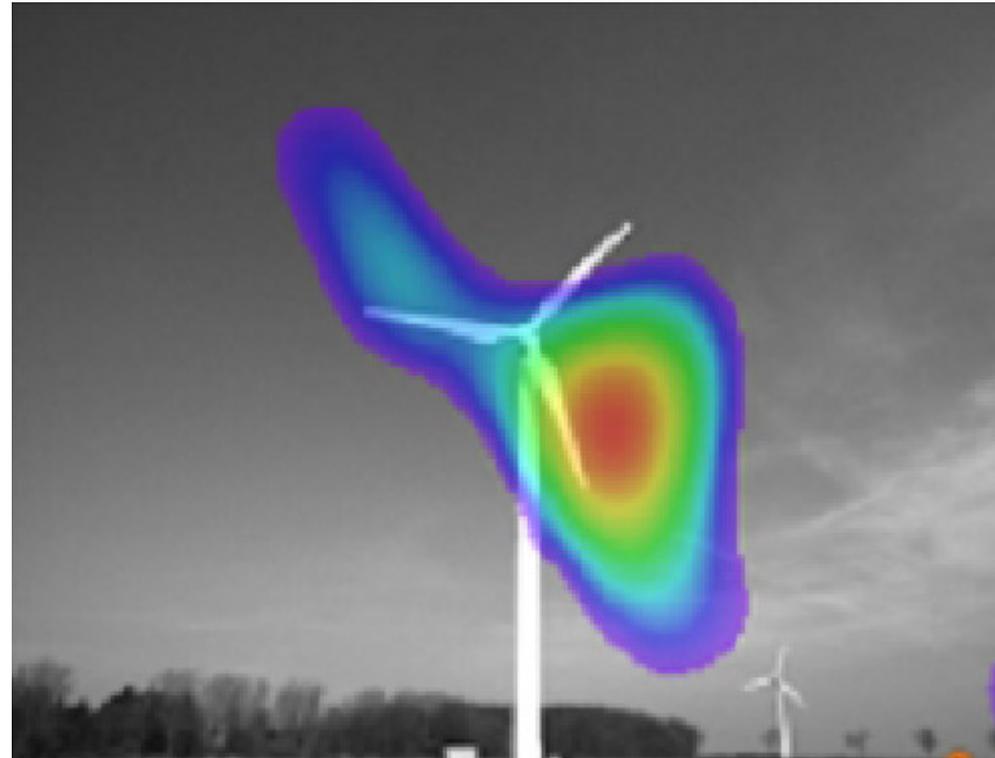
Referenzertrag aller Windenergieanlagentypen
als Funktion des Rotordurchmessers



1. Windenergie - Energie des Windes

Akustische Abstrahlung:

- vorwiegend aerodynamische Quellen im Bereich der Flügelspitzen (dort höchste Rotationsgeschwindigkeit)
- $P_{ak} \sim v_{rot}^{6...8}$ Abstrahlung erfolgt mit der 6. bis 8. Potenz der Rotationsgeschwindigkeit
- Abstrahlung Getriebe/Generator untergeordnet
- > akustische Modellierung der Quelle in Nabenhöhe ist sinnvoll



2. Grundlagen Schallschutz im Genehmigungsverfahren

BImSchG: *Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen u.ä.*

-> bildet übergeordneten rechtlichen Rahmen

Als Konkretisierung und Handlungsleitfaden für die Praxis, oftmals auch als „antizipiertes Sachverständigengutachten“ bezeichnet:

TA Lärm: 6. allg. Verwaltungsvorschrift zum BImSchG (26.08.1998)
Allgemeine Verwaltungsvorschrift, zum Schutz der Nachbarschaft vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Geräusche im Hinblick auf Gewerbe- und Industrieanlagen bzw. genehmigungsbedürftigen Anlagen

-> für Windenergieanlagen (WEA) anzuwenden

2. Grundlagen Schallschutz Genehmigungsverf.

Immissionsrichtwerte (IRW) TA Lärm

Buchstabe gemäß Nr. 6.1 der TA Lärm	Gebietsbeschreibung	Abk. nach BauNVO	Tag 6 Uhr bis 22 Uhr	Nacht 22 Uhr bis 6 Uhr
A	Industriegebiete	GI	70 dB(A)	
B	Gewerbegebiete	GE	65 dB(A)	50 dB(A)
C	in Kerngebieten, Dorfgebieten und Mischgebieten	MI MD MK	60 dB(A)	45 dB(A)
D	in allgemeinen Wohngebieten und Kleinsiedlungsgebieten	WA	55 dB(A)	40 dB(A)
E	in reinen Wohngebieten	WR	50 dB(A)	35 dB(A)
F	in Kurgebieten, für Krankenhäuser und Pflegeanstalten	SO	45 dB(A)	35 dB(A)

Bei einer Einhaltung der IRW ist im Regelfall davon auszugehen, dass schädliche Umwelteinwirkungen durch Geräusche im Sinne von § 3 Abs. 1 BImSchG nicht vorliegen

2. Schallemission - Schallausbreitung - Schallimmission

Schalltechnische Prognose erfolgt gemäß Nr. A2 TA Lärm in Verbindung mit *Hinweisen zum Schallimmissionsschutz von Windenergieanlagen* des LAI

1. Emission:

Quellencharakterisierung zur Ermittlung der Eingangskenngrößen für Schallimmissionsprognosen -> Emissionsmessungen (mittlerer immissionswirksamer Schalleistungspegel)

$$L_{WA} \approx 77,5 + 12,5 \text{ Log} (P_N) \text{ dB(A)}, \quad P_N \text{ elektrische Nennleistung}$$

2. Transmission - Schallausbreitung:

gemäß alternativem Verfahren der DIN ISO 9613-2

Ausgehend vom Schalleistungspegel wird der am Immissionsort zu erwartende Mitwind-Mittelungspegel $L_{AT}(DW)$ ermittelt:

$$L_{AT}(DW) = L_W + D_C - A_{div} - A_{atm} - A_{gr} - A_{bar} - A_{misc}$$

L_W Oktavband-Schalleistungspegel

D_C Richtwirkungskorrektur

A_{div} Dämpfung aufgrund geom. Ausbreitung

A_{atm}

Dämpfung durch Luftabsorption

A_{gr}

Dämpfung durch Bodeneffekt

A_{bar}

Dämpfung durch Abschirmung

A_{misc}

Dämpfung aufgrund sonstiger Effekte

2. Schallemission - Schallausbreitung - Schallimmission

3. Immission

- Zur Berücksichtigung der tatsächlichen Verhältnisse Ortsbesichtigung erforderlich
- Lästigkeitszuschläge:
 - Tonzuschlag K_T zwischen 0 und 6 dB(A) zur Berücksichtigung der erhöhten Störwirkung tonhaltiger Signale
 - Impulzzuschlag K_I zwischen 0 und 6 dB(A) zur Berücksichtigung der erhöhten Störwirkung impulshaltiger Signale
- Ziel Prognose:
Sicherstellung der „Nichtüberschreitung“ der IRW TA Lärm
Nachweis soll mit einem Vertrauensniveau von 90 % geführt werden, dass der Schätzwert sich innerhalb des Vertrauensbereichs befindet.

Dann gegeben, wenn unter Berücksichtigung der Unsicherheit der Emissionsdaten und Ausbreitungsrechnung die obere Vertrauensbereichsgrenze L_o des prognostizierten Beurteilungspegels den IRW unterschreitet

2. Schallemission - Schallausbreitung - Schallimmission

Schallschutzmaßnahmen:

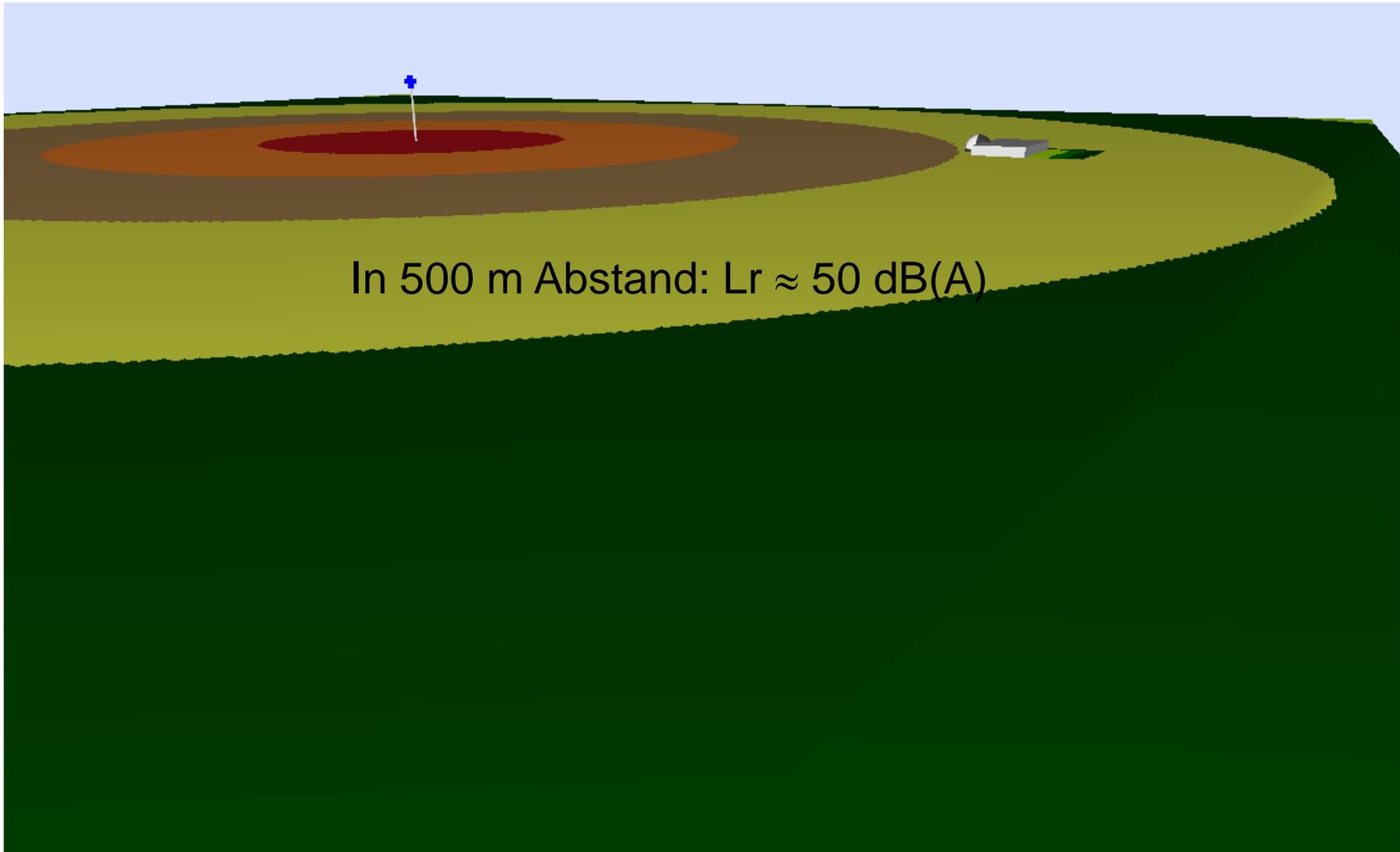
Lärminderungen nur an der Quelle möglich, Nabenhöhe $\geq 100\text{m}$!

- aerodynamische/aeroakustische Optimierung der Rotoren
- Optimierung der Getriebegeräusche (untergeordnet)



2. Schallemission - Schallausbreitung - Schallimmission

Beispiel: WEA, 5 MW $L_{WA} \approx 124$ dB(A), Nabenhöhe 100m



Zusammenfassung - Ausblick

- schalltechnische Beurteilung WEA gemäß TA Lärm i.V. mit Leitfaden LAI
- gesicherte Ausgangsdaten zur Emission (Herstellerangaben) erforderlich
- über Schallausbreitungsrechnung Prognose der Immission L_r
- Wenn $L_r < IRW$ TA Lärm ist im Regelfall davon auszugehen, dass schädliche Umwelteinwirkungen durch Geräusche im Sinne von § 3 Abs. 1 BImSchG nicht vorliegen
- Nach Inbetriebnahme im Regelfall Abnahmemessung zum Nachweis der Richtigkeit der Prognose erforderlich.

Fazit:

Schalltechnischer Prognose kommt hohe Bedeutung zu, da im Regelfall hinterher keine Maßnahmen zum Schallschutz mehr möglich sind!

Zusammenfassung - Ausblick

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!