



**WIND-consult**

Quo Vadis Genehmigungspraxis

Was sind die Herausforderungen im  
Immissionsschutz?

WIND-consult  
Ingenieurgesellschaft für umweltschonende Energiewandlung mbH  
Christian Hoffmann M. Eng.  
Reuterstr. 9  
18211 Admannshagen-Bargeshagen  
[www.wind-consult.de](http://www.wind-consult.de)  
[company@wind-consult.de](mailto:company@wind-consult.de)



# Inhalt



Stand der Anlagentechnik

Herausforderung Prognose

Prognose und Abnahmemessung

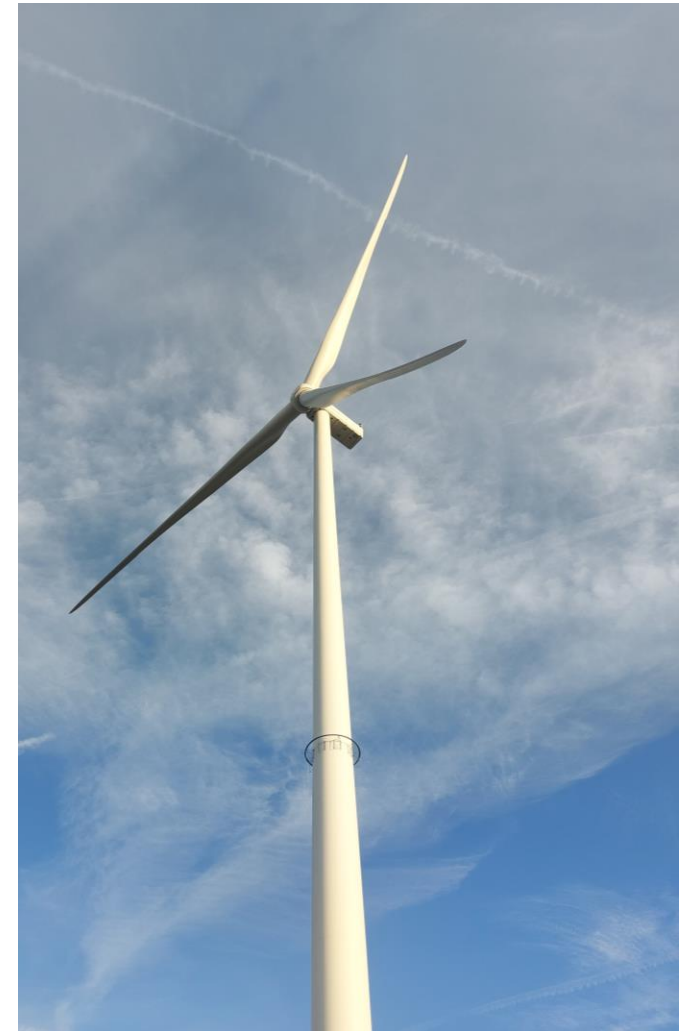
Herausforderung Abnahmemessung

Abnahmemessung und Tonhaltigkeit

Immissionsmessung als Abnahmemessung

# Stand der Anlagentechnik

- Nabenhöhen von bis zu 199 m
- Rotordurchmesser von 130 m bis 175 m
- Nennleistungen von 4 MW bis 7 MW
- Anlagen mit und ohne Getriebe
- Anlagen mit Asynchron- oder Synchrongeneratoren
- Anlagen mit Stahlturm / Beton-Hybrid-Turm
- Anlagen mit Teil- oder Vollumrichter
- Anlagen mit Hauptumrichter / Transformator im Maschinenhaus oder auf dem Boden
- Anlagen mit elektrischem und hydraulischem Blattwinkelverstellung (Pitch)



# Stand der Anlagentechnik

Nordex N163/6.X

$P_n = 6.800 \text{ kW}$  bei 13,5 m/s auf NH

ENERCON E-160 EP5 E3 R1

$P_n = 5.560 \text{ kW}$  bei 13,0 m/s auf NH

Vestas V162-6.2 MW

$P_n = 6.200 \text{ kW}$  bei 13,5 m/s auf NH

Beispiel:

Nabenhöhe:

169 m

Windgeschwindigkeit auf Nabenhöhe:

13,0 m/s

Windgeschwindigkeit auf einer Höhe von 10 m:

8,5 m/s

DWD-Windwarnskala (ca. 10 m Höhe)

8 bis 10 m/s : Beaufortgrad 5 | frische Brise, frischer Wind

kleine Laubbäume beginnen zu schwanken,

Schaumkronen bilden sich auf See



# Stand der Anlagentechnik

## Nordex N163/6.X

10 Nabenhöhen // 17 Betriebsmodi (Nabenhöhenabhängig)

Mode 1 |  $P_n = 6.800 \text{ kW}$  |  $L_W = 107,2 \text{ dB(A)}$

Mode 17 |  $P_n = 3.180 \text{ kW}$  |  $L_W = 97,8 \text{ dB(A)}$

## ENERCON E-160 EP5 E3 R1

5 Nabenhöhen // 9 Betriebsmodi (Nabenhöhenabhängig)

BM 0 s |  $P_n = 5.560 \text{ kW}$  |  $L_W = 106,8 \text{ dB(A)}$

NR VIII s |  $P_n = 2.250 \text{ kW}$  |  $L_W = 98,0 \text{ dB(A)}$

## Vestas V162-6.2 MW

4 Nabenhöhen // 8 Betriebsmodi (Nabenhöhenabhängig)

PO6200 |  $P_n = 6.200 \text{ kW}$  |  $L_W = 104,8 \text{ dB(A)}$

SO6 |  $P_n = 3.622 \text{ kW}$  |  $L_W = 98,0 \text{ dB(A)}$

## Herausforderung Prognose

- Gewählter Betriebsmodus in der Regel abhängig vom möglichen IRW-Anteil
- Nutzung der vom Hersteller spezifizierten Angaben
- Unter Umständen keine Typvermessung vorhanden  
→ kein Nachtbetrieb
- 3fach-Zusammenfassung in der Regel nur für den lautesten Betriebsmodus



Messergebnisse das Beste für die Prognose?

Typ- bzw. Einfachvermessung

- Gibt unter Umständen das akustische Verhalten nur bedingt genau wieder → Stichprobe
- Grundsätzlich abhängig von den jeweiligen Mess- und Standortbedingungen → unter Umständen nicht übertragbar
- Keine Berücksichtigung vom „Eigenverhalten“ der Hauptkomponenten verschiedener Hersteller (z.B. Vermessen wurde Getriebe A, geplante Anlage hat nach Errichtung Getriebe B)

Messergebnisse das Beste für die Prognose?

3fach- bzw. Mehrfachzusammenfassungen

- Zusammenfassung bezieht sich u.U. auf zu „gute“ Messergebnisse (Standardabweichung  $s = 0,1$  dB)
- ggf. nur gleiche bzw. vergleichbare Umgebungsbedingungen berücksichtigt (z. B. flaches gegenüber komplexem Gelände, abgeerntete gegenüber bewachsener Ackerfläche)
- ggf. keine Berücksichtigung unterschiedlicher Nabenhöhen
- ggf. keine Berücksichtigung vom Hauptkomponenten unterschiedlicher Hersteller (z. B. nur Getriebe des Herstellers A)



## Prognose und Abnahmemessung

- Keine Berücksichtigung von besonderen Standortverhältnissen in der Prognose (Busch- und Baumreihen, Hindernisse)
- Keine Berücksichtigung der besonderen Gegebenheiten von Waldstandorten
- Prognose mit Eingangsdaten aus Einfach- bzw. Mehrfachvermessungen u.U. in der Abnahmemessung nicht nachweisbar



## Prognose und Abnahmemessung

- Beispiel 1 (Einfachvermessung):

Eingangswert Prognose: 100,8 dB(A)

Gewährleistung Hersteller: 102,0 dB(A)  $\pm$  1,5 dB(A)

Messwert Abnahmemessung: 101,5 dB(A)

- Beispiel 2 (Mehrfachvermessung):

Eingangswert Prognose: 105,2 dB(A),  $s = 0,2$  dB(A)

$L_{e,max} = 105,9$  dB(A)

Gewährleistung Hersteller: 106,0 dB(A)

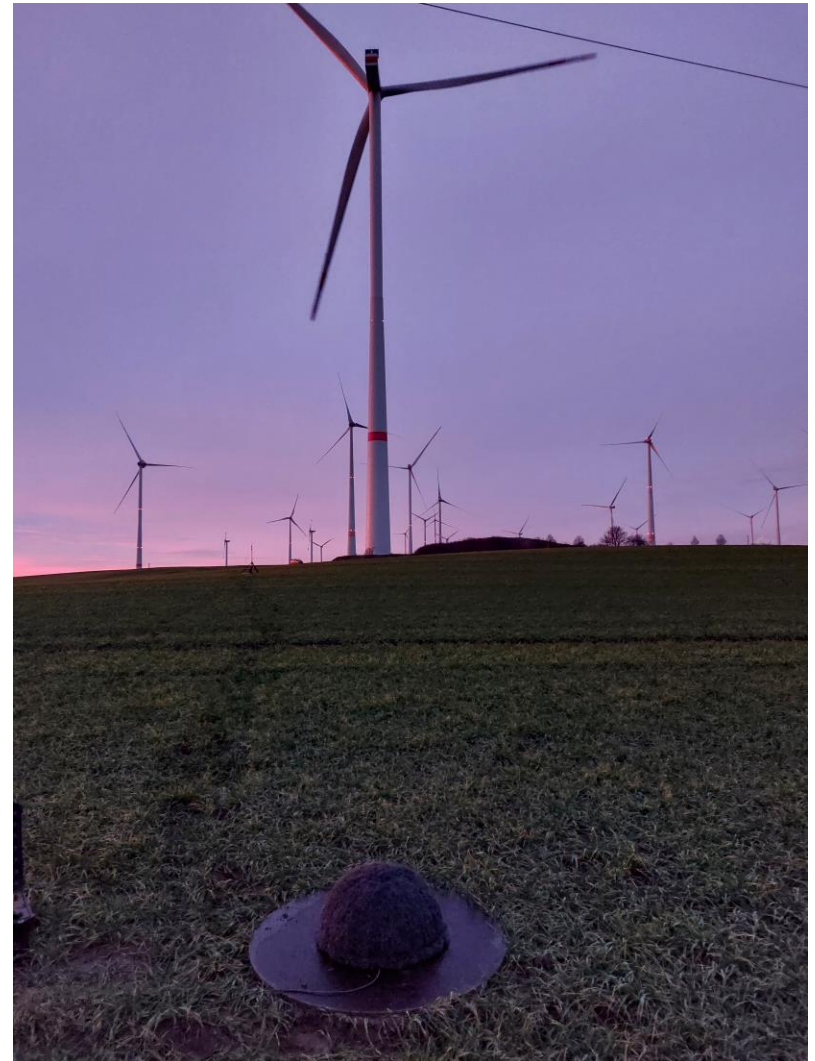
Messwert Abnahmemessung: 105,7 dB(A) + 0,6 dB(A)

( $1,28 \cdot \sigma_R$  berücksichtigt)

# Herausforderung Abnahmemessung

## Emissionsmessungen

- Messentfernung abhängig von Gesamthöhe der WEA
- Referenzentfernungen moderner WEA > 250 m
- u. U. Immer mehr Fremdanlagen abschalten
- ggf. Hindernisse zwischen WEA und Messpositionen
- ggf. mehr nicht abschaltbare Störquellen an Messposition
- Vermessung von Schallleistungspegel kleiner 98 dB(A) ggf. nicht möglich



## Abnahmemessung und Tonhaltigkeit

LAI-Hinweise 2016 „magische“ Grenze für Tonhaltigkeit

Bei  $K_{TN} < 2$  dB → keine weiteren Maßnahmen

Bei  $K_{TN} = 2$  dB → immissionsseitige Beurteilung der Tonhaltigkeit erforderlich

Bei  $K_{TN} > 2$  dB → WEA nicht Stand der Technik (Ausnahme  $f \geq 3$  kHz)

Immissionsseitige Beurteilung laut LAI

Prognose:

Prüfung auf immissionsseitige Tonhaltigkeit ( $K_T > 0$  dB)

Abnahmemessung:

Prüfung auf Immissionsrelevanz

# Abnahmemessung und Tonhaltigkeit

1. Ab wann ist ein Ton immissionsrelevant?
2. Welche Bewertungsgrundlage gilt (Subjektiv oder Objektiv)?
3. Was ist, wenn  $K_T > 0$  dB aber  $L_r < \text{IRW-Anteil}$ ?
4. Was ist, wenn  $K_{TN} > 2$  dB aber  $K_T = 0$  dB bzw. nicht ermittelbar?
5. Was ist wenn  $K_{TN}$  bzw.  $K_T$  nur zeitweise auftritt?

$$L_r = 10 \lg \left[ \frac{1}{T_r} \sum_{j=1}^N T_j \cdot 10^{0,1(L_{Aeq,j} - C_{met} + K_{T,j} + K_{L,j} + K_{R,j})} \right]$$

Besonderheiten WEA (in der Praxis):

- $T_j = T_r$
- $C_{met} = 0$  dB
- $K_L = 0$  dB
- $K_R$  gemäß 6.5 TA Lärm

# Immissionsmessung als Abnahmemessung

## Immissionsmessungen

- Aussagekraft von Einzelmessungen sehr zweifelhaft
  - keine Mitwindrichtung
  - keine Maximalemission ermittelt (vor allem bei Windparks)
  - Unzureichender Störabstand
  - Falsche Messposition


→ Mögliche Lösung  
Langzeitmessungen



# Immissionsmessung als Abnahmemessung

## Langzeitmessungen

- Vorteil
    - Erfassung aller Windrichtungen
    - Erfassung aller spezifischen Standortbedingungen
    - Erfassung Maximalemission möglich
    - Ausreichender Störabstand möglich
  - Nachteil
    - Nicht moderierte Messung
    - Nicht sicher vor Manipulationen
    - Keine dauerhafte Quellentrennung möglich
    - Kein standardisiertes Vorgehen in Bezug auf Messung und Auswertung
- Schaffung einer einheitlichen Vorgehensweise in Form einer Norm / Richtlinie



Danke  
für Ihre  
Aufmerk-  
samkeit



**WIND-consult**

Christian Hoffmann M.Eng.

Leiter Arbeitsgruppe Schall

Leiter (fachl. Vertantw.) der Messstelle gemäß § 29b BImSchG

WIND-consult GmbH

Reuterstr. 9

18211 Admannshagen-Bargeshagen

[www.wind-consult.de](http://www.wind-consult.de)

[christian.hoffmann@wind-consult.de](mailto:christian.hoffmann@wind-consult.de)

