

Hinweise zum Schallimmissionsschutz  
bei Windkraftanlagen der  
Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft für  
Immissionsschutz (LAI)

- 1) Vorstellung
- 2) Einleitung
- 3) Berechnung ISO 9613-2 / Interimsverfahren
- 4) LAI-Hinweise
- 5) Fazit

- Bekanntgegebene Messstelle zur Ermittlung von Geräuschemissionen und -immissionen nach § § 26, 28 (BImSchG)
- DAkkS - Akkreditierung seit 07.11.2017
- Mitglied der Fördergesellschaft Windenergie (FGW e. V.)

- Genauigkeit der DIN ISO 9613-2 nur bis 30 m mittlere Ausbreitungshöhe
- Feldstudie des Landes NRW ergab systematische Abweichung von Messung und Berechnung
- NALS veröffentlicht Interimsverfahren zur Prognose der Geräuschemissionen von Windenergieanlagen, Fassung 2015-05.1
- Validierung des Interimsverfahrens durch Messungen an hohen WEA
- Zeitgleich Master-Thesis Lasse Roeßler „Schallausbreitung hochliegender Quellen“

## ISO 9613-2 mit alternativer Bodendämpfung

### Interimsverfahren

$$L_T = L_W - A_{div} - A_{atm} - A_{gr} \quad \begin{matrix} \nearrow -3 \text{ dB} \\ \end{matrix}$$

Geometrisch:  $A_{div} = 20 \log(d/d_0) + 8 \quad \begin{matrix} \nearrow 11 \\ \end{matrix}$

Luft (nicht spektral):  $A_{atm} = d \cdot \alpha_{500\text{Hz}}/1000$

Luft (spektral):  $A_{atm} = d \cdot \alpha/1000$

Boden:  $A_{gr} = 0 \text{ bis } 4,8 \text{ dB}$

- Beschluss der LAI vom 08.09.2017:

Überarbeiteter **Entwurf** vom 17.03.2015 mit Änderungen des PhysE vom 23.06.2016, Stand 30.06.2016 der Hinweise zum Schallimmissionsschutz bei Windkraftanlagen

- Antrag (Schallimmissionsprognose)
- Genehmigung (Nebenbestimmungen)
- Betrieb (Abnahmemessung)

## Vorgehensweise Schallimmissionsprognose

- mittlere Höhe zwischen Quelle und Empfänger bis 30 m gemäß DIN ISO 9613-2
- Windenergieanlagen über 30 m Nabenhöhe gemäß Interimsverfahren
- Lage der maßgeblichen Immissionsorte
- Reflexionsmöglichkeiten

## Grundsätzlich gilt:

- Drehbewegung ist weder ton- noch impulshaltig
- Durch Infraschallerzeugung sind keine Gesundheitsschäden und erhebliche Belästigungen zu erwarten
- Beurteilungspegel als ganzzahlige Werte gemäß den Rundungsregeln der DIN 1333



## 90 % - Vertrauensbereichsobergrenze

$$L_{r,90} = L_r + 1,28 \cdot \sqrt{(\sigma_R^2 + \sigma_P^2 + \sigma_{\text{Prog}}^2)}$$

- Unsicherheit der Typvermessung  $\sigma_R = 0,5$  dB
- Unsicherheit durch Serienstreuung  $\sigma_P = 1,2$  dB oder Standardabweichung  $s$
- Unsicherheit des Prognosemodells  $\sigma_{\text{Prog}} = 1$  dB

## **Ermittlung der Zusatzbelastung:**

1. Angabe des Herstellers
2. Einfachvermessung
3. Mehrfachvermessung

## Weg 1: Herstellerangabe

Prognose:

- Nur Unsicherheit des Prognosemodells  
keine Unsicherheit der Emissionsdaten, da Abnahmemessung  
Zuschlag für 90%-Vertrauensbereichsobergrenze = 1,28 dB

Genehmigung:

- Maximal zulässiger Emissionspegel entspricht  
Herstellerangabe
- Abnahmemessung innerhalb eines Jahres nach IB,  
wenn WEA relevant einwirkt (IRW – 15 dB)
- Nachtbetrieb erst nach Vorlage einer  
Typenvermessung

## Weg 2: Einfachvermessung

Prognose:

- Unsicherheit der Emissionsdaten (Typvermessung, Serienstreuung) und des Prognosemodells  
Zuschlag für 90%-Vertrauensbereichsobergrenze = 2,1 dB

Genehmigung:

- Maximal zulässiger Emissionspegel entspricht mittlerem Schalleistungspegel und Unsicherheit der Emissionsdaten
- Abnahmemessung wird empfohlen

## Weg 3: Mehrfachvermessung

Prognose:

- Unsicherheit der Emissionsdaten (Typvermessung, Standardabweichung) und des Prognosemodells  
Zuschlag für 90%-Vertrauensbereichsobergrenze  $> 1,4$  dB

Genehmigung:

- Maximal zulässiger Emissionspegel entspricht mittlerem Schallleistungspegel und Unsicherheit der Emissionsdaten
- keine Abnahmemessung

## Emissionsseitige Abnahmemessung

- Anforderungen gemäß TR 1 der FGW
- Messunsicherheit  $U_C$  geht zu Lasten des Betreibers
- Neuberechnung nach dem Interimsverfahren
- Vergleich der Immissionspegel (gemessenes Emissionsspektrum – prognostiziertes Emissionsspektrum)
- Emission darf keine relevante Tonhaltigkeit aufweisen
- Geringe Tonhaltigkeit ( $K_{TN} = 2 \text{ dB}$ ) muss immissionsseitig geprüft werden

**Gilt nach Auskunft der Behörden auch für Bestandsanlagen**

## Immissionsmessung

- nur im Einzelfall
- vorzugsweise nachts, d. h. eine Stunde vor Sonnenuntergang bis eine Stunde nach Sonnenaufgang
- bei geringer Tonhaltigkeit ( $K_{TN} = 2$  dB) nur im emissionsseitig auffälligen Windgeschwindigkeits- / Leistungs- / Drehzahlbereich

## Tonhaltigkeit / Tonzuschläge

- $K_{TN}$  von über 2 dB entspricht nicht dem Stand der Technik
- $K_{TN}$  von 0 bis 2 dB führt zu keinem Tonzuschlag  $K_T$  am Immissionsort
- $K_{TN} = 2$  dB (geringe Tonhaltigkeit), dann Abnahmemessung am Immissionsort
- positiver Nachweis bei Immissionsmessungen erfordert Minderungsmaßnahmen
  - kurzfristig z. B. Vermeiden der kritischen Drehzahlen
  - langfristig technische Minderungsmaßnahmen

## Herstellergarantien / Vertragsgestaltung



- Unterschiedliche Ansätze für die Zusatzbelastung führen zu ähnlichen maximal zulässigen Emissionspegeln
- Wie wird die herstellerepezifische Unsicherheit berücksichtigt?
- Ist die Prognoseunsicherheit notwendig, da bereits das Interimsverfahren den oberen Vertrauensbereich der Messungen abbildet?
- Geringe Tonhaltigkeit von  $K_{TN} = 2$  dB in den Planungsunterlagen führt zu Immissionsmessungen
- $K_{TN}$  von 2 verletzt nach unserem Kenntnisstand bislang nicht Herstellergarantien

- Im Vergleich zu Berechnungen nach ISO 9613-2 können Beurteilungspegel um bis zu 5 dB zunehmen
- Auf zurzeit laufende Abnahmemessungen sollen die LAI-Hinweise angewendet werden
- Messunsicherheit  $U_c$  geht zu Lasten des Betreibers
- Bestandsanlagen, für die keine Abnahmemessungen vorliegen, sollen im Beschwerdefalle gemäß den LAI-Hinweisen nachbetrachtet werden

**Vielen Dank für Ihre  
Aufmerksamkeit**

*Vortrag zum Download:*

**[www.akustik-busch.de/infos/](http://www.akustik-busch.de/infos/)**

INGENIEURBÜRO FÜR AKUSTIK BUSCH GmbH  
Eckernförder Straße 315  
24119 Kronshagen  
Deutschland  
[www.akustik-busch.de](http://www.akustik-busch.de)

