

## 6. Begleitgruppe Schall

Michael Stotzer

30.08.2018



### Schall

- Aufgabe
- Gesetzliche Grundlagen
- Berechnungsmethode
- Berechnungsgrundlage
- Resultate
- Massnahmen

# Schall

## Aufgabe

Durch Verwirbelungen der Luft entlang des Rotorblattes entstehen Geräusche, die in der Umgebung von Windenergieanlagen in gewissen Betriebszuständen - vor allem bei mittleren Windgeschwindigkeiten - wahrgenommen werden können.

Weht der Wind stark, so übertönen die Windgeräusche die Anlagengeräusche. Bei Schwachwind sind die Anlagengeräusche ebenfalls nicht wahrnehmbar.

Der Abschnitt Schall zeigt, wie man diesen berechnet und welche Massnahmen dagegen ergriffen werden können.

# Schall

## Gesetzliche Grundlagen

Umweltschutzgesetz (USG), Art. 11ff	National
Lärmschutzverordnung (LSV)	National, für sämtliche Quellen
Eidg. Materialprüfungs- und Forschungsanstalt (EMPA)	Spezifische Empfehlungen für Windenergie in der LSV

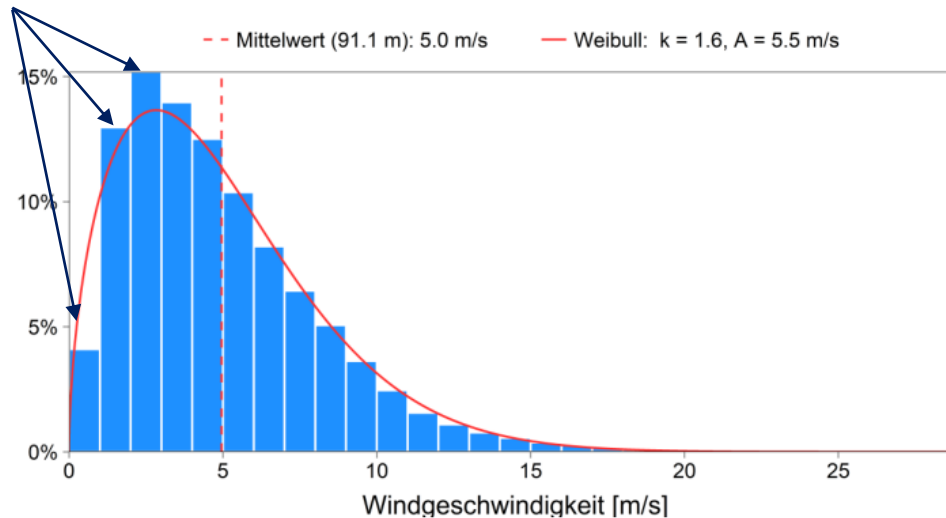
Im Projektperimeter befinden sich einzelne Wohnhäuser in der **Landwirtschaftszone**, die gemäss Lärmschutzverordnung der **Empfindlichkeitsstufe ES III** entspricht. In dieser Zone liegt der **Belastungsgrenzwert (Planungswert) nachts bei 50 dB(A)** und am **Tag bei 60 dB(A)**.

Um den Projektperimeter herum befinden sich **Wohnzonen**, in der Lärmschutzverordnung als **Empfindlichkeitsstufe ES II** klassiert. Hier muss **nachts ein Belastungsgrenzwert von 45 dB(A)** und am **Tag von 55 dB(A)** eingehalten werden.

# Schall

## Berechnungsmethode

Windenergielärm gilt als Gewerbelärm. Der Beurteilungspegel für Industrie- und Gewerbelärm wird aus den Teilbeurteilungspegeln der einzelnen Lärmphasen berechnet. **Jede Lärmphase entspricht einer Windgeschwindigkeit, da die Emissionen von der Windgeschwindigkeit abhängen.**



**Das heisst: eine Anlage in einem Gebiet mit viel Wind wird als lauter berechnet als eine Anlage in einem Gebiet mit wenig Wind!**

# Schall

## Berechnungsmethode (2)

Um sagen zu können, mit welcher Schall-Emission (Beurteilungspegel  $L_{r,i}$ ) bei der Beurteilung der Umweltverträglichkeit gerechnet werden muss, wird von einem **mittleren Schallpegel** ( $L_{eq,i}$ ) ausgegangen. Dieser ergibt sich aus der **mittleren Windgeschwindigkeit**, errechnet aus den einzelnen Windgeschwindigkeiten (jede Lärmphase entspricht einer Windgeschwindigkeit). Diesem mittleren Schallpegel werden nun Korrekturpegel ( $K_1$ ,  $K_2$  und  $K_3$ ) dazugezählt, womit dieser bei der Beurteilung der Umweltverträglichkeit höher ist, als der eigentliche Maximalpegel, welcher vom Anlagenhersteller garantiert ist. Das heisst, dem errechneten Schallpegel liegen **konservative Annahmen** zugrunde. Schliesslich wird das Verhältnis von Lärmphase zur Gesamtbeurteilungszeit berücksichtigt ( $t_i / t_0$ ).

$$L_{r,i} = L_{eq,i} + K_{1,i} + K_{2,i} + K_{3,i} + 10 \cdot \log(t_i / t_0)$$

Nach LSV:	$L_{eq,i}$ :	Mittlerer Schallpegel während der Lärmphase i
	$K_1$ :	WEA sind «Anlagen der Industrie», daher $K_1 = 5$
	$K_2$ :	Hörbarkeit und Tongehalt, ist bei WEA gleich 0 zu setzen.
	$K_3$ :	Hörbarkeit des Impulsgehalts (Impulsgehalt ist ein wiederkehrendes Geräusch). Liegt entweder bei 2 oder bei 4.
	$t_i / t_0$ :	Verhältnis von Lärmphase zur Gesamtbeurteilungszeit.

# Schall

## Berechnungsgrundlagen

Auf Basis des Umweltrechts:

- Bei der Berechnung wurde der Lärm aller Anlagen zusammen berücksichtigt, also auch der Anlage auf der Luzerner Seite (kumulative Berücksichtigung!).

Aus dem Bericht der EMPA von 2010:

- Berechnung nach ISO 9613-2 (weltweiter Standard für Lärmberechnungen)
- Keine Richtungskorrektur (Windrichtung wird nicht berücksichtigt, weil der Wind aus verschiedenen Richtungen weht)
- Keine Bodendämpfung
- Bodenreflektion konstant +1 dB(A)
- Keine meteorologischen Effekte
- $K_3 = 2$  oder 4. Wir rechnen konservativ mit 4.

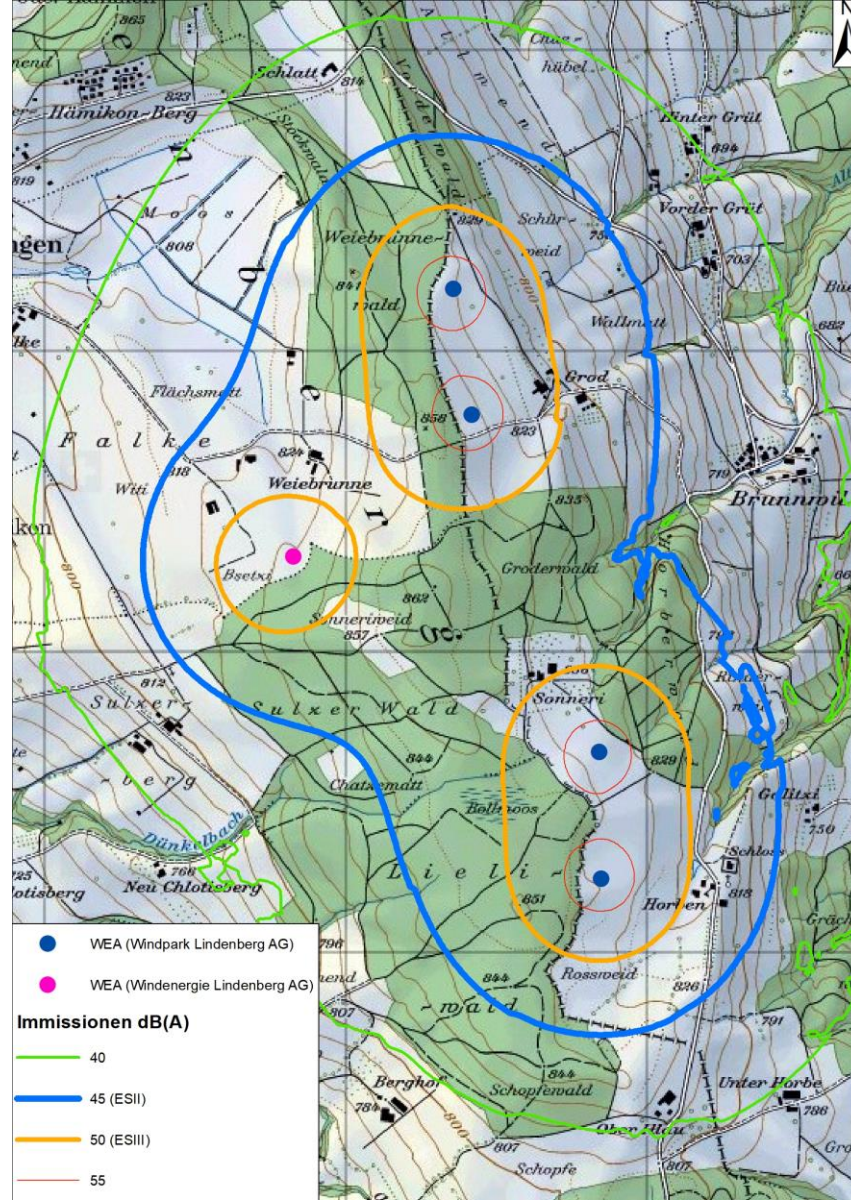
# Schall

## Resultate (E141)

Knappes Überschreiten der Planungswerte im Grod. Massnahmen sind möglich.

Für die Anlage Luzern wurden die Werte geschätzt, da keine Daten vorliegen. Es ist aber davon auszugehen, dass keine wesentlichen Änderungen eintreten werden.

**Wenn die genauen Standorte feststehen erfolgt eine neue Berechnung mit dem gewählten Anlagentyp und den standortgenauen Winddaten. Die Abstände der Linien werden sehr ähnlich bleiben.**





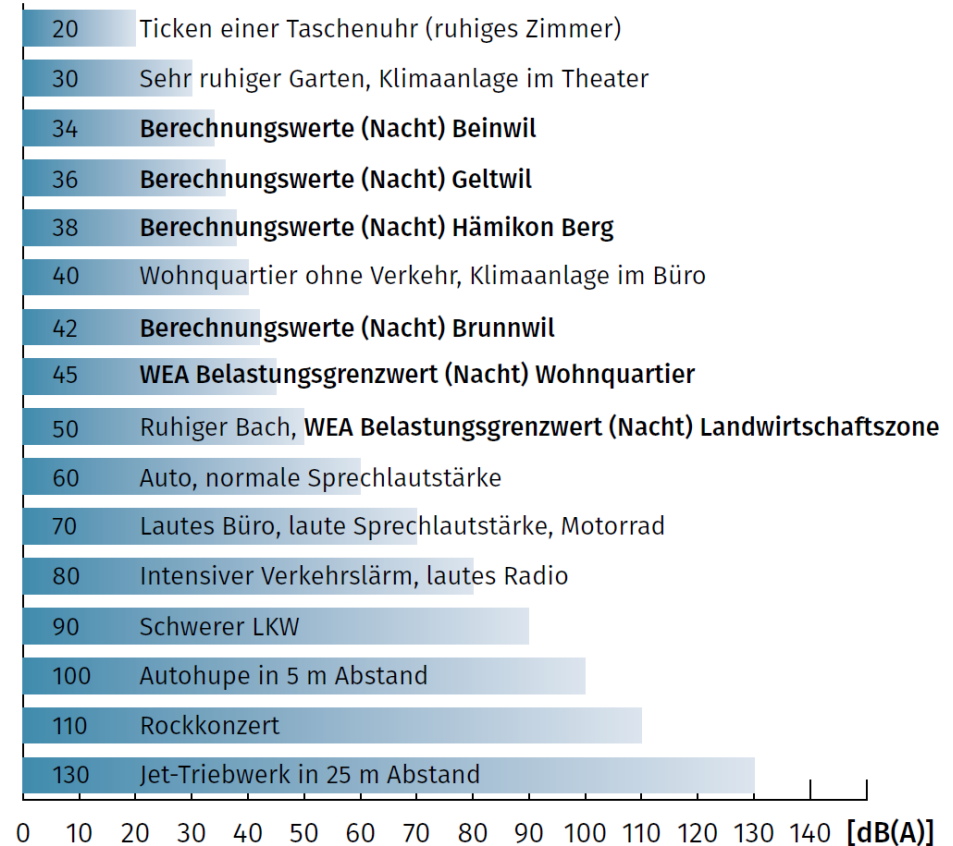
# Schall

## Vergleich Resultate (E141)

Die nebenstehende Tabelle vergleicht den Schallpegel verschiedener Schallquellen mit den zu erwartenden Schallpegeln durch das Projekt.

Schall durch Windkraftanlagen ist nicht kontinuierlich hörbar. Bei wenig Wind findet am Flügel nur eine geringe Verwirbelung statt. Deswegen kann die Windkraftanlage in diesem Betriebsbereich nicht oder nur im absoluten Nahbereich gehört werden.

Herrschen Windgeschwindigkeiten über 8 m/s (ca. 30 km/h), so sind die Umgebungsgeräusche lauter als der Schall der Windkraftanlagen.



# Schall

## Massnahmen

Zur Einhaltung der Lärmschutzverordnung können die folgenden Massnahmen getroffen werden:

- Schallreduzierter Betrieb bei Überschreitung der Grenzwerte durch Reduktion der Rotordrehzahl.
- Die Umsetzung dieser Massnahme bringt eine Energieeinbusse mit sich. → Berechnung der wirtschaftlichen Tragbarkeit notwendig.
- Sollte nach Inbetriebnahme festgestellt werden, dass der die Belastungsgrenzwerte überschritten werden, kann ein reduzierter Betrieb auch nachträglich vom Kanton angeordnet werden.

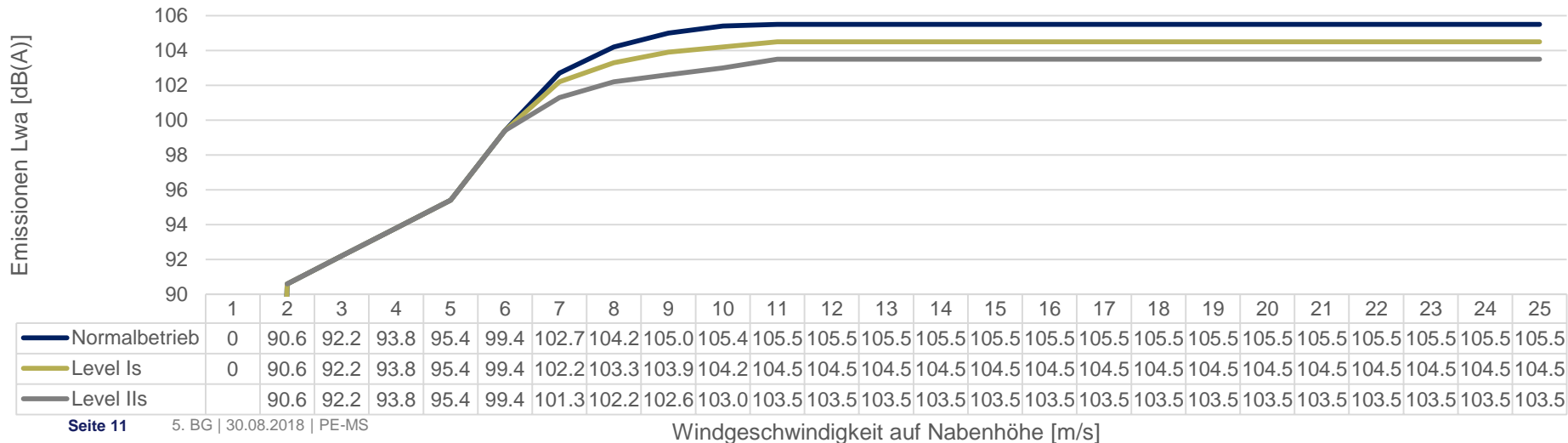
# Schall

## Massnahmen (Schallreduzierter Betrieb)

Beim reduzierten Betrieb werden die Rotorblätter leicht aus dem Wind gedreht (Pitch-Regelung). Dadurch nehmen sie weniger Energie aus dem Wind auf und drehen dadurch langsamer.

Beispiel einer E-141: Im Normalbetrieb erreicht die Anlage ein Maximum von 105.5 dB(A). Beim reduzierten Betrieb «Level Is» sinkt der Maximalwert auf 104.5 dB(A). Wird weiter reduziert (Level IIs) sinkt der Maximalwert auf 103.5 dB(A).

Weitere Reduktionen sind möglich.



# Schall

## Fazit

Die Resultate sind standortspezifisch:

- Die Emissionen hängen von den Windverhältnissen ab (Lärmphasen)
- Die Emissionen hängen von der Anlagenposition ab

Die Resultate sind anlagenspezifisch:

- Die Emissionen hängen vom Anlagentyp ab
- Die Emissionen hängen vom Betriebsmodus ab

Es folgt, dass

- Die Berechnung der Immissionen von der weiteren Entwicklung des Projektes abhängt
- mit Hilfe der Betriebsmodi die Immissionen auch nach Inbetriebnahme verändert werden können.