

# Eingangsgrößen für Schallimmissionsprognosen Vestas V172-7.2 MW

| Datum / Version     | Änderungshistorie  |
|---------------------|--|
| 2022.05.02 / Rev.00 | Erstellung (Vorläufig)   |
| 2022.07.11 / Rev.01 | Schallmodi SO3 (101,0) in SO5 und SO6 (98,0) in SO8 umbenannt. Schallmodi SO1 (105,0), SO2 (104,0), SO3 (103,0), SO4 (102,0), SO6 (100,0) und SO7 (99,0) ergänzt.  |
| 2023.02.06 / Rev.02 | Nabenhöhe 199m implementiert; Betriebsmodi PO6800 (106,0) ergänzt.   |
| 2023.03.10 / Rev.03 | 2kHz-Oktave des PO6800 Fehler korrigiert (von 84,4 auf 94,4)   |
| 2024.01.22 / Rev.04 | Anpassung Hinweistext unter Tabelle 1  |
| 2024-02-29 / Rev.05 | Der Satz „Der minimale Abstand zwischen der Windenergieanlage und dem Immissionspunkt muss (3) x Gesamthöhe der Windenergieanlage, jedoch Minimum 500m betragen.“ Wurde ersetzt durch „Der minimale Abstand zwischen der Windenergieanlage und dem Immissionspunkt muss dem größeren Wert aus I) drei (3) x Gesamthöhe der Windenergieanlage oder II) 600m entsprechen.“; Hinweisblatt in Tabelle 1 Hinweisblatt hinzugefügt und Versionierung der Spezifikation entfernt. |

Die für den Windenergieanlagentyp und Betriebsmodus spezifischen Eingangsgrößen für Schallimmissionsprognosen bestehen aus

- Mittlerer Schalleistungspegel  $\overline{L}_W$  (P50) und
- dazugehörigen Oktavspektrum
- Unsicherheit des Schalleistungspegels  $\sigma_{WTG}$  mit einem Vertrauensniveau von 90% (P90):  $1,28 \times \sigma_{WTG}$

und bilden unter anderem die Grundlage der Schallimmissionsprognosen für die Windparkplanung.

Als Datengrundlage stehen Schalleistungspegel und Oktavspektrum in Abhängigkeit der Verfügbarkeit aus einer der folgenden Quellen zu Verfügung:

- Herstellerangabe (siehe Absatz A)
- Einfachvermessung (siehe Absatz B)
- Mehrfachvermessung (Ergebniszusammenfassung aus mind. 3 Einzelmessungen (siehe Absatz C))

Der minimale Abstand zwischen der Windenergieanlage und dem Immissionspunkt muss dem größeren Wert aus

- I) drei (3) x Gesamthöhe der Windenergieanlage oder
- II) 600m

entsprechen.

| Blattkonfiguration       | STE & RVG (Standard)  |                |             |             |             |             |             |             |            |            |
|--------------------------|---|----------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|------------|------------|
| Spezifikation            | V172-7.2 MW: Leistungsspezifikation 0127-1584<br>V172-6.8 MW: Leistungsspezifikation 0127-1583 und Hinweisblatt 0159-6287 |                |             |             |             |             |             |             |            |            |
| Betriebsmodi (LWA,(P50)) | PO7200 (106,9)  | PO6800 (106,0) | SO1 (105,0) | SO2 (104,0) | SO3 (103,0) | SO4 (102,0) | SO5 (101,0) | SO6 (100,0) | SO7 (99,0) | SO8 (98,0) |
| Nennleistung [kW]        | 7200  | 6800           | 6800        | 6656        | 6375        | 6100        | 5829        | 5567        | 5307       | 5046       |
| Nenndrehzahl [1/min]     | 9,5   | 9,0            | 9,0         | 8,8         | 8,4         | 8,1         | 7,7         | 7,4         | 7,1        | 6,7        |
|                          | Nabenhöhen [m]  |                |             |             |             |             |             |             |            |            |
| Verfügbar:               | 164* / 175* /199*   |                |             |             |             |             |             |             |            |            |
| Datengrundlage           | Absatz A  |                |             |             |             |             |             |             |            |            |
| STE:                     | Serrated Trailing Edges (Sägezahnhinterrante)   |                |             |             |             |             |             |             |            |            |
| RVG:                     | Root Vortex Generatoren   |                |             |             |             |             |             |             |            |            |
| SO:                      | Geräuschoptimierte Modi   |                |             |             |             |             |             |             |            |            |
| *                        | Vorbehaltlich des Finalen Turmdesigns   |                |             |             |             |             |             |             |            |            |

*Tabelle 1: Verfügbare Betriebsmodi für Errichtungen in Deutschland V172-7.2 MW*

**HINWEIS:** Es besteht die Möglichkeit der Tag-/Nachtbetriebskombination mit Geräuschreduzierten Modi (SO). Das heißt Tag/Nacht in der Kombination PO/SO, SO/SO oder ausschließlich eines PO ist möglich. Eine Kombination von unterschiedlichen PO/PO ist nicht möglich.

**Dieses Dokument dient – wie auch die Leistungsspezifikation auch – lediglich der Information über die Eingangsdaten der Garantie der akustischen Eigenschaft und stellt selbst keine Garantie dar. Für die Abgabe einer projektspezifischen Garantie der akustischen Eigenschaft ist der Abschluss eines Liefervertrages zwingende Voraussetzung.**

## A. Herstellerangabe

Liegt kein Schall-Emissionsmessbericht für die geplante Windenergieanlage (WEA) vor muss die Schallimmissionsprognose auf den hier dargestellten Herstellerangaben  $L_{e,max}$  (P90) basieren.

In den VESTAS Spezifikationen (Allgemeine Spezifikation bzw. Leistungsspezifikation) ist der mittlere zu erwartende Schalleistungspegel  $\overline{L}_W$  (P50) dargestellt.

Gemäß dem vom LAI eingeführten Dokument „Hinweise zum Schallimmissionsschutz bei Windkraftanlagen (WKA)“, überarbeiteter Entwurf vom 17.03.2016 mit Änderungen PhysE vom 23.06.2016 Stand 30.06.2016 (LAI Hinweise) enthält die hier dargestellte Herstellerangaben (P90)  $L_{e,max}$  (P90) ebenfalls zu berücksichtigende die Unsicherheit des Schalleistungspegels.

Vestas garantiert den maximal zulässigen Emissionspegel der WEA  $L_{e,max}$  (P90) gemäß nachfolgender Formel:

$$L_{e,max} = \overline{L}_W + 1,28 \cdot \sigma_{WTG}$$

| Blattkonfiguration             | STE & RVG (Standard)                 |                   |                |                |                |                |                |                |               |               |
|--------------------------------|--------------------------------------|-------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|---------------|---------------|
| Betriebsmodi                   | PO7200<br>(106,9)                    | PO6800<br>(106,0) | SO1<br>(105,0) | SO2<br>(104,0) | SO3<br>(103,0) | SO4<br>(102,0) | SO5<br>(101,0) | SO6<br>(100,0) | SO7<br>(99,0) | SO8<br>(98,0) |
| $\overline{L}_W$ (P50) [dB(A)] | 106,9                                | 106,0             | 105,0          | 104,0          | 103,0          | 102,0          | 101,0          | 100,0          | 99,0          | 98,0          |
| $\sigma_{WTG}$                 | 1,3                                  | 1,3               | 1,3            | 1,3            | 1,3            | 1,3            | 1,3            | 1,3            | 1,3           | 1,3           |
| $1,28 \times \sigma_{WTG}$     | 1,664                                | 1,664             | 1,664          | 1,664          | 1,664          | 1,664          | 1,664          | 1,664          | 1,664         | 1,664         |
| $L_{e,max}$ (P90)              | <b>108,6</b>                         | <b>107,7</b>      | <b>106,7</b>   | <b>105,7</b>   | <b>104,7</b>   | <b>103,7</b>   | <b>102,7</b>   | <b>101,7</b>   | <b>100,7</b>  | <b>99,7</b>   |
| Frequenzen                     | Oktavspektrum $\overline{L}_W$ (P50) |                   |                |                |                |                |                |                |               |               |
| 63 Hz                          | 90,6                                 | 89,7              | 88,7           | 87,7           | 86,7           | 85,6           | 85,1           | 84,0           | 83,0          | 81,9          |
| 125 Hz                         | 98,1                                 | 97,2              | 96,3           | 95,3           | 94,2           | 93,2           | 92,1           | 91,0           | 90,0          | 89,0          |
| 250 Hz                         | 101,3                                | 100,4             | 99,4           | 98,4           | 97,4           | 96,4           | 95,0           | 94,0           | 93,0          | 92,0          |
| 500 Hz                         | 101,5                                | 100,6             | 99,6           | 98,6           | 97,6           | 96,6           | 95,7           | 94,7           | 93,7          | 92,7          |
| 1 kHz                          | 99,8                                 | 99,0              | 98,0           | 97,0           | 96,0           | 95,0           | 94,3           | 93,3           | 92,3          | 91,3          |
| 2 kHz                          | 95,3                                 | 94,4              | 93,5           | 92,5           | 91,5           | 90,5           | 89,8           | 88,8           | 87,9          | 86,9          |
| 4 kHz                          | 87,7                                 | 86,9              | 85,9           | 84,9           | 84,0           | 83,0           | 82,3           | 81,4           | 80,4          | 79,5          |
| 8 kHz                          | 77,0                                 | 76,2              | 75,3           | 74,3           | 73,4           | 72,5           | 71,9           | 70,9           | 70,0          | 69,1          |
| <b>A-wgt</b>                   | 106,9                                | 106,0             | 105,0          | 104,0          | 103,0          | 102,0          | 101,0          | 100,0          | 99,0          | 98,0          |

Tabelle 2: Eingangsgößen für Schallimmissionsprognosen V172-7.2 MW, Herstellerangabe

## B. Einfachvermessung

Entfällt, da keine Vermessungen des Windenergieanlagentyps vorliegen.

-----

Sofern ein Schall-Emissionsmessbericht für den geplanten Windenergieanlagentyp (WEA) und Betriebsmode vorliegt muss dieser zur Schallimmissionsprognose gemäß LAI-Hinweisen herangezogen werden. Der Messbericht weist den max. gemessenen Schalleistungspegel  $\overline{L}_W$  (P50) des vermessenen Windenergieanlagentyps und Betriebsmodus aus, sowie das dazugehörige Oktavspektrum.

Zur Ermittlung der Unsicherheit des Schalleistungspegels  $\sigma_{WTG}$  werden die Unsicherheiten der Serienstreuung  $\sigma_P$  und der Typvermessung  $\sigma_R$  (Reproduzierbarkeit) gemäß den Vorgaben des LAI Hinweise herangezogen.

Vestas garantiert den maximal zulässigen Emissionspegel der WEA  $L_{e,max}$  (P90) gemäß folgender Formel:

$$L_{e,max} = \overline{L}_W + 1,28 \cdot \sigma_{WTG}$$

$$\sigma_{WTG} = \sqrt{\sigma_P^2 + \sigma_R^2}$$

$$\text{mit } \sigma_P = 1,2 \text{ dB und } \sigma_R = 0,5 \text{ dB}$$

| Blattkonfiguration         | STE & RVG (Standard) |                   |                |                |                |                |                |                |               |
|----------------------------|----------------------|-------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|---------------|
|                            | PO7200<br>(106,9)    | PO6800<br>(106,0) | SO1<br>(105,0) | SO2<br>(104,0) | SO3<br>(103,0) | SO4<br>(102,0) | SO5<br>(101,0) | SO6<br>(100,0) | SO7<br>(99,0) |
| Betriebsmodi               |                      |                   |                |                |                |                |                |                |               |
| Messbericht (DMS)          | -                    | -                 | -              | -              | -              | -              | -              | -              | -             |
| Berichtsnummer             | -                    | -                 | -              | -              | -              | -              | -              | -              | -             |
| $\overline{L}_W$ (P50)     | -                    | -                 | -              | -              | -              | -              | -              | -              | -             |
| $\sigma_P$                 | -                    | -                 | -              | -              | -              | -              | -              | -              | -             |
| $\sigma_R$                 | -                    | -                 | -              | -              | -              | -              | -              | -              | -             |
| $\sigma_{WTG}$             | -                    | -                 | -              | -              | -              | -              | -              | -              | -             |
| $1,28 \times \sigma_{WTG}$ | -                    | -                 | -              | -              | -              | -              | -              | -              | -             |
| $L_{e,max}$ (P90)          | -                    | -                 | -              | -              | -              | -              | -              | -              | -             |
| Oktavspektrum (P50)        |                      |                   |                |                |                |                |                |                |               |

Tabelle 3: Eingangsgrößen für Schallimmissionsprognosen V172-7.2 MW, Einfachvermessung

## C. Mehrfachvermessung

Entfällt, da keine Mehrfachvermessungen des Windenergieanlagentyps vorliegen.

-----

Sofern mindestens drei Schall-Emissionsmessberichte für den geplanten Windenergieanlagentyp (WEA) und Betriebsmode vorliegt, müssen diese gemäß LAI-Hinweisen zur Schallimmissionsprognose herangezogen werden.

| Blattkonfiguration  | STE & RVG   |               |
|---|---|---------------|
|   | PO7200<br>(106,9)                                   | SO8<br>(98,0) |
| <b>Betriebsmodi</b>   |   |               |
| <b>Ergebniszusammenfassung aus mehrerer Einzelmessungen<br/>(Oktaven und mittlerer Schalleistungspegel, ggf. inkl. NH-Umrechnung)</b> |   |               |
| DMS-Nr.   | -   | -             |
| Berichtsnummer  | -   | -             |
| <b>Messung 1:</b>   | <b>Einzelmessbericht (&amp; ggf. NH-Umrechnung)</b> |               |
| DMS-Nr.   | -   | -             |
| Berichtsnummer  | -   | -             |
| DMS-Nr. der NH-Umrechnung   | -   | -             |
| <b>Messung 2:</b>   | <b>Einzelmessbericht (&amp; ggf. NH-Umrechnung)</b> |               |
| DMS-Nr.   |   |               |
| Berichtsnummer  |   |               |
| DMS-Nr. der NH-Umrechnung   |   |               |
| <b>Messung 3:</b>   | <b>Einzelmessbericht (&amp; ggf. NH-Umrechnung)</b> |               |
| DMS-Nr.   |   |               |
| Berichtsnummer  |   |               |
| DMS-Nr. der NH-Umrechnung   |   |               |

*Tabelle 4: Eingangsgrößen für Schallimmissionsprognosen V172-7.2 MW, Mehrfachvermessung*

Basierend auf den gemessenen Schalleistungspegeln der Einzelmessungen  $L_{WA}$  ist im Mehrfachmessbericht der Mittelwert  $\overline{L_W}$  (P50) der unterschiedlichen Windgeschwindigkeits-BIN ermittelt und dargestellt.

Hieraus wählt man den Betriebspunkt/Windgeschwindigkeits-BIN mit dem max. mittleren Schalleistungspegel  $L_W$  (P50) und betrachtet nachfolgende diesen Betriebspunkt.

Zur Ermittlung der Unsicherheit des mittleren Schalleistungspegels  $\sigma_{WTG}$  wird wie folgt berechnet:

$$\sigma_{WTG} = \sqrt{\sigma_P^2 + \sigma_R^2} \quad (P50)$$

Die Serienstreuung  $\sigma_P$  des WEA-Typs wird unter Berücksichtigung einer kombinierten Unsicherheit des Mittelwertes unter Berücksichtigung der Unsicherheit der Einzelmesswertes

$\sigma_i$  (berechnet aus  $U_c$  der Einzelvermessung & des Fehlers der NH-Umrechnung  $\sigma_{NH}$ ) wie folgt bestimmt:

$$\sigma_P = \frac{\sum_{i=1}^n \sigma_i \cdot 10^{(L_{wA,i}/10)}}{\sum_{i=1}^n 10^{(L_{wA,i}/10)}}$$

mit

$$\sigma_i = \sqrt{U_c^2 + \sigma_{NH}^2}$$

Für die Unsicherheit der Typvermessung (Reproduzierbarkeit)  $\sigma_R$  wird 0,5 gemäß LAI Hinweise angesetzt.

Der WEA-spezifische Unsicherheitsaufschlag (Unsicherheit des mittleren Schalleistungspegels  $\sigma_{WTG}$  mit einem Vertrauensniveau von 90% (P90)) beträgt

1,28 x  $\sigma_{WTG}$  (gerundet auf einer Dezimale), jedoch Minimum 1dB(A).