



BESTIMMUNG DER SCHALLLEISTUNGSPEGEL EINER WEA DES TYPUS VESTAS V136-4.2 MW 50 HZ IM BETRIEBSMODUS POWER OPTIMIZED MODE PO1 AUS MEHREREN EINZELMESSUNGEN

Ergebniszusammenfassung aus mehreren Einzelmessungen

VESTAS WIND SYSTEMS A/S

Berichtsnummer: 10346746-A-5-A

Berichtsdatum: 2022-09-05





WICHTIGER HINWEIS UND HAFTUNGSAUSSCHLUSS

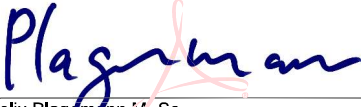


1. Dieses Dokument ist ausschließlich zur Verwendung durch den auf der nächsten Seite dieses Dokuments genannten Kunden bestimmt, an den dieses Dokument gerichtet ist und der eine schriftliche Vereinbarung mit dem DNV-Unternehmen geschlossen hat, das dieses Dokument ausstellt („DNV“). Soweit dies rechtlich zulässig ist, übernehmen weder DNV noch ein anderes Unternehmen der Gruppe (die „Gruppe“) irgendeine Verantwortung, sei es aus Vertrag, unerlaubter Handlung, einschließlich, ohne Einschränkung, Fahrlässigkeit, oder anderweitig, gegenüber Dritten (anderen Personen als dem Kunden), oder sonst eine Haftung, und kein Unternehmen der Gruppe außer DNV haftet für einen wie auch immer gearteten Verlust oder Schäden jeglicher Art, die aufgrund von Handlungen, Unterlassung oder Versäumnissen (unabhängig davon, ob diese durch Fahrlässigkeit oder anderweitig entstanden sind) von DNV, der Gruppe oder einem seiner oder ihrer Mitarbeiter, Subunternehmer oder Vertreter entstehen. Dieses Dokument muss in seiner Gesamtheit betrachtet werden und unterliegt allen darin oder in einer anderen damit verbundenen maßgeblichen Mitteilung zum Ausdruck gebrachten Annahmen und Voraussetzungen. Dieses Dokument kann detaillierte technische Daten enthalten, die nur zur Verwendung durch Personen bestimmt sind, die über das erforderliche Fachwissen in diesem Bereich verfügen.
2. Dieses Dokument ist urheberrechtlich geschützt. Sofern nicht anders schriftlich vereinbart, darf dieses Dokument nicht kopiert, vervielfältigt oder in irgendeiner Form oder mit irgendwelchen Mitteln, ob digital oder anderweitig, übertragen werden, und sein Inhalt ist vom Kunden vertraulich zu behandeln. Kein Teil dieses Dokuments darf ohne die ausdrückliche vorherige schriftliche Zustimmung von DNV in einer öffentlichen Emissionserklärung, einem Prospekt oder einer Börsennotierung, einem Rundbrief oder Bekanntmachung erscheinen. Eine Einstufung in der Dokumentenklassifizierung, die es dem Kunden erlaubt, dieses Dokument weiterzugeben, bedeutet dadurch nicht, dass DNV gegenüber einem anderen Empfänger als dem Kunden in irgendeiner Weise haftbar ist.
3. Dieses Dokument wurde auf der Grundlage von Informationen zu Daten und Fristen erstellt, auf die in diesem Dokument verwiesen wird. Dieses Dokument schließt nicht aus, dass sich Informationen ändern können. Sofern und in dem Maße wie die Kontrolle und Überprüfung von Informationen oder Daten nicht ausdrücklich in dem schriftlich festgehaltenen Leistungsumfang vereinbart wurde, ist DNV weder für vom Kunden oder einem Dritten an DNV gegebene fehlerhafte Informationen oder Daten noch für die Folgen solch fehlerhafter Informationen oder Daten in irgendeiner Weise verantwortlich, gleichgültig, ob diese Informationen oder Daten in diesem Dokument enthalten sind bzw. darauf verwiesen wird oder nicht.
4. Sämtliche Schätzungen und Vorhersagen unterliegen Faktoren, die nicht alle im Rahmen der Wahrscheinlichkeit liegen, und beinhalten Unsicherheiten, die in diesem Dokument genannt sind bzw. auf die in diesem Dokument verwiesen wird, und nichts in diesem Dokument gewährleistet eine bestimmte Leistung oder ein bestimmtes Ergebnis.



Projekt:	Bestimmung der Schalleistungspegel einer WEA des Typs Vestas V136-4.2 MW 50 Hz im Betriebsmodus Power Optimized Mode PO1 aus mehreren Einzelmessungen	DNV Energy Systems Renewables Northern Europe Department Measurements
Berichtstitel:	Ergebniszusammenfassung aus mehreren Einzelmessungen	GL Garrad Hassan
Kunde:	Vestas Wind Systems A/S, Hedeager 42, 8200 Aarhus N, Denmark	Deutschland GmbH Sommerdeich 14 b 25709 Kaiser-Wilhelm-Koog Germany
Kontaktperson:	Mikkel Enøe Sørensen	Tel: +49 4856 901 0
Auftragsdatum:	2022-05-12	HR B 636 ME
Projektnummer:	10346746	
Berichtsnummer:	10346746-A-5-A	

Anwendbarer Vertrag für die Bereitstellung dieses Berichts: 211671-P-1-A

Auftrag: Bestimmung der Schalleistungspegel einer WEA des Typs Vestas V136-4.2 MW 50 Hz im Betriebsmodus Power Optimized Mode PO1 aus mehreren Einzelmessungen

Berichtsersteller:	Prüfer:	Freigabe erteilt durch:
		
Felix Plagemann M. Sc. (Projektingenieur)	Annika Johannsen B. Eng. (Projektingenieur)	Dipl.-Ing. (FH) Ulf Kock (Messstellenleiter §29b BImSchG)

Copyright © DNV 2022. Alle Rechte vorbehalten. Sofern nicht anders schriftlich vereinbart: (i) Diese Publikation oder Teile davon dürfen nicht in irgendeiner Form oder mit irgendwelchen Mitteln, weder digital noch anderweitig, kopiert, reproduziert oder übertragen werden; (ii) Der Inhalt dieser Publikation ist vom Kunden vertraulich zu behandeln; (iii) kein Dritter darf sich auf ihren Inhalt verlassen; und (iv) DNV übernimmt keine Sorgfaltspflicht gegenüber Dritten. Ein Verweis auf einen Teil dieser Publikation, der zu Fehlinterpretationen führen kann, ist untersagt.

DNV internal classification: Commercial in confidence

Behandlung der Vertraulichkeit gemäß Kundenvertrag.

Revision	Datum	Grund der Überarbeitung	Berichtsersteller	Prüfer	Freigabe erteilt durch
A	2022-09-05	Erstausgabe	Felix Plagemann	Annika Johannsen	Ulf Kock



Dieser Bericht darf auszugsweise nur mit schriftlicher Zustimmung der GL Garrad Hassan Deutschland GmbH vervielfältigt werden und umfasst insgesamt 31 Seiten.



Inhaltsverzeichnis

1	EINLEITUNG.....	4
2	METHODIK	4
3	ZUSAMMENFASSUNGEN AUS MEHREREN EINZELMESSUNGEN	5
3.1	Ergebniszusammenfassung Vestas V136-4.2 MW 50 Hz, Power Optimized Mode PO1	5
3.2	Terzen bei 8,0 m/s	8
3.3	Terzen bei 8,5 m/s	9
3.4	Terzen bei 9,0 m/s	10
3.5	Terzen bei 9,5 m/s	11
3.6	Terzen bei 10,0 m/s	12
3.7	Terzen bei 10,5 m/s	13
3.8	Terzen bei 11,0 m/s	14
3.9	Terzen bei 11,5 m/s	15
3.10	Terzen bei 12,0 m/s	16
3.11	Terzen bei 12,5 m/s	17
3.12	Terzen bei 13,0 m/s	18
3.13	Terzen bei 13,5 m/s	19
3.14	Terzen bei 14,0 m/s	20
4	REFERENZEN	21
5	ANHANG.....	21
5.1	Herstellerbescheinigung 1 (Seite 1)	22
5.2	Herstellerbescheinigung 1 (Seite 2)	23
5.3	Herstellerbescheinigung 2 (Seite 1)	24
5.4	Herstellerbescheinigung 2 (Seite 2)	25
5.5	Herstellerbescheinigung 2 (Seite 3)	26
5.6	Herstellerbescheinigung 3 (Seite 1)	27
5.7	Herstellerbescheinigung 3 (Seite 2)	28
5.8	Ergebnistabelle Messung 1	29
5.9	Ergebnistabelle Messung 2	30
5.10	Ergebnistabelle Messung 3	31

1 EINLEITUNG

Die GL Garrad Hassan Deutschland GmbH (GH-D) wurde von der Vestas Wind Systems A/S am 2022-05-12 beauftragt, aus den messtechnisch ermittelten Schalleistungspegeln der drei unten aufgeführten Einzelmessungen eine Ergebniszusammenfassung anzufertigen.

Die Messungen wurden gemäß der IEC 61400-11 Edition 3.0 /2/ oder FGW TR 1 Revision 19 /1/ durchgeführt und ausgewertet. Die Zusammenfassung der Einzelmessungen wurde gemäß der FGW TR 1 Rev. 19 /1/ durchgeführt.

2 METHODIK

Der A-bewertete, mittlere Schalleistungspegel \bar{L}_{WA} im Windgeschwindigkeitsbin k wird aus n Einzelmessungen L_i mithilfe folgender Gleichung ermittelt:

$$\bar{L}_{WA,k} = 10 \cdot \log \left(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n 10^{(L_{i,k} \cdot 0,1)} \right) \quad (1)$$

Mit einer Standardfehler s:

$$s_k = \sqrt{\frac{1}{n \cdot (n - 1)} \sum_{i=1}^n (L_{i,k} - \bar{L}_{WA,k})^2} \quad (2)$$

Terzweise wird die mittlere Schalleistung wie folgt ermittelt:

$$\bar{L}_{WA,j,k} = 10 \cdot \log \left(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n 10^{(L_{i,j,k} \cdot 0,1)} \right) \quad (3)$$

Mit einer Standardfehler s:

$$s_{j,k} = \sqrt{\frac{1}{n \cdot (n - 1)} \sum_{i=1}^n (L_{i,j,k} - \bar{L}_{WA,j,k})^2} \quad (4)$$

Die Gesamtunsicherheit σ je Windklasse ergibt sich aus der Kombination der Einzelunsicherheiten der Stichproben und der ermittelten Standardfehler s:

$$\sigma_k = \sqrt{\frac{1}{n} \cdot (U_{c,k,1}^2 + U_{c,k,2}^2 + U_{c,k,3}^2 + U_{c,k,n}^2) + s_k^2} \quad (5)$$

Terzweise wird die Gesamtunsicherheit wie folgt ermittelt:

$$\sigma_{j,k} = \sqrt{\frac{1}{n} \cdot (U_{c,j,k,1}^2 + U_{c,j,k,2}^2 + U_{c,j,k,3}^2 + U_{c,j,k,n}^2) + s_{j,k}^2} \quad (6)$$

Dabei ist:

- \bar{L}_{WA} = Mittelwert der Schalleistung
- L_i = Schalleistungswert der einzelnen Stichprobe
- s = Standardfehler
- U_c = Gesamtunsicherheit der einzelnen Stichprobe
- σ = Gesamtunsicherheit
- n = Anzahl der verwendeten Stichproben
- k = je Bin
- j = je Terzband

3 ZUSAMMENFASSUNGEN AUS MEHREREN EINZELMESSUNGEN

3.1 Ergebniszusammenfassung Vestas V136-4.2 MW 50 Hz, Power Optimized Mode PO1

Bestimmung der Schalleistungspegel aus mehreren Einzelmessungen

Auf der Basis von drei Messungen wurden gemäß /1/ die Schallemissionswerte eines Anlagentyps ermittelt, um die schalltechnische Planungssicherheit zu erhöhen.

Tabelle 3-1 Anlagendaten

Parameter	Wert
WEA-Hersteller	Vestas Wind Systems A/S Hedeager 42 8200 Aarhus N, Denmark
WEA-Typ	V136-4.2 MW 50 Hz
Nennleistung	4200 kW
Betriebsmodus	Power Optimized Mode PO1
Max. Sollwert der Rotordrehzahl	10,8 min ⁻¹
Rotordurchmesser	136 m

Tabelle 3-2 Angaben zur Einzelmessung

Angaben zur Einzelmessung	Messung-Nr.		
	1	2	3
Seriennummer	V231227	V230933	V235387
Standort	Brunow-Kleeste	Østerild	Ottenbüttel (Oldendorf)
Vermessene Nabenhöhe	149 m	116 m	112 m
Messinstitut	GH-D	GH-D	GH-D
Prüfbericht	10304430-A-1-A	10161571-A-1-A	10300854-A-2-A
Berichtsdatum	2021-01-20	2019-09-09	2022-05-05
Messnorm / Messrichtlinie	FGW TR1 Rev. 19	IEC 61400-11 Ed. 3.0	FGW TR1 Rev. 19
Getriebetyp	Winergy PZAB 3580	Winergy PZAB 3580	ZF Wind Power EH1052
Generatortyp	Vestas VND SFIG V2 – DASG 560/6M	Vestas 3 Phase IG, VND DASG 560/6M	Vestas VND SFIG V2 – DASG 560/6M
Rotorblatttyp / Zusatzkomponenten	Vestas BLA 67m	Vestas 66.65m	Vestas 66.65m

Leistungskurven: vom Hersteller berechnet

Gemäß /1/ liegt der erforderliche Auswertebereich des Betriebsmodus Power Optimized Mode PO1 zwischen 8,0 m/s und 13,0 m/s.

In den Abbildungen im Anhang und den Herstellerbescheinigungen wird der Betriebsmodus teilweise anders bezeichnet.

Tabelle 3-3 Schalleistungspegel $L_{WA,k}$ in dB

WG auf Nabenhöhe $V_{s,k}$ [m/s]	1		2		3		Mittelwert $\bar{L}_{WA,k}$ [dB]	Standardfehler s_k [dB]	Gesamtunsi- cherheit σ_k [dB]
	$L_{WA,k}$ [dB]	$U_{C,LWA,k}$ [dB]	$L_{WA,k}$ [dB]	$U_{C,LWA,k}$ ³ [dB]	$L_{WA,k}$ [dB]	$U_{C,LWA,k}$ [dB]			
8,0	102,5	0,7	103,0	1,5	-	-	102,8 ¹	0,2 ¹	1,2 ¹
8,5	103,0	0,7	103,7	1,3	102,6 ²	0,7	103,1	0,3	1,0
9,0	102,8	0,7	103,6	1,1	102,8	0,8	103,1	0,3	0,9
9,5	102,5	0,7	103,3	1,1	102,8	0,8	102,9	0,3	0,9
10,0	102,3	0,7	102,9	1,2	102,6	0,8	102,6	0,2	0,9
10,5	102,2	0,7	102,8	1,1	102,4	0,8	102,5	0,2	0,9
11,0	102,1	0,8	102,6*	1,3	102,5	0,8	102,4	0,2	1,0
11,5	101,9	0,8	102,4	1,4	102,4	0,8	102,2	0,2	1,0
12,0	101,6	0,8	102,2*	1,4	102,3	0,8	102,1	0,2	1,1
12,5	101,8	0,8	102,0*	1,4	102,4	0,8	102,1	0,2	1,1
13,0	101,8	0,8	102,3*	1,4	102,1	0,9	102,1	0,1	1,1
13,5	101,8	0,8	102,2*	1,2	102,6 ²	0,9	102,2	0,2	1,0
14,0	101,9 ²	0,8	102,4*	1,3	102,2 ²	0,9	102,2	0,2	1,1

¹ berechnet aus 2 Einzelmessungen (informative Angabe)

² gemäß /1/ nicht genügend Messwerte für das Gesamtgeräusch vorhanden

³ Unsicherheiten gemäß /2/ ermittelt

* berechnet aus 2 Einzelmessungen (informative Angabe)

Tabelle 3-4 Tonale Wahrnehmbarkeit $\Delta L_{a,k}$ in dB

WG auf Nabenhöhe $V_{s,k}$ [m/s]	1				2				3			
	$f_{T,k}$ [Hz]	$\Delta L_{a,k}$ [dB]	K_{TN} [dB]	K_{IN} [dB]	$f_{T,k}$ [Hz]	$\Delta L_{a,k}$ [dB]	K_{TN} [dB]	K_{IN} [dB]	$f_{T,k}$ [Hz]	$\Delta L_{a,k}$ [dB]	K_{TN} [dB]	K_{IN} [dB]
8,0	122	-2,59										
	1322	-2,57										
	1332	-1,16	0	0	121	1,30	-2	0	-2	-2	-2	-2
	1342	-0,79										
8,5	1318	-6,37										
	1334	-1,69										
	1344	-0,51	0	0	2185	0,10	-2	0	-1	-1	-1	-1
	1382	-0,38										
	1406	-0,67										
	1416	-1,02										
9,0	1344	-1,75										
	1356	-1,51										
	1368	-1,42	0	0	1389	0,03	-2	0	-	-	0	0
	1412	-1,86										
	1420	-2,03										
9,5	1396	-3,95										
	1412	-4,21	0	0	2187	-0,75	-2	0	-	-	0	0
	1420	-4,64										
	1434	-5,61										
10,0	-	-	0	0	2191	-0,17	-2	0	-	-	0	0
10,5	-	-	0	0	2190	-1,23	-2	0	148	-4,80	0	0
11,0	-	-	0	0	2186	-1,14	-2	0	-	-	0	0
11,5	-	-	0	0	2193	-2,91	-2	0	152	-1,39	0	0
12,0	-	-	0	0	-	-	-2	0	152	-0,79	0	0
12,5	-	-	0	0	-	-	-2	0	-	-	0	0
13,0	-	-	0	0	-	-	-2	0	148	-0,43	0	0
13,5	-	-	0	0	-	-	-2	0	-1	-1	-1	-1
14,0	-1	-1	-1	-1	-	-	-2	0	-1	-1	-1	-1

¹ gemäß /1/ nicht genügend Messwerte vorhanden

² keine Angabe im Bericht

Aufgrund der baulichen Änderungen für WEA unterschiedlicher Nabenhöhen kann das akustische Verhalten in Bezug auf die Tonhaltigkeiten nicht durch Umrechnung bestimmt werden. Es treten jedoch im Allgemeinen keine erheblichen Änderungen auf. Die gemachten Angaben zur Tonhaltigkeit sind den o. g. Prüfberichten entnommen.

Die Tabelle 3-6 ist nur informativ, da die Mittelung der Terzen im Bin 8,0 m/s nur auf 2 Datensätzen basiert.

3.2 Terzen bei 8,0 m/s

Tabelle 3-6 Terz- und Oktav-Schalleistungspegel

Frequenz [Hz]	Messung						Mittelwerte			
	1		2		3		Terz			Oktave
	L _{WA} [dB]	u _c [dB]	L _{WA} [dB]	u _c [dB]	L _{WA} [dB]	u _c [dB]	L _{WA} [dB]	s [dB]	σ [dB]	L _{WA} [dB]
10	45,5	0,8	44,5	2,3	-	-	45,0	0,5	1,7	-
12,5	50,9	0,8	49,3	2,0	-	-	50,2	0,8	1,7	-
16	56,6	0,8	55,3	2,2	-	-	56,0	0,6	1,7	63,0
20	62,2	0,8	61,2	1,9	-	-	61,7	0,5	1,5	-
25	66,1	0,8	65,2	2,1	-	-	65,7	0,5	1,6	-
31,5	70,4	0,8	69,0	2,0	-	-	69,8	0,7	1,6	75,9
40	74,3	0,8	74,0	1,6	-	-	74,1	0,2	1,3	-
50	78,1	0,8	77,8	2,2	-	-	78,0	0,2	1,6	-
63	80,3	0,8	81,4	2,4	-	-	80,9	0,5	1,8	86,5
80	84,3	0,7	84,1	2,0	-	-	84,2	0,1	1,5	-
100	84,8	0,8	85,3	1,5	-	-	85,1	0,3	1,2	-
125	90,7	0,8	92,9	1,8	-	-	91,9	1,1	1,6	94,0
160	88,0	0,8	87,7	1,0	-	-	87,8	0,2	0,9	-
200	89,1	0,8	88,6	0,9	-	-	88,8	0,2	0,8	-
250	89,3	0,8	91,6	0,9	-	-	90,6	1,2	1,2	94,8
315	90,8	0,8	90,2	0,8	-	-	90,5	0,3	0,9	-
400	90,2	0,8	89,0	1,3	-	-	89,7	0,6	1,2	-
500	90,2	0,8	91,2	1,0	-	-	90,7	0,5	1,0	95,2
630	91,1	0,8	90,5	1,1	-	-	90,8	0,3	0,9	-
800	91,4	0,7	92,0	1,1	-	-	91,7	0,3	0,9	-
1000	91,3	0,7	91,6	1,1	-	-	91,4	0,2	0,9	96,9
1250	93,4	0,7	92,6	1,2	-	-	93,0	0,4	1,0	-
1600	92,1	0,7	91,7	1,1	-	-	91,9	0,2	0,9	-
2000	90,7	0,7	90,9	1,4	-	-	90,8	0,1	1,1	95,5
2500	88,6	0,7	89,3	1,4	-	-	88,9	0,4	1,1	-
3150	86,1	0,7	88,7	2,5	-	-	87,6	1,3	2,0	-
4000	81,6	0,7	87,5	5,7	-	-	85,5	3,1	4,6	90,4
5000	75,6	0,9	85,2	5,9	-	-	82,7	5,3	5,6	-
6300	71,6	1,1	78,8	5,1	-	-	76,5	3,8	4,6	-
8000	69,1	1,4	77,2	6,5	-	-	74,8	4,4	5,6	79,7
10000	67,4	1,4	75,1	7,7	-	-	72,8	4,1	6,3	-

3.3 Terzen bei 8,5 m/s

Tabelle 3-7 Terz- und Oktav-Schalleistungspegel

Frequenz [Hz]	Messung						Mittelwerte			
	1		2		3		Terz			Oktave
	L _{WA} [dB]	u _c [dB]	L _{WA} [dB]	u _c [dB]	L _{WA} [dB]	u _c [dB]	L _{WA} [dB]	s [dB]	σ [dB]	L _{WA} [dB]
10	45,7	0,8	45,7	2,1	45,3	0,9	45,6	0,1	1,4	-
12,5	51,0	0,8	50,5	1,8	50,1	0,9	50,5	0,3	1,3	-
16	56,6	0,8	56,2	1,8	56,1	0,9	56,3	0,1	1,3	63,7
20	62,5	0,8	62,4	1,7	62,6	0,8	62,5	0,1	1,2	-
25	66,1	0,8	66,4	1,8	66,3	0,8	66,3	0,1	1,3	-
31,5	70,6	0,8	70,1	1,7	69,8	0,9	70,2	0,2	1,2	76,0
40	74,4	0,8	74,5	1,4	73,2	0,9	74,1	0,4	1,1	-
50	78,2	0,8	78,6	1,5	77,0	0,9	78,0	0,5	1,2	-
63	80,6	0,8	82,3	2,1	79,6	0,9	81,0	0,8	1,6	86,4
80	84,8	0,7	84,5	1,2	82,2	0,9	84,0	0,8	1,3	-
100	85,4	0,8	85,8	1,0	83,7	0,9	85,0	0,7	1,1	-
125	90,0	0,7	91,9	1,3	85,5	0,8	89,9	2,0	2,2	93,4
160	89,1	0,8	88,2	0,6	90,9	0,8	89,6	0,8	1,1	-
200	90,0	0,8	89,4	0,7	89,7	0,7	89,7	0,2	0,8	-
250	90,5	0,8	92,4	0,6	90,7	0,7	91,3	0,6	0,9	95,7
315	91,8	0,8	91,0	0,7	91,5	0,7	91,5	0,2	0,8	-
400	90,9	0,8	90,0	1,0	91,2	0,7	90,7	0,4	0,9	-
500	90,7	0,8	92,1	0,6	91,2	0,7	91,4	0,4	0,8	96,0
630	91,3	0,7	91,5	0,7	91,4	0,7	91,4	0,0	0,7	-
800	91,6	0,7	92,9	0,6	91,8	0,7	92,2	0,4	0,8	-
1000	91,5	0,7	92,5	0,7	90,9	0,7	91,7	0,5	0,9	97,2
1250	93,7	0,7	94,0	0,8	91,6	0,7	93,2	0,8	1,1	-
1600	92,5	0,7	92,8	1,0	91,1	0,8	92,2	0,5	1,0	-
2000	91,1	0,7	92,0	1,1	90,4	0,7	91,2	0,5	1,0	95,9
2500	89,2	0,7	89,8	1,2	89,3	0,8	89,4	0,2	0,9	-
3150	86,8	0,7	88,3	3,6	88,1	0,8	87,8	0,5	2,2	-
4000	82,2	0,7	87,3	8,3	85,2	0,8	85,4	1,5	5,1	90,4
5000	76,2	0,8	84,8	9,0	81,5	0,9	82,1	2,6	5,9	-
6300	72,5	1,0	79,6	5,1	76,0	1,1	77,0	2,2	3,8	-
8000	70,1	1,2	78,6	6,6	70,9	1,5	75,0	3,0	5,0	80,0
10000	68,3	1,3	76,4	7,9	66,0	1,9	72,6	3,6	5,9	-

3.4 Terzen bei 9,0 m/s

Tabelle 3-8 Terz- und Oktav-Schalleistungspegel

Frequenz [Hz]	Messung						Mittelwerte			
	1		2		3		Terz			Oktave
	L _{WA} [dB]	u _c [dB]	L _{WA} [dB]	u _c [dB]	L _{WA} [dB]	u _c [dB]	L _{WA} [dB]	s [dB]	σ [dB]	L _{WA} [dB]
10	45,8	0,8	45,4	2,0	45,4	0,9	45,5	0,1	1,4	-
12,5	50,9	0,8	50,3	2,1	50,9	0,8	50,7	0,2	1,4	-
16	56,4	0,8	56,0	1,9	55,8	0,8	56,1	0,2	1,3	63,5
20	62,4	0,8	62,1	1,9	62,6	0,8	62,4	0,1	1,3	-
25	66,1	0,8	66,0	2,0	66,2	0,8	66,1	0,1	1,3	-
31,5	70,6	0,8	70,0	1,9	70,2	0,8	70,3	0,2	1,3	76,2
40	74,4	0,8	74,2	1,6	74,3	0,8	74,3	0,1	1,2	-
50	78,2	0,8	78,4	1,7	78,1	0,8	78,2	0,1	1,2	-
63	80,5	0,8	81,2	1,7	80,5	0,8	80,7	0,2	1,2	86,5
80	84,7	0,7	84,1	1,1	83,7	0,8	84,2	0,3	0,9	-
100	85,3	0,8	85,7	0,9	84,5	0,8	85,2	0,4	0,9	-
125	88,5	0,7	90,1	1,2	85,9	0,8	88,5	1,2	1,6	92,9
160	88,8	0,8	88,2	0,6	91,2	0,7	89,6	0,9	1,2	-
200	89,8	0,8	89,4	0,5	89,7	0,8	89,6	0,1	0,7	-
250	90,3	0,7	92,4	0,5	90,7	0,7	91,2	0,6	0,9	95,6
315	91,5	0,8	91,2	0,6	91,2	0,7	91,3	0,1	0,7	-
400	90,8	0,8	90,2	0,7	91,3	0,7	90,8	0,3	0,8	-
500	90,7	0,7	92,3	0,5	91,4	0,7	91,5	0,4	0,8	96,1
630	91,3	0,7	91,6	0,6	91,7	0,7	91,5	0,1	0,7	-
800	91,6	0,7	93,0	0,6	92,0	0,7	92,3	0,4	0,8	-
1000	91,5	0,7	92,6	0,6	91,1	0,8	91,8	0,4	0,8	97,2
1250	93,5	0,7	94,1	0,8	91,9	0,7	93,2	0,7	1,0	-
1600	92,5	0,7	93,0	1,2	91,4	0,8	92,4	0,5	1,1	-
2000	91,1	0,7	91,9	1,0	90,6	0,8	91,2	0,4	0,9	95,9
2500	89,1	0,7	89,7	1,1	89,5	0,8	89,4	0,2	0,9	-
3150	86,6	0,7	88,1	3,5	88,1	0,8	87,7	0,5	2,2	-
4000	82,2	0,7	86,8	8,2	85,1	0,8	85,1	1,4	5,0	90,3
5000	76,7	0,8	84,4	8,3	81,4	0,9	81,9	2,4	5,4	-
6300	73,4	0,9	79,9	4,5	76,0	1,2	77,3	2,0	3,4	-
8000	71,1	1,0	78,5	5,7	71,1	1,5	75,1	2,7	4,3	80,2
10000	69,3	1,1	76,2	6,3	66,5	1,6	72,6	3,2	5,0	-

3.5 Terzen bei 9,5 m/s

Tabelle 3-9 Terz- und Oktav-Schalleistungspegel

Frequenz [Hz]	Messung						Mittelwerte			
	1		2		3		Terz			Oktave
	L _{WA} [dB]	u _c [dB]	L _{WA} [dB]	u _c [dB]	L _{WA} [dB]	u _c [dB]	L _{WA} [dB]	s [dB]	σ [dB]	L _{WA} [dB]
10	45,4	0,8	44,4	2,9	46,9	0,8	45,7	0,7	2,0	-
12,5	50,7	0,8	49,2	2,8	51,5	0,8	50,6	0,7	1,9	-
16	56,2	0,8	54,8	2,5	57,1	0,8	56,1	0,7	1,7	63,6
20	62,3	0,8	61,0	2,6	63,6	0,8	62,4	0,8	1,8	-
25	65,8	0,8	65,0	2,7	67,4	0,8	66,2	0,7	1,9	-
31,5	70,5	0,8	69,2	2,3	71,6	0,8	70,5	0,7	1,6	76,3
40	74,2	0,8	73,1	1,9	75,5	0,8	74,4	0,7	1,5	-
50	78,0	0,8	77,5	1,8	79,1	0,8	78,2	0,5	1,3	-
63	80,2	0,8	80,3	1,4	81,1	0,8	80,6	0,3	1,1	86,4
80	84,4	0,7	83,5	1,1	84,1	0,8	84,0	0,3	0,9	-
100	85,0	0,8	85,1	0,9	85,0	0,8	85,0	0,0	0,8	-
125	87,3	0,8	88,5	0,8	86,1	0,8	87,4	0,7	1,1	92,4
160	88,2	0,8	87,6	0,5	91,2	0,8	89,3	1,1	1,3	-
200	89,3	0,8	89,0	0,6	89,4	0,8	89,2	0,1	0,8	-
250	89,7	0,8	92,0	0,5	90,4	0,8	90,8	0,7	1,0	95,1
315	90,9	0,8	90,9	0,7	90,9	0,8	90,9	0,0	0,8	-
400	90,3	0,8	90,0	1,0	91,0	0,8	90,5	0,3	0,9	-
500	90,3	0,8	92,0	0,5	91,2	0,8	91,2	0,5	0,9	95,8
630	91,1	0,7	91,5	0,7	91,8	0,8	91,4	0,2	0,8	-
800	91,4	0,7	92,9	0,5	92,0	0,7	92,1	0,4	0,8	-
1000	91,4	0,7	92,4	0,6	91,0	0,8	91,6	0,4	0,8	97,0
1250	93,0	0,7	93,5	0,7	91,8	0,7	92,8	0,5	0,9	-
1600	92,4	0,7	93,0	1,3	91,5	0,8	92,3	0,4	1,0	-
2000	90,9	0,7	91,7	0,8	90,8	0,8	91,2	0,3	0,8	95,9
2500	88,8	0,7	89,5	1,1	89,6	0,8	89,3	0,2	0,9	-
3150	86,4	0,7	88,2	2,6	88,2	0,8	87,7	0,6	1,8	-
4000	82,0	0,7	86,3	6,7	85,1	0,8	84,8	1,3	4,2	90,2
5000	76,2	0,8	84,2	7,6	81,4	0,9	81,7	2,5	5,1	-
6300	72,9	1,0	81,3	5,0	76,5	1,1	78,2	2,6	4,0	-
8000	70,6	1,1	80,5	6,5	71,8	1,4	76,7	3,5	5,2	81,3
10000	68,8	1,2	77,8	7,5	66,7	1,7	73,8	3,9	5,9	-

3.6 Terzen bei 10,0 m/s

Tabelle 3-10 Terz- und Oktav-Schalleistungspegel

Frequenz [Hz]	Messung						Mittelwerte			
	1		2		3		Terz			Oktave
	L _{WA} [dB]	u _c [dB]	L _{WA} [dB]	u _c [dB]	L _{WA} [dB]	u _c [dB]	L _{WA} [dB]	s [dB]	σ [dB]	L _{WA} [dB]
10	45,4	0,8	44,6	2,9	46,7	0,8	45,6	0,6	1,9	-
12,5	50,7	0,8	49,4	2,4	51,9	0,8	50,8	0,7	1,7	-
16	56,4	0,8	55,0	2,3	56,9	0,8	56,2	0,6	1,6	63,6
20	62,3	0,8	61,1	2,1	63,6	0,8	62,4	0,7	1,6	-
25	65,9	0,8	64,8	2,3	67,2	0,8	66,1	0,7	1,6	-
31,5	70,4	0,8	68,9	1,9	71,3	0,8	70,3	0,7	1,5	76,3
40	74,4	0,8	73,4	1,6	75,3	0,8	74,5	0,6	1,2	-
50	78,2	0,8	77,5	1,4	78,8	0,8	78,2	0,4	1,1	-
63	80,4	0,8	80,0	1,3	81,3	0,8	80,6	0,4	1,1	86,4
80	84,6	0,7	83,3	1,0	84,1	0,8	84,1	0,4	0,9	-
100	84,9	0,8	84,9	0,8	85,0	0,8	85,0	0,0	0,8	-
125	86,6	0,8	87,4	0,7	86,7	0,8	86,9	0,2	0,8	92,1
160	87,9	0,8	87,3	0,5	91,1	0,7	89,1	1,2	1,4	-
200	88,9	0,8	88,8	0,6	89,4	0,8	89,0	0,2	0,8	-
250	89,3	0,8	91,7	0,6	90,2	0,8	90,5	0,7	1,0	94,9
315	90,5	0,8	90,7	0,9	90,8	0,8	90,7	0,1	0,8	-
400	90,0	0,8	89,7	0,7	90,8	0,7	90,2	0,3	0,8	-
500	90,1	0,8	91,8	0,5	91,0	0,7	91,0	0,5	0,9	95,7
630	91,0	0,8	91,4	0,7	91,7	0,7	91,4	0,2	0,8	-
800	91,4	0,7	92,6	0,6	91,7	0,7	91,9	0,4	0,8	-
1000	91,3	0,7	92,2	0,6	90,8	0,7	91,5	0,4	0,8	96,7
1250	92,7	0,7	92,9	0,8	91,6	0,7	92,4	0,4	0,9	-
1600	92,3	0,7	92,1	1,1	91,4	0,8	92,0	0,3	0,9	-
2000	90,9	0,7	91,2	1,1	90,4	0,7	90,9	0,2	0,9	95,6
2500	88,8	0,7	88,9	1,5	89,2	0,8	89,0	0,1	1,1	-
3150	86,3	0,7	87,3	3,5	87,9	0,8	87,2	0,5	2,1	-
4000	81,9	0,7	86,3	7,3	84,9	0,8	84,7	1,3	4,4	89,9
5000	76,0	0,8	84,3	7,6	81,3	0,9	81,7	2,6	5,1	-
6300	72,6	1,0	80,7	5,1	76,6	1,0	77,8	2,5	3,9	-
8000	70,2	1,1	79,6	6,3	72,7	1,1	76,0	3,1	4,8	80,9
10000	68,4	1,2	77,4	6,8	68,4	1,3	73,6	3,4	5,3	-

3.7 Terzen bei 10,5 m/s

Tabelle 3-11 Terz- und Oktav-Schalleistungspegel

Frequenz [Hz]	Messung						Mittelwerte			
	1		2		3		Terz			Oktave
	L _{WA} [dB]	u _c [dB]	L _{WA} [dB]	u _c [dB]	L _{WA} [dB]	u _c [dB]	L _{WA} [dB]	s [dB]	σ [dB]	L _{WA} [dB]
10	45,2	0,8	43,8	3,3	46,6	0,8	45,4	0,8	2,2	-
12,5	50,6	0,8	48,6	2,5	51,7	0,8	50,5	0,9	1,8	-
16	56,1	0,8	54,1	2,1	57,2	0,8	56,0	0,9	1,7	63,4
20	62,2	0,8	60,6	2,1	63,5	0,8	62,2	0,9	1,6	-
25	65,8	0,8	64,1	2,5	67,3	0,8	65,9	0,9	1,8	-
31,5	70,5	0,8	68,3	1,7	71,3	0,8	70,2	0,9	1,5	76,1
40	74,3	0,8	72,8	1,7	75,2	0,8	74,2	0,7	1,4	-
50	78,0	0,8	77,1	1,5	78,8	0,8	78,0	0,5	1,2	-
63	80,4	0,8	79,8	1,3	81,1	0,8	80,5	0,4	1,1	86,2
80	84,6	0,7	83,0	1,0	84,0	0,8	83,9	0,5	1,0	-
100	84,8	0,8	84,7	0,9	84,8	0,8	84,8	0,0	0,8	-
125	86,7	0,8	86,9	0,6	86,1	0,8	86,6	0,2	0,8	91,9
160	87,8	0,8	87,0	0,5	91,1	0,8	89,0	1,3	1,5	-
200	88,8	0,8	88,4	0,5	89,1	0,8	88,8	0,2	0,7	-
250	89,2	0,8	91,4	0,5	89,8	0,7	90,3	0,7	1,0	94,7
315	90,3	0,8	90,5	0,9	90,5	0,8	90,5	0,1	0,8	-
400	89,9	0,8	89,6	0,8	90,5	0,7	90,0	0,3	0,8	-
500	90,0	0,8	91,6	0,6	90,8	0,8	90,9	0,5	0,9	95,5
630	91,0	0,8	91,3	0,7	91,4	0,8	91,2	0,1	0,8	-
800	91,3	0,7	92,6	0,7	91,6	0,8	91,9	0,4	0,8	-
1000	91,3	0,7	92,1	0,8	90,7	0,8	91,4	0,4	0,9	96,6
1250	92,4	0,7	92,5	0,8	91,5	0,8	92,2	0,3	0,8	-
1600	92,2	0,7	91,9	1,1	91,3	0,8	91,8	0,3	0,9	-
2000	90,8	0,7	91,0	1,1	90,4	0,8	90,7	0,2	0,9	95,4
2500	88,8	0,7	88,9	1,4	89,2	0,8	88,9	0,1	1,0	-
3150	86,2	0,7	87,3	2,9	87,8	0,9	87,2	0,5	1,8	-
4000	81,9	0,7	86,1	6,1	84,9	0,8	84,6	1,3	3,8	89,8
5000	76,2	0,8	84,3	6,3	81,1	0,9	81,7	2,5	4,5	-
6300	73,0	1,0	81,0	4,4	76,5	1,1	78,0	2,5	3,7	-
8000	70,8	1,1	79,9	5,2	73,2	1,2	76,4	3,0	4,3	81,2
10000	69,0	1,2	77,9	5,6	68,0	1,4	74,0	3,6	4,9	-

3.8 Terzen bei 11,0 m/s

Tabelle 3-12 Terz- und Oktav-Schalleistungspegel

Frequenz [Hz]	Messung						Mittelwerte			
	1		2		3		Terz			Oktave
	L _{WA} [dB]	u _c [dB]	L _{WA} [dB]	u _c [dB]	L _{WA} [dB]	u _c [dB]	L _{WA} [dB]	s [dB]	σ [dB]	L _{WA} [dB]
10	45,2	0,8	43,1	4,9	46,8	0,8	45,3	1,1	3,1	-
12,5	50,6	0,8	48,5	2,7	51,7	0,8	50,5	1,0	2,0	-
16	56,4	0,8	53,9	2,2	56,7	0,8	55,8	0,9	1,7	63,3
20	62,1	0,8	60,5	1,9	63,3	0,8	62,1	0,8	1,5	-
25	65,8	0,8	64,0	2,5	67,4	0,8	66,0	1,0	1,9	-
31,5	70,4	0,8	68,4	1,8	71,6	0,8	70,3	1,0	1,6	76,2
40	74,3	0,8	72,6	1,7	75,3	0,8	74,2	0,8	1,4	-
50	78,0	0,8	76,9	1,3	78,9	0,8	78,0	0,6	1,1	-
63	80,2	0,8	80,1	1,4	81,2	0,8	80,5	0,3	1,1	86,3
80	84,6	0,7	82,9	1,1	84,1	0,8	83,9	0,5	1,0	-
100	84,9	0,8	84,5	1,1	85,2	0,8	84,9	0,2	0,9	-
125	86,9	0,8	86,7	0,8	86,4	0,8	86,7	0,1	0,8	92,1
160	87,6	0,8	86,8	0,6	91,7	0,8	89,2	1,6	1,7	-
200	88,5	0,8	88,4	0,7	89,2	0,8	88,7	0,3	0,8	-
250	89,0	0,8	91,4	0,6	89,9	0,7	90,2	0,7	1,0	94,6
315	90,2	0,9	90,6	1,1	90,5	0,7	90,4	0,1	0,9	-
400	89,7	0,8	89,6	1,0	90,6	0,7	90,0	0,3	0,9	-
500	89,9	0,8	91,6	0,8	90,8	0,7	90,8	0,5	0,9	95,5
630	91,0	0,8	91,3	0,9	91,5	0,7	91,3	0,2	0,8	-
800	91,3	0,7	92,4	0,7	91,6	0,7	91,8	0,3	0,8	-
1000	91,2	0,7	91,9	0,8	90,8	0,8	91,3	0,3	0,8	96,5
1250	92,2	0,7	92,1	0,9	91,6	0,7	92,0	0,2	0,8	-
1600	92,1	0,7	91,5	1,2	91,1	0,8	91,6	0,3	1,0	-
2000	90,7	0,7	90,5	1,4	90,4	0,8	90,6	0,1	1,0	95,2
2500	88,7	0,7	88,2	2,1	89,3	0,8	88,7	0,3	1,4	-
3150	86,1	0,7	86,9	3,7	87,8	0,9	87,0	0,5	2,3	-
4000	81,8	0,7	86,2	5,8	84,9	0,8	84,6	1,3	3,6	89,7
5000	75,6	1,0	84,3	6,5	81,1	0,9	81,6	2,7	4,7	-
6300	72,4	1,1	80,7	5,2	76,4	1,1	77,8	2,6	4,0	-
8000	70,0	1,3	79,7	6,5	72,6	1,2	76,1	3,2	5,1	80,9
10000	68,3	1,3	77,6	6,9	68,5	1,4	73,8	3,5	5,4	-

3.9 Terzen bei 11,5 m/s

Tabelle 3-13 Terz- und Oktav-Schalleistungspegel

Frequenz [Hz]	Messung						Mittelwerte			
	1		2		3		Terz			Oktave
	L _{WA} [dB]	u _c [dB]	L _{WA} [dB]	u _c [dB]	L _{WA} [dB]	u _c [dB]	L _{WA} [dB]	s [dB]	σ [dB]	L _{WA} [dB]
10	45,2	0,8	42,6	3,9	45,7	0,9	44,7	1,0	2,5	-
12,5	50,4	0,8	48,0	2,9	50,9	0,8	49,9	0,9	2,0	-
16	56,1	0,8	53,2	2,4	56,0	0,8	55,3	1,0	1,8	62,9
20	62,0	0,8	59,8	2,2	62,9	0,8	61,8	0,9	1,7	-
25	65,7	0,8	63,4	2,6	67,2	0,8	65,7	1,1	2,0	-
31,5	70,3	0,8	67,5	2,1	71,0	0,8	69,8	1,1	1,8	75,7
40	74,1	0,8	71,9	2,1	74,8	0,8	73,8	0,9	1,7	-
50	77,9	0,8	75,9	1,8	78,4	0,8	77,5	0,8	1,5	-
63	80,1	0,8	78,8	1,7	80,8	0,8	80,0	0,6	1,3	85,8
80	84,4	0,7	82,4	1,3	83,7	0,8	83,6	0,6	1,1	-
100	84,5	0,8	83,8	1,3	84,3	0,8	84,2	0,2	1,0	-
125	86,9	0,8	86,3	1,0	85,2	0,8	86,2	0,5	1,0	91,7
160	87,2	0,8	86,0	1,1	91,8	0,8	89,1	1,8	2,0	-
200	87,7	0,9	87,8	1,0	88,3	0,8	87,9	0,2	0,9	-
250	88,5	0,8	90,9	0,8	89,1	0,8	89,6	0,7	1,1	94,0
315	89,7	0,9	90,0	1,1	90,0	0,8	89,9	0,1	0,9	-
400	89,3	0,9	88,9	0,9	90,1	0,8	89,5	0,3	0,9	-
500	89,6	0,8	91,2	0,8	90,4	0,8	90,5	0,5	0,9	95,2
630	90,8	0,8	91,2	0,8	91,4	0,8	91,1	0,2	0,8	-
800	91,2	0,7	92,4	0,7	91,6	0,8	91,7	0,3	0,8	-
1000	91,1	0,7	91,9	0,8	90,9	0,8	91,3	0,3	0,8	96,5
1250	92,1	0,7	92,0	0,8	91,9	0,7	92,0	0,1	0,7	-
1600	92,1	0,7	91,6	1,1	91,4	0,8	91,7	0,2	0,9	-
2000	90,7	0,7	90,4	1,1	90,6	0,8	90,6	0,1	0,9	95,3
2500	88,8	0,7	88,5	1,7	89,5	0,8	89,0	0,3	1,2	-
3150	86,1	0,7	87,1	3,4	87,8	0,9	87,1	0,5	2,1	-
4000	81,9	0,7	86,9	6,6	84,9	0,8	85,0	1,5	4,2	90,0
5000	76,0	0,9	85,4	8,0	80,7	1,0	82,2	2,9	5,5	-
6300	72,7	1,1	80,6	5,4	75,8	1,2	77,6	2,5	4,1	-
8000	70,5	1,2	79,4	6,1	71,8	1,4	75,8	3,1	4,8	80,7
10000	68,7	1,3	77,4	6,4	67,5	1,5	73,6	3,6	5,2	-

3.10 Terzen bei 12,0 m/s

Tabelle 3-14 Terz- und Oktav-Schalleistungspegel

Frequenz [Hz]	Messung						Mittelwerte			
	1		2		3		Terz			Oktave
	L _{WA} [dB]	u _c [dB]	L _{WA} [dB]	u _c [dB]	L _{WA} [dB]	u _c [dB]	L _{WA} [dB]	s [dB]	σ [dB]	L _{WA} [dB]
10	44,6	0,9	42,8	4,9	45,6	0,9	44,5	0,8	3,0	-
12,5	49,9	0,8	47,6	2,9	50,6	0,8	49,6	0,9	2,1	-
16	55,7	0,8	53,3	2,7	56,1	0,8	55,2	0,9	1,9	62,6
20	61,7	0,8	59,5	2,5	62,5	0,8	61,4	0,9	1,8	-
25	65,3	0,9	63,0	2,9	66,4	0,8	65,1	1,0	2,1	-
31,5	70,0	0,9	67,2	2,4	70,7	0,8	69,5	1,1	1,9	75,4
40	74,0	0,8	71,2	2,2	74,5	0,8	73,5	1,1	1,8	-
50	77,6	0,8	75,6	1,7	78,0	0,8	77,2	0,8	1,4	-
63	79,9	0,8	78,5	2,5	80,2	0,9	79,6	0,5	1,7	85,5
80	84,2	0,7	81,5	1,3	83,4	0,8	83,2	0,8	1,3	-
100	84,3	0,9	82,9	1,4	83,8	0,9	83,7	0,4	1,1	-
125	86,7	0,8	85,4	1,1	84,7	0,9	85,7	0,6	1,1	91,4
160	86,6	0,9	85,0	1,1	91,8	0,8	88,8	2,2	2,4	-
200	87,0	1,0	87,0	1,0	87,7	0,8	87,2	0,2	1,0	-
250	88,0	0,9	90,4	0,9	88,6	0,8	89,1	0,7	1,1	93,5
315	89,1	1,0	89,8	1,2	89,5	0,8	89,5	0,2	1,0	-
400	88,7	1,0	88,7	1,0	89,6	0,8	89,0	0,3	1,0	-
500	89,1	0,9	91,1	0,9	90,2	0,8	90,2	0,6	1,0	95,0
630	90,5	0,8	91,3	0,9	91,4	0,8	91,1	0,3	0,9	-
800	91,1	0,7	92,4	0,7	91,6	0,7	91,7	0,4	0,8	-
1000	91,0	0,7	92,0	0,8	90,9	0,8	91,4	0,3	0,8	96,5
1250	92,1	0,7	92,0	0,8	92,1	0,7	92,0	0,0	0,8	-
1600	92,1	0,7	91,6	1,1	91,6	0,8	91,8	0,2	0,9	-
2000	90,8	0,7	90,1	1,3	91,0	0,8	90,6	0,2	1,0	95,4
2500	88,8	0,7	88,3	1,8	90,0	0,8	89,1	0,5	1,3	-
3150	86,0	0,7	87,3	3,4	88,1	0,8	87,2	0,6	2,1	-
4000	81,7	0,8	86,5	6,1	85,2	0,8	84,9	1,5	3,9	90,0
5000	75,4	1,0	84,7	7,4	81,2	0,9	81,9	2,9	5,2	-
6300	71,6	1,4	80,7	5,8	76,5	1,1	77,7	2,8	4,5	-
8000	69,4	1,5	79,5	6,7	72,7	1,2	75,9	3,3	5,2	80,8
10000	67,7	1,6	77,5	7,1	68,3	1,4	73,6	3,6	5,6	-

3.11 Terzen bei 12,5 m/s

Tabelle 3-15 Terz- und Oktav-Schalleistungspegel

Frequenz [Hz]	Messung						Mittelwerte			
	1		2		3		Terz			Oktave
	L _{WA} [dB]	u _c [dB]	L _{WA} [dB]	u _c [dB]	L _{WA} [dB]	u _c [dB]	L _{WA} [dB]	s [dB]	σ [dB]	L _{WA} [dB]
10	44,8	0,9	43,0	3,7	45,9	0,9	44,7	0,8	2,4	-
12,5	50,1	0,8	47,6	3,2	51,3	0,8	49,9	1,1	2,2	-
16	56,0	0,8	53,4	2,5	56,4	0,9	55,5	1,0	1,9	63,2
20	61,9	0,8	59,9	2,7	63,7	0,8	62,1	1,1	2,0	-
25	65,5	0,9	63,1	3,2	67,5	0,8	65,7	1,3	2,3	-
31,5	70,2	0,8	67,6	2,6	71,6	0,8	70,1	1,2	2,0	75,9
40	74,0	0,8	71,6	2,3	75,3	0,8	73,9	1,1	1,9	-
50	77,7	0,8	75,6	1,9	79,1	0,8	77,7	1,0	1,7	-
63	79,8	0,8	80,5	4,1	81,3	0,8	80,6	0,4	2,5	86,0
80	84,2	0,7	81,6	1,4	84,3	0,8	83,5	0,9	1,4	-
100	84,4	0,8	82,8	1,5	84,6	0,8	84,0	0,6	1,2	-
125	86,6	0,8	85,4	1,2	85,4	0,9	85,9	0,4	1,1	91,7
160	86,5	0,9	84,7	1,1	92,4	0,8	89,2	2,5	2,7	-
200	86,9	1,0	86,7	1,0	87,6	0,9	87,1	0,3	1,0	-
250	87,9	0,9	90,1	0,9	88,4	0,8	88,9	0,7	1,1	93,3
315	89,1	0,9	89,4	1,4	89,3	0,8	89,3	0,1	1,1	-
400	88,8	0,9	88,4	1,2	89,5	0,8	88,9	0,3	1,0	-
500	89,3	0,9	90,9	0,9	90,2	0,8	90,2	0,5	1,0	94,9
630	90,6	0,8	91,1	1,0	91,3	0,8	91,0	0,2	0,9	-
800	91,2	0,7	92,3	0,8	91,6	0,8	91,7	0,3	0,8	-
1000	91,1	0,7	92,0	0,8	91,0	0,8	91,4	0,3	0,8	96,5
1250	92,2	0,7	92,0	0,9	92,1	0,8	92,1	0,1	0,8	-
1600	92,3	0,7	91,5	1,2	91,7	0,8	91,8	0,2	1,0	-
2000	91,0	0,7	90,0	1,5	91,0	0,8	90,7	0,3	1,1	95,5
2500	89,0	0,7	87,8	2,3	90,1	0,8	89,1	0,7	1,6	-
3150	86,3	0,7	86,3	3,2	88,1	0,9	87,0	0,6	2,1	-
4000	82,0	0,7	85,2	5,3	85,1	0,9	84,3	1,1	3,3	89,5
5000	75,9	0,9	83,3	6,3	81,0	1,1	81,0	2,3	4,4	-
6300	72,5	1,1	79,7	5,4	75,7	1,5	77,0	2,2	4,0	-
8000	70,2	1,2	78,6	6,3	71,6	1,8	75,2	2,9	4,8	80,1
10000	68,5	1,3	76,7	6,7	67,4	1,8	72,9	3,3	5,2	-

3.12 Terzen bei 13,0 m/s

Tabelle 3-16 Terz- und Oktav-Schalleistungspegel

Frequenz [Hz]	Messung						Mittelwerte			
	1		2		3		Terz			Oktave
	L _{WA} [dB]	u _c [dB]	L _{WA} [dB]	u _c [dB]	L _{WA} [dB]	u _c [dB]	L _{WA} [dB]	s [dB]	σ [dB]	L _{WA} [dB]
10	44,7	0,9	43,7	3,8	45,8	0,9	44,8	0,6	2,4	-
12,5	50,1	0,8	47,9	2,9	51,5	1,0	50,0	1,1	2,1	-
16	55,7	0,8	53,3	2,8	56,3	0,9	55,3	0,9	2,0	62,8
20	61,7	0,8	59,8	2,5	63,0	0,9	61,7	0,9	1,9	-
25	65,5	0,9	63,5	2,9	66,9	1,0	65,5	1,0	2,1	-
31,5	70,0	0,9	67,3	2,6	71,1	0,9	69,7	1,1	2,0	75,7
40	73,8	0,8	71,7	2,2	75,1	0,9	73,8	1,0	1,8	-
50	77,6	0,8	75,5	1,9	78,9	0,9	77,5	1,0	1,7	-
63	79,7	0,9	78,1	2,6	80,9	0,9	79,7	0,8	1,8	85,7
80	84,1	0,7	82,2	2,4	84,0	0,8	83,5	0,6	1,6	-
100	84,3	0,8	82,3	1,5	84,3	0,9	83,7	0,7	1,3	-
125	86,5	0,8	84,4	1,1	84,9	1,0	85,3	0,6	1,2	91,2
160	86,3	0,9	84,1	1,2	91,7	0,9	88,6	2,4	2,6	-
200	87,1	0,9	86,6	0,8	87,2	0,9	87,0	0,2	0,9	-
250	87,9	0,9	89,9	0,8	87,7	0,9	88,6	0,7	1,1	93,1
315	89,0	1,0	89,6	0,9	88,6	0,8	89,1	0,3	0,9	-
400	88,9	0,9	88,6	0,9	88,7	0,8	88,7	0,1	0,9	-
500	89,3	0,9	91,0	0,7	89,6	0,8	90,0	0,5	0,9	94,8
630	90,6	0,8	91,4	0,7	90,7	0,8	90,9	0,3	0,8	-
800	91,3	0,7	92,5	0,7	91,2	0,8	91,7	0,4	0,9	-
1000	91,2	0,7	92,3	0,9	90,7	0,8	91,4	0,5	0,9	96,6
1250	92,3	0,7	92,4	1,0	91,9	0,8	92,2	0,2	0,8	-
1600	92,4	0,7	91,9	1,1	92,1	0,9	92,1	0,2	0,9	-
2000	91,1	0,7	90,3	1,3	90,8	0,9	90,8	0,2	1,0	95,7
2500	89,1	0,7	88,5	1,8	89,9	0,9	89,2	0,4	1,3	-
3150	86,4	0,7	88,0	3,4	88,0	1,0	87,5	0,5	2,2	-
4000	82,1	0,7	87,2	6,9	84,8	1,0	85,2	1,5	4,3	90,3
5000	76,0	0,9	85,2	7,1	80,9	1,1	82,2	2,8	5,1	-
6300	72,8	1,2	80,7	4,9	75,8	1,4	77,6	2,5	3,9	-
8000	70,5	1,3	79,2	5,6	72,0	1,6	75,7	3,0	4,5	80,7
10000	68,6	1,4	77,1	5,7	68,1	1,7	73,4	3,3	4,9	-

3.13 Terzen bei 13,5 m/s

Tabelle 3-17 Terz- und Oktav-Schalleistungspegel

Frequenz [Hz]	Messung						Mittelwerte			
	1		2		3		Terz			Oktave
	L _{WA} [dB]	u _c [dB]	L _{WA} [dB]	u _c [dB]	L _{WA} [dB]	u _c [dB]	L _{WA} [dB]	s [dB]	σ [dB]	L _{WA} [dB]
10	44,7	0,9	43,3	4,3	46,8	1,2	45,2	1,0	2,8	-
12,5	50,3	0,9	48,2	2,6	52,3	0,8	50,6	1,2	2,0	-
16	55,9	0,9	53,1	2,4	57,8	1,0	56,0	1,4	2,1	63,4
20	61,9	0,8	59,1	2,2	64,1	1,0	62,2	1,5	2,1	-
25	65,8	0,9	62,7	2,3	68,3	0,9	66,2	1,7	2,3	-
31,5	70,1	0,9	66,9	2,1	72,2	0,9	70,3	1,6	2,1	76,2
40	74,2	0,9	71,2	2,0	76,1	0,9	74,2	1,5	2,0	-
50	77,7	0,9	75,0	1,6	79,7	0,9	77,9	1,4	1,8	-
63	80,0	0,9	77,0	1,8	81,7	0,9	80,0	1,4	1,9	85,8
80	84,2	0,8	80,9	1,2	84,4	0,9	83,4	1,2	1,5	-
100	84,4	0,8	81,8	1,3	85,3	0,9	84,1	1,1	1,5	-
125	86,2	0,8	84,1	1,0	85,8	0,9	85,5	0,7	1,1	91,1
160	86,3	0,9	83,7	0,9	91,5	0,9	88,4	2,4	2,6	-
200	87,2	0,9	86,5	0,9	87,8	0,9	87,2	0,4	1,0	-
250	88,0	0,9	89,7	0,8	88,2	0,9	88,7	0,6	1,0	93,3
315	89,1	0,9	89,6	0,9	89,0	0,9	89,3	0,2	0,9	-
400	88,9	0,9	88,5	0,9	89,5	0,8	89,0	0,3	0,9	-
500	89,1	0,9	91,1	0,7	90,2	0,8	90,2	0,6	1,0	94,9
630	90,6	0,8	91,4	0,6	91,2	0,8	91,1	0,3	0,8	-
800	91,1	0,7	92,6	0,7	91,6	0,8	91,8	0,4	0,9	-
1000	91,2	0,7	92,3	0,7	91,2	0,8	91,6	0,4	0,8	96,7
1250	92,3	0,7	92,3	0,7	92,4	0,8	92,3	0,0	0,8	-
1600	92,4	0,7	92,0	1,0	92,5	1,0	92,3	0,2	0,9	-
2000	91,1	0,7	90,5	1,1	91,7	0,9	91,1	0,4	1,0	95,9
2500	89,1	0,7	88,5	1,6	90,3	0,9	89,4	0,5	1,2	-
3150	86,4	0,7	87,1	3,1	88,6	0,9	87,5	0,7	2,0	-
4000	82,2	0,7	86,8	5,3	85,7	0,9	85,3	1,4	3,4	90,2
5000	76,2	0,9	84,3	6,2	82,1	1,1	82,0	2,5	4,5	-
6300	72,8	1,2	80,2	4,9	77,6	1,3	77,8	2,3	3,8	-
8000	70,3	1,4	78,9	6,2	74,2	1,5	75,8	2,6	4,6	80,8
10000	68,4	1,6	76,7	6,5	70,3	1,6	73,3	2,7	4,8	-

3.14 Terzen bei 14,0 m/s

Tabelle 3-18 Terz- und Oktav-Schalleistungspegel

Frequenz [Hz]	Messung						Mittelwerte			
	1		2		3		Terz			Oktave
	L _{WA} [dB]	u _c [dB]	L _{WA} [dB]	u _c [dB]	L _{WA} [dB]	u _c [dB]	L _{WA} [dB]	s [dB]	σ [dB]	L _{WA} [dB]
10	42,9	1,1	42,7	4,1	47,2	0,9	44,8	1,5	2,9	-
12,5	49,3	1,0	47,1	3,7	51,9	0,9	49,9	1,4	2,7	-
16	54,6	1,0	52,1	2,7	58,0	1,1	55,6	1,8	2,5	62,8
20	60,8	1,0	58,7	2,4	63,7	0,8	61,6	1,5	2,2	-
25	64,9	1,2	62,3	2,5	68,1	1,0	65,7	1,7	2,4	-
31,5	69,3	1,1	66,5	2,2	71,5	0,8	69,5	1,5	2,1	75,8
40	72,6	1,1	71,4	2,5	76,4	1,0	74,0	1,6	2,3	-
50	76,6	1,1	74,9	1,8	79,6	0,8	77,5	1,4	1,9	-
63	79,4	1,0	77,1	2,1	81,5	0,9	79,7	1,3	1,9	85,6
80	83,8	0,8	80,9	1,4	84,3	0,9	83,3	1,1	1,5	-
100	84,2	0,9	81,4	1,3	84,9	0,9	83,7	1,1	1,5	-
125	87,0	0,9	83,7	1,0	85,6	0,9	85,7	1,0	1,3	90,8
160	86,0	0,9	83,3	1,2	90,6	0,8	87,7	2,3	2,5	-
200	86,8	1,0	86,7	1,3	87,2	0,9	86,9	0,1	1,1	-
250	88,3	0,9	89,8	0,8	87,8	0,9	88,7	0,6	1,1	93,1
315	89,1	1,0	89,5	0,9	88,5	0,9	89,1	0,3	1,0	-
400	88,8	1,0	88,6	1,2	89,0	0,8	88,8	0,1	1,0	-
500	89,2	0,9	91,2	0,9	89,7	0,9	90,1	0,6	1,1	94,8
630	90,4	0,8	91,6	0,8	90,7	0,8	90,9	0,4	0,9	-
800	91,2	0,8	92,8	0,7	91,5	0,9	91,9	0,5	0,9	-
1000	91,2	0,8	92,8	0,9	90,8	0,9	91,7	0,6	1,1	96,7
1250	92,4	0,7	92,7	0,9	91,8	0,8	92,3	0,3	0,9	-
1600	92,6	0,7	92,4	1,2	91,7	0,8	92,3	0,3	1,0	-
2000	91,4	0,7	91,0	1,5	91,2	0,8	91,2	0,1	1,1	95,9
2500	89,5	0,8	88,8	2,0	90,2	0,9	89,5	0,4	1,4	-
3150	86,8	0,8	87,3	3,3	88,7	0,9	87,7	0,6	2,1	-
4000	82,3	0,8	86,0	5,3	85,9	0,9	85,1	1,2	3,4	90,2
5000	75,5	1,2	83,8	6,4	82,3	1,0	81,7	2,7	4,6	-
6300	71,2	1,9	80,2	5,1	77,9	1,2	77,8	2,9	4,3	-
8000	68,3	2,3	78,9	5,9	74,2	1,3	75,7	3,3	5,0	80,7
10000	66,1	2,6	76,8	6,0	69,8	1,5	73,1	3,5	5,2	-

Die Angaben dieses Berichts ersetzen nicht die o. g. Prüfberichte



4 REFERENZEN

- /1/ Technische Richtlinien für Windenergieanlagen, Teil 1, Rev. 19,
Herausgeber: FGW e.V., Fördergesellschaft Windenergie und andere Dezentrale Energien, Oranienburger
Straße 45, 10117 Berlin
2021-03-01
- /2/ IEC 61400-11:2012 (ed. 3.0)
Wind Turbines Part 11: Acoustic noise measurement techniques
2012-11

5 ANHANG

5.1 Herstellerbescheinigung 1 (Seite 1)

Herstellerbescheinigung zu spezifischen Daten der Anlage vom Typ
 Manufacturer's certificate on specific data of the type of installation
 V136-4.0/4.2 MW 50/60Hz - Mode PO1



1. Allgemeine Informationen – General	
Anlagenhersteller - turbine manufacturer:	Vestas Wind Systems A/S
Spezifische Anlagenbezeichnung – specific turbine type name:	V136-4.0/4.2 MW 50/60Hz
Art (horizontal / vertikal) - type (horizontal / vertical):	horizontal
Nennleistung - rated power:	4200 kW
Leistungsregelung - power control:	Pitch & Variable Speed
Nabenhöhe über Fundament - hub height above foundation:	-
Nabenhöhe über Grund - hub height above ground:	149 m
Nennwindgeschwindigkeit - rated wind speed:	13 m/s
Ein- und Abschaltwindgeschwindigkeit - cut-in and cut-out windspeed:	3 m/s - 24.5 m/s
Rechnerische Lebensdauer - calculated safe life:	20 Jahre / years
2. Rotor – Rotor	
Durchmesser – rotor diameter:	136 m
Bestrichende Fläche - swept area:	14527 m ²
Anzahl der Blätter - number:	3
Anordnung zum Turm (luv / lee) – position relative to tower (luv / lee):	luv
Nenn Drehzahl / -bereich - rated speed:	10.79 rpm
Auslegungsschnellaufzahl -	-
Rotorblatteinstellwinkel - rotor blade pitch setting:	variable
Konuswinkel - cone angle:	4°
Achsneigung - tilt angle:	6°
Abstand Rotorflanschmittelpunkt / Turmmittellinie - distance between rotor flange centre / tower centre line:	4.5 m
3. Rotorblatt – Rotor blade	
Hersteller – manufacturer:	Vestas Wind Systems A/S
Typenbezeichnung – type:	BLA 67m
Profile innen - blade section inside:	-
Profile aussen - blade section outside:	-
Material - material:	fibreglass reinforced epoxy, carbon fibres
Länge - length:	66.65 m
Zusatzkomponenten (z.B. stallstrips, Vortex-Generatoren, usw.) - additional components:	SMT, STE
Extenderlänge - Extender length:	-
6. Getriebe – Gearbox	
Hersteller – manufacturer:	Winergy
Typenbezeichnung – type:	PZAB3580
Ausführung – design:	-
Übersetzungsverhältnis – gear ratio:	137.68
5. Generator – Generator	
Hersteller – manufacturer:	Vestas Wind Systems A/S
Typenbezeichnung – type:	VND SFIG V2 - DASG 560/6M
Anzahl – number of generators:	1
Art – design:	asynchronous with cage rotor
Nennleistung(en) – rated power value(s):	4450 kW
Nennscheinleistung – rated apparent power:	5057 kVA
Nenn Drehzahlen oder Drehzahlbereich - rated speed(s) / speed range:	1485 rpm
Spannung - voltage:	800 V
Frequenz - frequency:	74 Hz
Nennschlupf - rated slip:	0.005
6. Turm – Tower	
Hersteller – manufacturer:	Vestas Wind Systems A/S
Typenbezeichnung - type:	-
Ausführung – design:	Conical Tubular
Material - material:	-
Turmfußdurchmesser:	6 m
Länge - length:	146.6 m
7. Windnachführung - Yaw control	
Ausführung (aktiv/passiv) – design (active/passive):	active
Antriebsart (el./mech./hydr.) - drive (electr./mech./hydr.):	Electrical
Dämpfungssystem während des Betriebs - dampingsystem during operation:	Built-in friction
8. Betriebsführung / Regelung – Control system	
Art der Leistungsregelung – kind of power control:	Pitch & Variable Speed
Antrieb der Leistungsregelung – actuation of power control:	-
Hersteller der Betriebsführung / Regelung – manufacturer of control system:	Vestas Wind Systems A/S
Typenbezeichnung der Betriebsführung / Regelung – control system type:	VMP Global TM
Bezeichnung der verwendeten Steuerungskurve – designation of used control setup:	Mode PO1

5.2 Herstellerbescheinigung 1 (Seite 2)

Herstellerbescheinigung zu spezifischen Daten der Anlage vom Typ
 Manufacturer's certificate on specific data of the type of installation
 V136-4.0/4.2 MW 50/60Hz - Mode PO1




9. Sonstige elektrische Komponenten - Other electric installations	
Anzahl der Kompensationsstufen - number of compensation stages :	-
Blindleistung Stufe 1 - reactive power stage 1 :	-
Blindleistung Stufe 2 - reactive power stage 2 :	-
Blindleistung Stufe 3 - reactive power stage 3 :	-
Blindleistung Stufe 4 - reactive power stage 4 :	-
Art der Netzkopplung - kind of interconnection:	modular full scale converter
-Hersteller - manufacturer:	Vestas Wind Systems A/S
-Typenbezeichnung - type:	Cube Power
Netzschutzhersteller - mains protective manufacturer:	Vestas Wind Systems A/S
-Typenbezeichnung - type:	VMP Global TM
-Einstellbereiche- adjustment ranges:	
Spannungssteigerungsschutz - overvoltage protection:	792 V
Spannungsrückgangsschutz - undervoltage protection:	648 V
Frequenzsteigerungsschutz - overfrequency protection:	53 Hz
Frequenzrückgangsschutz - underfrequency protection:	46.5 Hz
Typenbezeichnung der Abschalteinheit - type of contact breaking device:	Schneider - MTZ2-32 H10
Oberschwingungsfiter (Ja/Nein) - harmonic filter (yes, no):	yes
10. Bremssystem - Brake system	
Bremssystem (primär/sekundär) - brake system (primary/secondary):	Pitch / Pitch
-Aktivierung - activation:	hydraulic
-Anordnung - location:	luf
-Bremsenart - type:	aerodynamic
-Bestätigung - actuation:	Pause & Stop / Emergency Stop
11. Typenprüfung - Typetest	
Prüfbehörde- testing authority:	DNV GL
Aktenzeichen- reference:	IECRE.WE.TC.19.0075-R0
12. Informativer Teil - Informative	
Standort der vermessenen WEA - location of tested WTG:	Brunow-Kleeste, UKA
Koordinaten des Standortes - coordinates of turbine location :	Longitude: 53.251711 Latitude: 11.612355
Seriennummer der vermessenen WEA - serial number of tested WT :	231227
Seriennummer der Blätter - blades:	1: 29156738WH-AEE243150 2: 29156738WH-AEE243151 3: 29156738WH-AEE243152
des Getriebes - gearbox:	WV-119491
des Generators - generator:	636662

17.02.2021



Der Hersteller der Windenergieanlage bestätigt, dass die WEA, deren Schallemission, Leistungskurve und elektrischen Eigenschaften in den Prüfberichten abgebildet ist, hinsichtlich ihrer technischen Daten mit den o.g. Positionen identisch ist. - The manufacturer of the wind turbine generator system (WTGS) confirms that the WTGS whose noise level, power performance curve and power quality is measured and depicted in the test reports, is identical with the above entries with regard to its technical data.

5.3 Herstellerbescheinigung 2 (Seite 1)

Herstellerbescheinigung zu spezifischen Daten einer WEA vom Typ:			
Manufacturer's certificate on specific data of a WT of the type of installation:			
V136-4.2 MW, PO1 in Østerild, Denmark			
		DMS: 0087-0961-V01	
1	Allgemeines	General	
1	Hersteller	Vestas Wind Systems A/S	manufacturer
2	Anlagenbezeichnung	V136-4.2 MW 50 Hz	type name
3	Art (horizontale/vertikale Achse)	HAWT	generic type (horizontal axis /vertical axis)
4	Nennleistung	4200 kW	rated power
5	Nennspannung	33/0,72 kV (MV/LV)	rated voltage
6	Nabenhöhe über Grund	117 m	hub height above ground
7	Nabenhöhe über Fundamentflansch	113.3 m	hub height above top of foundation flange
8	Nennwindgeschwindigkeit	11.0 m/s	rated wind speed (steady wind speed)
9	Ein- und Abschaltwindgeschwindigkeit	3/30 m/s	cut-in and cut-out wind speed
10	Beitrag zum Stoßkurzschlussstrom	4.5 kA	contribution to short circuit current
2	Rotor	Rotor	
1	Durchmesser	136 m	diameter
2	Bestrichene Fläche	14527 m ²	swept area
3	Anzahl der Blätter	3	number of blades
4	Nabenart (pendelnd/starr)	rigid	generic type of hub (teetered/rigid)
5	Anordnung zum Turm (luv/lee)	luv	relative position to tower (luv/lee)
6	Nenn Drehzahl / -bereich	10.8 1/min / rpm	rated speed / speed range
7	Auslegungsschnellaufzahl	5.68	design tip speed ratio
8	Rotorblatteinstellwinkel	-10 to 95 °	rotor blade pitch setting
9	Konuswinkel	4 °	cone angle
10	Achsneigung	6 °	tilt angle
11	Abstand Rotorflanschmittelpunkt und Turmmittellinie	4.5 m	distance between rotor flange centre and tower centre line
3	Rotorblatt	Rotor blade	
1	Hersteller	Vestas Wind Systems A/S	manufacturer
2	Typenbezeichnung	Vestas 66.65m	type name
3	Profile innen/außen	Infused structural airfoil shell	blade section inner/outer
4	Material	Fibreglass reinforced epoxy, carbon fibres and Solid Metal Tip (SMT)	material
5	Länge	66.65 m	length
6	Profiltiefe max./min.	4.1 / - m	chord length (max./min.)
7	Zusatzkomponenten (z.B. stall strips, Vortex-Generatoren, Turbulatoren)	Serrated Trailing Edges, Vortex generators	additional components (e.g. stall strips, vortex generators, trip strips)
8	Extenderlänge	n/a m	extender length
4	Getriebe	Gear	
1	Hersteller	Winergy	manufacturer
2	Typenbezeichnung	PZAB 3580	type
3	Ausführung	2 planetary + 1 helical stage	design
4	Übersetzungsverhältnis	i = 137.66	gear ratio
5	Generator	Generator	
1	Hersteller	Vestas	manufacturer
2	Typenbezeichnung	3 Phase IG, VND DASG 560/6M	type
3	Anzahl	1	numbers
4	Art (horizontale/vertikale Achse)	horizontal	design
5	Nennleistung (en)	4450 kW	rated power (s)
6	Nennscheinleistung	5057 kVA	rated apparent power
7	Nenn Drehzahlen oder Drehzahlbereich	1485 1/min / rpm	rated speed (s) / speed range
8	Spannung	800 (at rated speed) V	voltage
9	Frequenz	74 Hz	frequency
10	Nennschlupf	0.54 %	rated slip



5.4 Herstellerbescheinigung 2 (Seite 2)

Herstellerbescheinigung zu spezifischen Daten einer WEA vom Typ:	
Manufacturer's certificate on specific data of a WT of the type of installation:	
V136-4.2 MW, PO1 in Østerild, Denmark	

DMS: 0087-0961-V01

6	Turm	Tower
----------	-------------	--------------

1	Hersteller	Vestas Wind Systems A/S	manufacturer
2	Typenbezeichnung	Tubular	type
3	Ausführung (Gitter/Rohr, zyl./kon.)	Cylindrical/conical tubular	design (lattice/tubular, cylindrical/conical)
4	Material	Steel	material
5	Länge	111.1	m length

7	Windrichtungsnachführung	Yaw control
----------	---------------------------------	--------------------

1	Ausführung (aktiv/passiv)	Active	design (active/passive)
2	Antriebsart (el./mech./hydr.)	Electrical	drive (electr./mech./hydr.)
3	Dämpfungssystem während des Betriebs	Built-in friction	damping system during operation

8	Betriebsführung /Regelung	Control system/control
----------	----------------------------------	-------------------------------

1	Software version Nr.	2019.04.21	software version No.
2	- Umrichter	-	- converter
3	- Steuerung	-	- control system
4	- Netzschutz	-	- grid protection
5	- Andere relevante	-	- others
6	Art der Leistungsregelung	Pitch & Variable speed	generic type of power control
7	Antrieb der Leistungsregelung	-	actuation of power control
8	Hersteller der Betriebsführung/Regelung	Vestas Wind Systems A/S	manufacturer of control system
9	- Typenbezeichnung	System 8000 - VMP Global	- type
10	- Verwendete Steuerungskurve	-	- applied control characteristic

9	Sonstige elektrische Komponenten	Other electric installations
----------	---	-------------------------------------

1	N ₁₀ , Einschalten bei Einschaltwind	10		N ₁₀ , start up at cut in wind speed
2	N ₁₂₀ , Einschalten bei Einschaltwind	120		N ₁₂₀ , start up at cut in wind speed
3	N ₁₀ , Einschalten bei Nennwind	1		N ₁₀ , start up at rated wind speed
4	N ₁₂₀ , Einschalten bei Nennwind	12		N ₁₂₀ , start up at rated wind speed
5	N ₁₀ , Ausschalten bei Nennwind	1		N ₁₀ , cut off at rated wind speed
6	N ₁₂₀ , Ausschalten bei Nennwind	12		N ₁₂₀ , cut off at rated wind speed
7	N ₁₀ , Umschalten zwischen den Generatoren	n/a		N ₁₀ , switching between generators
8	N ₁₂₀ , Umschalten zwischen den Generatoren	n/a		N ₁₂₀ , switching between generators
9	Anzahl der Kompensationsstufen	n/a		number of compensation stages
10	Blindleistung Stufe 1	n/a	kvar	reactive power stage 1
11	Blindleistung Stufe 2	n/a	kvar	reactive power stage 2
12	Blindleistung Stufe _	n/a	kvar	reactive power stage _
13	Blindleistung Stufe _	n/a	kvar	reactive power stage _
14	Art der Netzkopplung	Full Scale Converter		generic type of interconnection
15	- Hersteller	Vestas Wind Systems A/S		- manufacturer
16	- Typenbezeichnung	-		- type
17	Netzschutzhersteller	Vestas Wind Systems A/S		grid protection manufacturer
18	- Typenbezeichnung	VMP Global 1m		- type
19	- Einstellbereiche	-		- adjustment ranges
20	Spannungssteigerungsschutz	792	V	overvoltage protection
21	Spannungsrückgangschutz	648	V	undervoltage protection
22	Frequenzsteigerungsschutz	53	Hz	overfrequency protection
23	Frequenzrückgangschutz	46.5	Hz	underfrequency protection
24	Typenbezeichnung der Abschalteneinheit	Schneider - MTz2-32 H10		circuit breaker type
	Oberschwingungsfiter (ja/nein)			harmonic filter (yes / no)
25	(OS-Filter müssen auf den Netzverknüpfungspunkt ausgelegt sein)	yes		(harmonic filter have to be designed for the point of common coupling)



5.5 Herstellerbescheinigung 2 (Seite 3)

Herstellerbescheinigung zu spezifischen Daten einer WEA vom Typ:	
Manufacturer's certificate on specific data of a WT of the type of installation:	
V136-4.2 MW, PO1 in Østerild, Denmark	

DMS: 0087-0961-V01

10	Umrichter	Converter
-----------	------------------	------------------

1	Hersteller	Vestas Wind Systems A/S	converter manufacturer
2	Typenbezeichnung	Full quadrant IGBT	converter type
3	Spannungsebene	720 (Grid) / 800 (Generator)	V voltage level
4	Nennscheinleistung	5100	kVA converter apparent rated power

11	Transformator	Transformer
-----------	----------------------	--------------------

1	Hersteller	Siemens (s/n: K834488)	transformer manufacturer
2	Typenbezeichnung	4GY6781-1EY	transformer type
3	Schaltgruppe	Dyn5	transformer connection
4	Nennscheinleistung	5150	kVA transformer apparent rated power
5	Spannungsebenen	33/0,72	kV voltage level
6	Kurzschlussspannung	9.6	% short circuit voltage

12	Bremssystem	Brake system
-----------	--------------------	---------------------

1	Bremssystem (primär/sekundär)	aerodynamic (feathering) / mechanical	brake system (primary/secondary)
2	- Aktivierung	hydraulic / mechanical	- activation
3	- Anordnung zum Turm (luv/lee)	luv	- location
4	- Bremsenart	aerodynamic / disc brake	- type
5	- Bestätigung	Pause & Stop / Emergency Stop	- actuation

13	Typenprüfung	Type test
-----------	---------------------	------------------

1	Prüfbehörde	DNV-GL	testing authority
2	Aktenzeichen	IEC 61400	reference

14	Informativer Teil	Informative
-----------	--------------------------	--------------------

1	Standort der vermessenen WEA	Østerild (Denmark)	location of measured WT
2	Koordinaten des Standortes	57°4'23" N, 8°53'4" E	geographical coordinates of the location
3	Seriennummer		serial number of
4	- WEA	230933	- WT
5	- Blätter	29101033WHD183202 29101033WHD183203 29101033WHD183205	- blades
6	- Getriebe	W-115521	- gearbox
7	- Generator	L180001	- generator
8	Netzkurzschlussleistung	805.81	MVA short-circuit apparent power
7	Netzimpedanzwinkel	87.96	° network impedance phase angle

Anschrift des Herstellers
Address of manufacturer

Vestas Wind System A/S
Hedeager 42
8200 Aarhus

Stempel, Unterschrift
stamp, signature



<p>Der Hersteller der Windenergieanlage bestätigt, dass die WEA, deren elektrischen Eigenschaften in den Prüfberichten abgebildet sind, hinsichtlich ihrer technischen Daten mit den o.g. Positionen identisch ist.</p> <p>The manufacturer of the wind turbine (WT) confirms that the WT whose power quality is measured and depicted in the test reports, is identical with the above entries with regard to its technical data</p>

5.6 Herstellerbescheinigung 3 (Seite 1)

Herstellerbescheinigung zu spezifischen Daten der Anlage vom Typ
 Manufacturer's certificate on specific data of the type of installation
 V136-4.0/4.2 MW 50/60 Hz - Power Optimized Mode PO1



1. Allgemeine Informationen – General	
Anlagenhersteller - turbine manufacturer:	Vestas Wind Systems A/S
Spezifische Anlagenbezeichnung – specific turbine type name:	V136-4.0/4.2 MW 50/60 Hz
Art (horizontal / vertikal) - type (horizontal / vertical):	horizontal
Nennleistung - rated power:	4200 kW
Leistungsregelung - power control:	Pitch & Variable Speed
Nabenhöhe über Fundament - hub height above foundation:	-
Nabenhöhe über Grund - hub height above ground:	112 m
Nennwindgeschwindigkeit - rated wind speed:	13,0 m/s
Ein- und Abschaltwindgeschwindigkeit - cut-in and cut-out windspeed:	3 m/s - 27 m/s
Rechnerische Lebensdauer - calculated safe life:	20 Jahre / years
2. Rotor – Rotor	
Durchmesser – rotor diameter:	136 m
Bestrichende Fläche - swept area:	17671 m ²
Anzahl der Blätter - number:	3
Anordnung zum Turm (luv / lee) – position relative to tower (luv / lee):	luv
Nenn Drehzahl / -bereich - rated speed:	10,8 rpm
Auslegungsschnellaufzahl -	-
Rotorblatteinstellwinkel - rotor blade pitch setting:	variable
Konuswinkel - cone angle:	4°
Achsneigung - tilt angle:	6°
Abstand Rotorflanschmittelpunkt / Turmmittellinie - distance between rotor flange centre / tower centre line:	4,5 m
3. Rotorblatt – Rotor blade	
Hersteller – manufacturer:	Vestas Wind Systems A/S
Typenbezeichnung – type:	Vestas 66,65m
Profile innen - blade section inside:	-
Profile aussen - blade section outside:	-
Material - material:	fibreglass reinforced epoxy, carbon fibres
Länge - length:	66,65 m
Zusatzkomponenten(z.B. stallstrips, Vortex-Generatoren, usw.) - additional components:	SMT, STE
Extenderlänge - Extender length:	-
6. Getriebe – Gearbox	
Hersteller – manufacturer:	ZF Wind Power
Typenbezeichnung – type:	EH1052
Ausführung – design:	-
Übersetzungsverhältnis – gear ratio:	137
5. Generator – Generator	
Hersteller – manufacturer:	Vestas Wind Systems A/S
Typenbezeichnung – type:	VND SFIG V2 - DASG 560/6M
Anzahl – number of generators:	1
Art – design:	asynchronous with cage rotor
Nennleistung(en) – rated power value(s):	4450 kW
Nennscheinleistung – rated apparent power:	5057 kVA
Nenn Drehzahlen oder Drehzahlbereich - rated speed(s) / speed range:	1485 rpm
Spannung - voltage:	800 V
Frequenz - frequency:	74 Hz
Nennschlupf - rated slip:	0,005
6. Turm – Tower	
Hersteller – manufacturer:	Vestas Wind Systems A/S
Typenbezeichnung - type:	-
Ausführung – design:	Conical Tubular
Material - material:	-
Turmfußdurchmesser:	4 m
Länge - length:	109,6 m
7. Windnachführung - Yaw control	
Ausführung (aktiv/passiv) – design (active/passive):	active
Antriebsart (el./mech./hydr.) - drive (electr./mech./hydr.):	Electrical
Dämpfungssystem während des Betriebs - dampingsystem during operation:	Built-in friction
8. Betriebsführung / Regelung – Control system	
Art der Leistungsregelung – kind of power control:	Pitch & Variable Speed
Antrieb der Leistungsregelung – actuation of power control:	-
Hersteller der Betriebsführung / Regelung – manufacturer of control system:	Vestas Wind Systems A/S
Typenbezeichnung der Betriebsführung / Regelung – control system type:	VMP Global TM
Bezeichnung der verwendeten Steuerungskurve – designation of used control setup:	Power Optimized Mode PO1

5.7 Herstellerbescheinigung 3 (Seite 2)

Herstellerbescheinigung zu spezifischen Daten der Anlage vom Typ
 Manufacturer's certificate on specific data of the type of installation
 V136-4.0/4.2 MW 50/60 Hz - Power Optimized Mode PO1



9. Sonstige elektrische Komponenten - Other electric installations	
Anzahl der Kompensationsstufen - number of compensation stages:	-
Blindleistung Stufe 1 - reactive power stage 1:	-
Blindleistung Stufe 2 - reactive power stage 2:	-
Blindleistung Stufe 3 - reactive power stage 3:	-
Blindleistung Stufe 4 - reactive power stage 4:	-
Art der Netzkopplung - kind of interconnection:	modular full scale converter
-Hersteller - manufacturer:	Vestas Wind Systems A/S
-Typenbezeichnung - type:	Cube Power
Netzschutzhersteller - mains protective manufacturer:	Vestas Wind Systems A/S
-Typenbezeichnung - type:	VMP Global TM
-Einstellbereiche - adjustment ranges:	-
Spannungssteigerungsschutz - overvoltage protection:	792 V
Spannungsrückgangsschutz - undervoltage protection:	648 V
Frequenzsteigerungsschutz - overfrequency protection:	53 Hz
Frequenzrückgangsschutz - underfrequency protection:	46.5 Hz
Typenbezeichnung der Abschalteneinheit - type of contact breaking device:	Schneider - MTz2-32 H11
Oberschwingungsfilter (Ja/Nein) - harmonic filter (yes, no):	yes
10. Bremssystem - Brake system	
Bremssystem (primär/sekundär) - brake system (primary/secondary):	Pitch / Pitch
-Aktivierung - activation:	hydraulic
-Anordnung - location:	luf
-Bremsenart - type:	aerodynamic
-Bestätigung - actuation:	Pause & Stop / Emergency Stop
11. Typenprüfung - Typetest	
Prüfbehörde- testing authority:	DNV GL
Aktenzeichen- reference:	IECRE WE.TC.19.0057-R4
12. Informativer Teil - Informative	
Standort der vermessenen WEA - location of tested WTG:	Ottentübel-Westermühlen 1xV136 3xV150
Koordinaten des Standortes - coordinates of turbine location:	Longitude: 63.96973 Latitude: 9.46118
Seriennummer der vermessenen WEA - serial number of tested WT :	235387
Seriennummer der Blätter - blades:	1: 29156738WHAE243781 2: 29156738WHAE243782 3: 29156738WHAE243783
des Getriebes - gearbox:	LH1052A-002/LM0249
des Generators - generator:	638834

28.04.2022

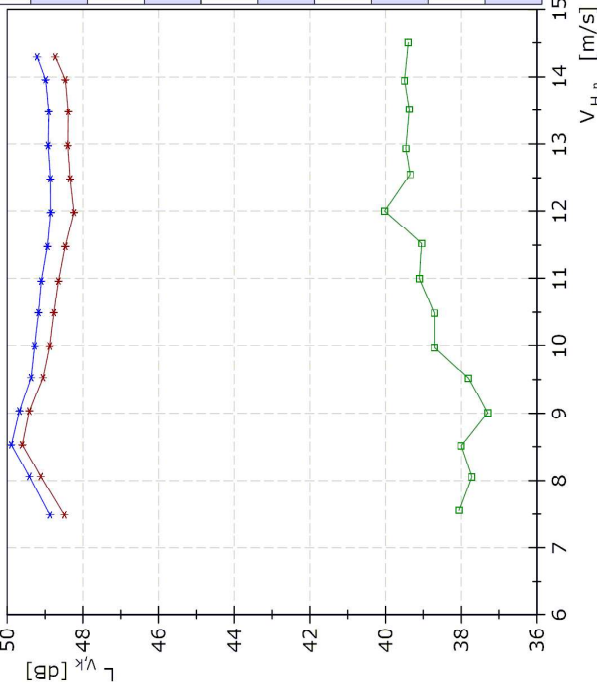


Der Hersteller der Windenergieanlage bestätigt, dass die WEA, deren Schallemission, Leistungskurve und elektrischen Eigenschaften in den Prüfberichten abgebildet ist, hinsichtlich ihrer technischen Daten mit den o.g. Positionen identisch ist. - The manufacturer of the wind turbine generator system (WTGS) confirms that the WTGS whose noise level, power performance curve and power quality is measured and depicted in the test reports, is identical with the above entries with regard to its technical data.

5.8 Ergebnistabelle Messung 1

BIN [m/s]	$L_{V,k}$ [dB]	$L_{V,B,k}$ [dB]	$L_{V,C,k}$ [dB]	total η [no.]	backg.n [no.]	$V_{z,k}$ [m/s]	P_k [MW]	rpm _k [U/min]	$L_{WA,k}$ [dB]	$u_{e,k}$ [dB]
7.5	48.9	38.1	48.5	2	10	4.97	1.70	10.5	101.9	0.9
8.0	49.4	37.7	49.1	21	25	5.30	2.12	10.6	102.5	0.7
8.5	49.9	38.0	49.6	38	26	5.63	2.49	10.7	103.0	0.7
9.0	49.7	37.3	49.4	90	22	5.96	2.89	10.7	102.8	0.7
9.5	49.4	37.8	49.0	180	36	6.29	3.24	10.7	102.5	0.7
10.0	49.3	38.7	48.9	243	34	6.62	3.55	10.7	102.3	0.7
10.5	49.2	38.7	48.8	229	35	6.95	3.83	10.8	102.2	0.7
11.0	49.1	39.1	48.6	141	35	7.29	4.01	10.7	102.1	0.8
11.5	48.9	39.0	48.5	123	40	7.62	4.15	10.7	101.9	0.8
12.0	48.8	40.0	48.2	88	29	7.95	4.20	10.8	101.6	0.8
12.5	48.9	39.3	48.3	84	19	8.28	4.20	10.8	101.8	0.8
13.0	48.9	39.5	48.4	50	23	8.61	4.20	10.8	101.8	0.8
13.5	48.9	39.4	48.4	24	11	8.94	4.20	10.8	101.8	0.8
14.0	49.0	39.5	48.5	6	11	9.27	4.20	10.9	101.9	0.8

H = 149 m	d = 4.5 m	$h_A = 0.0$ m
D = 136 m	$z_0 = 0.05$ m	$R_0 = 213$ m
$k_{nac} = 1.01$	state _{total noise} = 3.0	
$k_z = 1.90$	state _{background noise} = 0.5	
$P_{85\%} = 3.57$ MW	$V_{P(85\%)} * 0.8 = 8.0$ m/s	
$V_{P(85\%)} = 10.0$ m/s	$V_{P(85\%)} * 1.3 = 13.0$ m/s	



Site / Standort: Brunow-Kleeste
 WTGS-SNo. / WEA-SNr.: 231227
 Mode / Mocus: PC1
 Date of meas./ Messdatum: 2021-01-20
 Standard / Messung: FCW TRI Rev.19
 Project-No. / Projekt-Nr.: 10304430
 In charge / Bearbeiter: Annika Johannsen

Vestas V136-4.2 MW 50Hz
 Results relating to hub height
 Ergebnisse bezogen auf Nabenhöhe

5.9 Ergebnistabelle Messung 2

BIN [m/s]	$L_{V,T,k}$ [dB]	$L_{V,B,k}$ [dB]	$L_{V,C,k}$ [dB]	total n [no.]	backg.n [no.]	$V_{z,k}$ [m/s]	P_k [MW]	rpm _k [U/min]	$L_{WA,k}$ [dB]	$u_{c,k}$ [dB]
8.0	51.7	42.9	51.1	147	32	5.47	2.08	1447.9	103.0	1.5
8.5	52.5	44.7	51.8	117	68	5.81	2.48	1478.7	103.7	1.3
9.0	52.4	44.5	51.8	146	74	6.15	2.85	1483.8	103.6	1.1
9.5	52.2	44.2	51.4	131	66	6.50	3.25	1486.8	103.3	1.1
10.0	52.0	45.1	51.1	105	88	6.84	3.54	1480.8	103.0	1.1
10.5	51.9	45.4	50.9	76	87	7.18	3.81	1480.7	102.8	1.1
11.0	51.8	45.9	50.7	40	106	7.52	4.01	1473.6	102.6*	1.3
11.5	51.7	45.7	50.5	33	99	7.86	4.17	1487.1	102.4	1.4
12.0	51.6	45.7	50.3	72	93	8.20	4.20	1483.1	102.2*	1.4
12.5	51.4	45.9	50.1	56	88	8.55	4.20	1480.7	102.0*	1.4
13.0	51.7	46.0	50.4	43	54	8.89	4.20	1486.3	102.3*	1.4
13.5	51.6	45.9	50.3	57	37	9.23	4.20	1483.9	102.2*	1.2
14.0	51.8	45.9	50.5	45	19	9.57	4.20	1485.3	102.4*	1.4
14.5	51.4	46.3	49.9	15	18	9.91	4.20	1487.6	101.8*	1.2

H = 116 m d = 4.5 m h_A = 0.0 m

D = 136 m z_0 = 0.05 m R_0 = 184 m

k_{nac} = 1.01 state_{total noise} = 1.0

k_z = 1.06 state_{background noise} = 0.5

$P_{85\%}$ = 3.57 MW $V_{P(85\%)} * 0.8$ = 8.0 m/s

$V_{P(85\%)} = 10.0$ m/s $V_{P(85\%)} * 1.3$ = 13.0 m/s

<p>Vestas V136-4.2 MW 50 Hz</p> <p>Results relating to hub height</p> <p>Ergebnisse bezogen auf Nabenhöhe</p>	<p>Site / Standort: Csterild (Denmark)</p> <p>WTGS-SNo. / WEA-SNr.: 230933</p> <p>Mode / Modus: PO1</p> <p>Date of meas./ Messdatum: 2019-06-26/27</p> <p>Standard / Messung: IEC 51400-11 Ed.3</p> <p>Project-No. / Projekt-Nr.: 10161571</p> <p>In charge / Bearbeiter: Annika Johannsen</p>
---	--

5.10 Ergebnistabelle Messung 3

BIN [m/s]	$L_{V,T,k}$ [dB]	$L_{V,B,k}$ [dB]	$L_{V,C,k}$ [dB]	total η [no.]	backg.n [no.]	$V_{z,k}$ [m/s]	P_k [MW]	rpm _k [U/min]	$L_{wA,k}$ [dB]	$u_{c,k}$ [dB]
8.5	52.0	41.2	51.7	5	43	5.84	2.59	10.8	102.6	0.7
9.0	52.3	41.9	51.8	14	56	6.18	2.84	10.8	102.8	0.8
9.5	52.2	41.4	51.8	11	50	6.52	3.26	10.7	102.8	0.8
10.0	52.0	41.2	51.6	25	69	6.87	3.57	10.6	102.6	0.8
10.5	51.9	41.9	51.5	27	57	7.21	3.82	10.6	102.4	0.8
11.0	52.0	41.8	51.6	23	63	7.56	4.02	10.7	102.5	0.8
11.5	51.9	42.2	51.4	25	45	7.90	4.17	10.8	102.4	0.8
12.0	51.9	42.1	51.4	35	58	8.24	4.20	10.8	102.3	0.8
12.5	52.1	43.1	51.5	17	38	8.59	4.20	10.8	102.4	0.8
13.0	51.8	43.2	51.1	14	39	8.93	4.20	10.8	102.1	0.9
13.5	52.2	43.0	51.6	7	40	9.27	4.20	10.9	102.6	0.9
14.0	51.7	42.3	51.2	5	22	9.62	4.20	10.6	102.2	0.9
14.5	52.4	42.6	51.9	5	9	9.96	4.20	10.7	102.9	0.9
15.0	52.0	41.5	51.6	5	15	10.30	4.20	10.9	102.6	0.8

H = 112 m	d = 4.5 m	$h_A = 0.0$ m
D = 136 m	$Z_0 = 0.05$ m	$R_0 = 160$ m
$k_{nac} = 0.99$	state _{total noise} = 1.0	
$k_z = 1.71$	state _{background noise} = 0.5	
$P_{85\%} = 3.57$ MW	$V_{P(85\%)} * 0.8 = 8.0$ m/s	
$V_{P(85\%)} = 10.0$ m/s	$V_{P(85\%)} * 1.3 = 13.0$ m/s	

Site / Standort: Ollendorf
 WTGS-SNo. / WEA-SNr.: VZ35387
 Mode / Mocus: PO1
 Date of meas. / Messdatum: 2021-11-19/20
 Standard / Messung: FCW TRI Rev.19
 Project-No. / Projekt-Nr.: 1030 0854
 In charge / Bearbeiter: Arne Jensen

Vestas V136-4.2 MW
 Results relating to hub height
 Ergebnisse bezogen auf Nabenhöhe



ÜBER DNV

DNV agiert als unabhängiges Unternehmen im Bereich Assurance und Risikomanagement in mehr als 100 Ländern. Aufbauend auf seiner langjährigen Erfahrung und Expertise hat DNV das Ziel, Sicherheit und nachhaltige Leistungen zu fördern.

Von der Bewertung eines neuen Schiffsdesigns, der Leistungsoptimierung eines Windparks, der Analyse von Sensordaten einer Gaspipeline bis hin zur Zertifizierung der Lieferkette eines Lebensmittelunternehmens - DNV hilft Kunden und Partnern mit Sicherheit, die richtigen Entscheidungen zu treffen.

Der Schutz von Leben, Gütern und Umwelt ist für uns Aufgabe und Ansporn zugleich. DNV hilft seinen Kunden, sich ihren Herausforderungen und den globalen Transformationen der heutigen Zeit zu stellen. DNV versteht sich als vertrauensvolle Stimme für viele der weltweit erfolgreichsten und zukunftsorientierten Unternehmen.